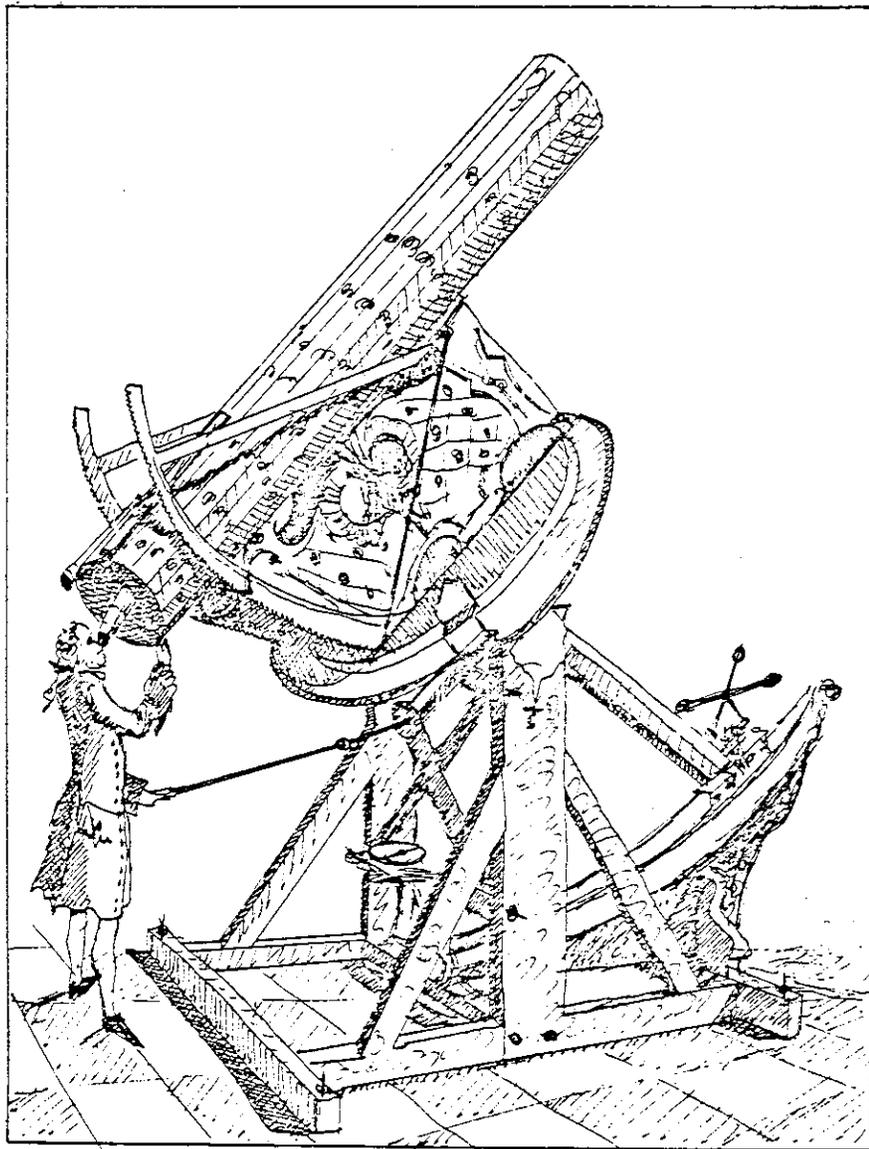


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison astronomes et enseignants



n°12 - printemps 1981

LES CAHIERS CLAIRAUT

N° 12 Printemps 1981

L'Astronomie au cours préparatoire	p 3
Johannes Kepler - 3 : l'harmonie du monde	p 5
Le club d'Astronomie du collège Calmette	p10
Astronomie en province	p11
Courrier des lecteurs	p12
Raid sur Entebbe	p14
Peiresc, suite et fin	p22
Lectures pour la Marquise	p34
Paul Couderc	p36

EDITORIAL

Nous publions dans ce numéro la fin de deux "feuillets".

Celui sur Kepler a été écrit pour répondre aux questions d'un jeune du cercle Orion de Lorraine. Nous avons été très touchés d'apprendre que la réponse a satisfait son attente. Vos lettres nous font toujours plaisir et nous sont utiles pour orienter le contenu des Cahiers.

C'est un autre article historique qui se termine avec la description de l'oeuvre de Peiresc dont on vient de fêter le quatre centième anniversaire. Vous êtes nombreux à nous dire l'importance pédagogique que vous voyez à l'histoire des sciences en général et à celle de l'Astronomie en particulier.

Nos finances ne sont pas très bonnes. Vous le savez, tout augmente! le prix du papier, celui des tirages et les tarifs des PTT. Cela nous a donc contraints à porter le prix de l'abonnement à 20 francs. N'oubliez pas de vous réabonner du n° 13 au n°16: nous ne pourrons plus continuer à vous envoyer les premiers numéros de l'abonnement en attendant la régularisation financière ultérieure. Nous espérons que l'annonce de fin d'abonnement, sur page spéciale de couleur, vous informera plus clairement. A l'avance, merci à tous de votre discipline, appréciée de l'équipe de gestion.

La Rédaction

L'astronomie au Cours Préparatoire

Dans le ciel
Le Soleil
Doucement tourne.



Les planètes
Et les comètes
Autour de lui
Tourment aussi.



Mars rouge
Bouge
Elle a un robot
Sur le dos.



La Lune est près de la Terre
Mais il n'y a pas de lunaires.
Loin de la Terre
C'est Jupiter.



Plus loin encore
Tourne Saturne
Et ses anneaux.
Comme ils sont beaux!



Les comètes aux longues queues
Parfois filent vers le Soleil
Frôlant Vénus
Blanche et bleue.



Poème écrit par la classe de Mme C. Hachen
illustré par Adeline

Ce poème concrétise une série de 5 séances hebdomadaires consacrées à l'astronomie dans une classe de cours préparatoire.

L'objectif était d'utiliser l'engouement des enfants pour Goldorak et autres Albator... et d'en tirer quelque chose de plus enrichissant.

Nous avons d'abord retracé l'exploration de la Lune, illustrée par des diapos et une chanson de Jacques Hébronckart que chantaient Isabelle Aubret et un petit garçon, à l'époque d'Apollo 11: "Ils ont marché sur la Lune"

Puis nous avons vu les grandes lignes de l'exploration du système solaire. Cela a permis de faire connaissance avec les planètes les plus célèbres. Naturellement, nous avons profité de l'actualité: les photos de Voyager étaient justement à la une des journaux. Les enfants ont vu les photos de différentes sondes, dont les engins Viking, d'où l'expression "Mars et son robot sur le dos." Ces voyages nous ont permis de considérer la planète Terre avec plus de recul et de prendre conscience de sa sphéricité et de ses rapports avec le Soleil et la Lune.

Pour la séance suivante, les enfants avaient préparé de nombreux dessins et affiches. Ils avaient dessiné le Soleil et des planètes sur de grands cartons (40cm x 60cm). Alors nous avons pu jouer à "la ronde des planètes". Dans la cour de l'école, les enfants portant les cartons représentant les planètes et les comètes ont fait la ronde autour du Soleil, à des distances différentes de celui-ci; la Terre et la Lune se donnaient la main... Les comètes posent des problèmes d'échelle insolubles, mais comme elles sont très nombreuses, elles permettent à tous les enfants de participer.

Les 2 dernières séances furent consacrées aux instruments d'optique et aux étoiles. Les enfants ont d'abord acquis la notion de grossissement en manipulant des jumelles. Puis les étoiles furent définies comme étant des soleils si éloignés que les sondes ne les atteignent pas et que les télescopes ne les grossissent pas. Nous avons enfin dessiné le "grand chariot" sur le mur de la classe en projetant une diapo pour guider le tracé.

Naturellement, entre chaque séance, les acquisitions nouvelles étaient consolidées par la réalisation de dessins, de textes, la dernière page du dossier ainsi constitué étant le poème précédent que chaque élève a ensuite appris et illustré à sa guise.

D. Toussaint

Johannes KEPLER (1571 - 1630)

3. L'harmonie du monde

C'est la nécessité de ne pas envahir les Cahiers avec notre feuilletton historique qui l'a fait découper en trois épisodes. Il se trouve pourtant que ce récit sur l'oeuvre de Kepler n'en souffre pas trop : il y a bien dans sa vie l'avant Tycho au début et, à la fin l'après 1609. Nous y voilà : l'Astronomie nouvelle a paru, Kepler poursuit sa vieille idée de l'harmonie céleste qu'illustrait la construction des orbés et des polyèdres platoniciens. Il conçoit l'idée d'un ouvrage qui au lieu d'être la présentation de ses découvertes dans leur hasardeuse gestation aura les qualités solides d'un traité. Ce sera l'Epitome Astronomiae Copernicae qui ne parut qu'en 1620 et 1621 et qui expose le plus complètement ses conceptions astronomiques. Mais, entre temps, il y aura une autre grande découverte et un remarquable échange de lettres avec Galilée.

Le messager céleste

=====
Galilée publie Le Messager Célaste en mars 1610. Il en adresse un exemplaire à Kepler qui le reçoit le 8 avril. Celui-ci répond par une longue lettre, le 19 avril, lettre qui, pour notre chance, a fait l'objet d'une magnifique édition critique (en anglais) par Edward Rosen: "Kepler's Conversation with Galileo's Sidereal Messenger" (Johnson Reprint Corporation, 164Pages). Le texte de Kepler représente trente pages ; les commentaires et les notes éclairent ce document capital. Resumons-le.

Sur la lunette : lui, Kepler, avait pensé qu'on ne ferait jamais mieux à l'oeil nu que Tycho Brahé, observateur exceptionnel ; la lunette ouvre une ère nouvelle à l'exploration du ciel (notons que Kepler ne dit rien de l'utilisation de la lunette pour améliorer les mesures de position ; la lunette à oculaire divergent se prête mal à cet usage, même si deux auteurs Drake et Kowal, dans Pour la Science de février 61 parlent d'un pseudo-réticule que

Galilée aurait utilisé, ... et qu'il aurait ainsi découvert Neptune !). Sur la Lune, les planètes et les étoiles, sur la Voie Lactée, Kepler trouve dans le *Messenger Celeste* des raisons de plus de rejoindre Giordano Bruno dans l'idée que les étoiles sont des soleils lointains ; mais il maintient, à l'encontre de Bruno, que l'Univers n'est pas infini.

Ce qui retient le plus son attention, c'est le passage sur les astres médicés. Oui, ce sont des satellites de Jupiter. Et si des astres gravitent autour de Jupiter, la Terre et la Lune ne sont pas les **objets** les plus nobles de la création. Pour expliquer le mouvement des planètes, il s'en tient à son idée : le Soleil tourne sur lui-même et cette rotation entraîne le mouvement des planètes ; de même Jupiter tourne sur lui-même et entraîne le mouvement de ses satellites.

Enfin, Kepler maintient son idée des polyèdres réguliers, alors que la loi des orbites elliptiques n'est pas compatible avec celle des orbites sphériques (comment tracer une ellipse non circulaire sur une sphère ? Mais quand on a une idée a priori, on y tient !) L'orbite de la Terre occupe d'ailleurs une position remarquable, entre le dodécaèdre (douze faces) et l'icosaèdre (douze sommets) ; alors, la Terre n'est-elle pas l'objet le plus noble du système ? Les observations de Tycho révèlent, pour les orbites de Mars et de Vénus des écarts avec le schéma des polyèdres ; n'est-ce pas pour laisser place aux satellites de Mars et de Vénus quand on les aura découverts. Car si Jupiter a des satellites pourquoi Mars et Vénus n'en auraient-ils pas ?

Au contraire des textes théoriques de Kepler, cette lettre est d'une lecture facile et captivante. On y sent le frémissement du savant devant les travaux d'un de ses pairs. Les échanges entre Fermat et Pascal n'ont pas, me semble-t-il cette chaleur mais il y a quelque chose du même ordre dans les lettres entre Einstein et Elie Cartan.

L'harmonie du monde

===== Kepler a l'ambition de couvrir tous les domaines de la physique. Il consacre un ouvrage à l'optique : sa Dioptrice date de 1611. Sa vie se complique matériellement, l'empereur Rodolphe abdique, Kepler perd son

son emploi, il doit quitter Prague et s'installer d'abord à Linz (1612) puis à Ulm. Tout en travaillant à l'Epitome, il poursuit son idée sur l'harmonie du monde. A chaque planète il fait correspondre un ton déterminé par sa vitesse angulaire. Mais laissons lui la parole pour l'essentiel :

"A l'époque du Mysterium, je ne voyais pas clairement ma voie... Mais après que j'eus, par un travail incessant et qui m'occupa pendant une longue période de temps, et ce en utilisant des observations de Brahé, déterminé les vraies distances des orbites, enfin le rapport vrai des temps périodiques des orbites m'est apparu, et si vous me demandez le moment exact de cette découverte, le voilà : Je la conçus le 8 mars de cette année 1618, mais le calcul n'ayant pas été couronné de succès, j'ai de ce fait rejeté la solution comme fausse. Mais l'idée, retournant à mon esprit le 15 mai, par un nouvel assaut surmonta les ténèbres de ma raison, avec une telle plénitude et un tel accord entre mes dix-sept ans de travail sur les observations de Brahé et cette mienne présente étude, que tout d'abord je pensais que le rêvais et que j'assumais comme un principe admis ce qui était encore un sujet d'investigation. Mais le principe est incontestablement vrai et tout à fait exact : les temps périodiques de deux planètes quelconques sont entre eux en proportion exactement sesquialtère de leurs distances moyennes, c'est à dire de leurs orbites."

Quel beau texte ! (cité par Koyré, p.340) Kepler était persuadé qu'il existait une relation simple. Suivons le et proposons à nos élèves munis de leurs calculettes et des données (périodes P et distances moyennes a) pour les six planètes coperniciennes. Calculons d'abord les rapports P/a et P/a^2 ; le premier est croissant de Mercure à Saturne, le second décroissant. N'est-il pas légitime d'essayer P^2/a^3 ? Nous redécouvrons la troisième loi ; on comprend l'émotion de Kepler.

Kepler

==== Notre propos, dans ce feuillet, était d'expliquer sommairement la genèse des trois lois. Il serait évidemment injuste de limiter à celles-ci l'œuvre de Kepler. Son

optique a préparé celle de Descartes. Il a vérifié, en particulier, que la réfraction atmosphérique dépend de la position des astres par rapport à l'horizon, non de leur nature, étoile ou planète. En 1618, il observa une comète et reconnut sa nature celeste.

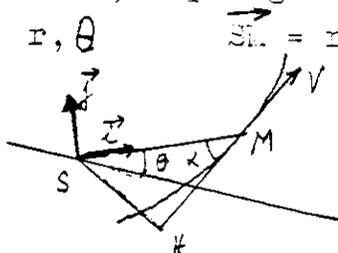
En 1627, alors que ce perpétuel vagabond était réfugié à Ulm, il publia les Tables Rudolphines ainsi nommées en hommage à son ancien protecteur. Il les dédia à la mémoire de John Napier, car l'utilisation des logarithmes avait grandement facilité sa tâche. Ces éphémérides, les premières calculées en tenant compte des trois lois, lui permettent d'annoncer dès 1629 que Mercure passera devant le Soleil le 7 novembre 1631 : l'observation sera faite par Gassendi mais Kepler est mort un an auparavant.

Je rapproche trois dates : 1596, le Mystère cosmographique et la naissance de Descartes, 1627 les Tables Rudolphines, 1630, mort de Kepler : dès son premier tiers, un grand siècle, ce XVII^{ème} !

Après Kepler

=====
 Pour nous qui connaissons un peu de calcul différentiel, nous pouvons retrouver les lois de Kepler à partir d'hypothèses simples. Nous supposons que l'action du Soleil est prédominante et que sont négligeables (en première approximation) les actions perturbatrices des autres planètes.

Nous considérons donc le problème des deux corps, le Soleil et Mars par exemple. Dans le plan de l'orbite de Mars, repérage à partir du Soleil en coordonnées polaires r, θ



$\vec{SM} = r \vec{i}$ (\vec{i} vecteur unitaire). Dérivations par rapport au temps :

Vitesse de M : $\vec{V} = r' \vec{i} + r \theta' \vec{j}$

accélération : $\vec{A} = (r'' - r \theta'^2) \vec{i} + (2r' \theta' + r \theta'') \vec{j}$

Les résultats s'ensuivent :

1°) L'accélération est centrale si et seulement si le mouvement obéit à la loi des aires ; $2r' \theta' + r \theta'' = 0$ signifie $r^2 \theta' = C$; de plus la vitesse angulaire est inversement proportionnelle au carré de la distance, ce que savait Kepler.

2°) Calcul de la distance de S à la tangente à l'orbite :

$SH = r \sin \alpha' = C/T$; autrement dit, la norme de la vitesse de Mars sur son orbite est inversement proportionnelle à la distance du Soleil à la tangente à l'orbite. Kepler l'avait vérifié dans les cas particuliers des passages au périhélie et à l'aphélie.

3°) Sachant que l'orbite est une ellipse de foyer S, trouver la loi d'attraction : $\vec{M}\Gamma = (r'' - r \theta'^2) \vec{i}$ avec $\theta' = C/r^2$ et $1/r = (1+e \cos \theta)/p$; soit $\vec{M}\Gamma = - C^2/pr^2$, l'attraction (signe -) est inversement proportionnelle au carré de la distance du Soleil ; $C^2/p = k M_{\odot}$ constante héliocentrique de gravitation. Ça, c'est Newton qui l'a montré, pas Kepler.

4°) Calcul de la période P (ne pas confondre avec p paramètre de l'ellipse) $1/2 \int_0^P C dt = CP/2 = \pi a^2 \sqrt{1-e^2}$
On en déduit $a^3/P^2 = k M_{\odot}/4$ c'est la troisième loi ; d'où le calcul de la masse du Soleil $M_{\odot} = 2 \times 10^{30}$ kg

° ° °

Au terme de cette étude schématique sur les lois de Kepler, je risquerai, en guise de conclusion, cette citation de Koestler : "L'importance objective de la Troisième Loi est d'avoir procuré à Newton les plus précieux indices : elle recèle l'essence de la Loi de la Gravitation. Mais son importance subjective fut, pour Kepler, de servir ses chimères, et rien de plus." (Les Somnambules, chap IX)

Providentielles chimères...

K. Mizar

Rappel bibliographique

- Alexandre Koyré : La Révolution astronomique (éd Hermann 1961).
- Gérard Simon : Kepler, astronome astrologue (éd Gallimard 1979)
- Arthur Koestler : Les Somnambules (éd Calmann-Lévy, 1960)
- Quatrième centenaire de la naissance de Kepler, recueil collectif édité par la Société Astronomique de France, 1975.
- Kepler's Conversation with Galileo's Sidereal Messenger traduction en anglais et notes par Edward Rosen (éd Johnson Reprint Corporation, 1965).

LE CLUB D'ASTRONOMIE DU COLLEGE CALMETTE

Si le club d'Astronomie du collège Calmette à Limoges fonctionne depuis un an et demi déjà, c'est grâce à la gentillesse et à la compétence des animateurs de l'école d'été de Grasse qui m'ont encouragée à le mettre en route. Puis, l'enthousiasme des jeunes permit de progresser et d'approfondir de nouvelles questions.

Une douzaine d'élèves de 4ème et 3ème viennent au club le mercredi matin. Ils ont choisi, en premier lieu, d'apprendre les constellations et adorent les histoires mythologiques. Le cours de Victor Tryoen, à l'école d'été et les livres suivants m'ont été d'une grande utilité:

"le petit guide des étoiles" chez Hachette

"connaître les étoiles en 10 leçons" de Kohler, chez Hachette

"Petit guide des étoiles et des planètes" de Menzel chez Delachaux et Niestlé.

Ensuite, avec des tubes de P.V.C., ils ont construit des lunettes. Pierre Bourges vend des lentilles (45f) et un petit manuel qui permet de les monter (P. Bourge, St Aubin de Courteraie 61400 MORTAGNE). Les élèves de la section "menuiserie" ont fabriqué de solides trépieds en bois.

Au mois de Mars 1980, le club a organisé un voyage à Paris pour visiter le Palais de la Découverte et en particulier le planétarium (entrée 4f par élève). La S.N.C.F. nous a fait bénéficier de 75% de réduction. Nous avons mangé dans le restaurant universitaire à côté du Palais. Il faut prendre rendez-vous 6 semaines avant pour la visite et le restaurant. (Palais de la Découverte, av. F. Roosevelt 75008 Paris)

Au 3ème trimestre, nous avons réalisé des maquettes de planètes que nous avons accrochées au plafond du C.D.I. Les enfants ont calculé les dimensions que devraient avoir de grosses boules de carton qu'ont confectionnées les élèves du club "maquette". Ils ont compris que, pour que les planètes soient visibles, il fallait choisir 2 unités; l'une pour les distances, 1m de la pièce représente 200 millions de km dans l'espace; l'autre pour les diamètres, 1cm de boule représente 2 550 km de planète. Cependant, Pluton et Neptune auraient été trop loin et n'ont pu être représentées, ce qui a été expliqué sur un tableau à côté de l'exposition

Quelle joie de peindre les planètes!

Un élève, particulièrement instable, révélait de grandes qualités pendant ces séances où il avait des responsabilités. Certes, Uranus brille d'un vert pomme et Mars est rouge sang !

Un jeudi de Mai, nous avons visité, avec des élèves du lycée Limosin et leur professeur, Melle Laval, la station de radioastronomie de Nançay dans le Cher. Même si les installations et la compréhension des ondes leur ont paru complexes, ils étaient ravis et ont retenu quelques notions.

Enfin, une subvention de 1 700 francs accordée dans le cadre d'un P.A.C.T.E. "astronomie" pour l'année 79-80 m'a permis d'acheter des documents, livres et diapositives.

Cette année, le club a repris ses activités et présente une exposition "Univers". Les élèves accrochent sur des panneaux du C.D.I. des photos avec quelques phrases d'explication. Chacun a sa spécialité: Lune, météorites, galaxies, instruments d'observation, comètes...

Ils écrivent aussi, chaque mois, un petit article dans le journal du collège pour décrire l'aspect du ciel.

Nous avons mesuré le rayon terrestre d'après la méthode exposée par un collègue dans le numéro 7 des Cahiers Clairaut. Michèle Gerbaldi m'a donné l'idée d'écrire à tous les collèges et lycées de Dieppe, situé sur le même méridien que Limoges. Trois professeurs ont répondu et trois collègues (Calmette, Limosin et Donzelot) ont fait la mesure. Il y a beaucoup de causes d'erreur, il faut choisir un sol bien horizontal, un piquet bien vertical: notre résultat $R = 1\ 180\ km$...

Le Soleil est au centre de notre actuel projet PACTE cette année: nous avons reçu une subvention de 2 000 f qui va permettre de fabriquer un cadran solaire (les élèves de la section "maçonnerie" le confectionneront). Nous relevons, pour l'instant, les positions de l'ombre d'un poteau vertical sur le sol. Le livre de J. Fulcran et P. Bourge "Midi au Soleil et les conseils de Daniel Toussaint à l'école d'été" me sont fort utiles.

Maintenant, les élèves veulent construire un diaporamad'astronomie (ils ont déjà choisi la musique!) et faire payer l'entrée aux familles pour subventionner leur voyage de fin d'année.

Les idées ne manquent pas, et l'heure du mercredi devient élastique, c'est le meilleur moment de la semaine pour nous tous.

Liliane Sarrazin

" ASTRONOMIE EN PROVINCE "

Mercredi 26 novembre 1980, Jacques Dupré est venu semer quelques graines d'astronomie à Auxerre.

Sollicité par le club d'Astronomie de St George et par l'Université pour tous de Bourgogne, section auxerroise, Jacques n'a pas hésité à venir en province, initié jeunes et moins jeunes à l'astronomie (toutes les tranches d'âge étaient représentées dans la salle de conférences).

Il débuta par un aperçu historique qu'il sut rendre intéressant au moyen de diapositives et de quelques pointes d'humour. Puis il nous embarqua pour un grand voyage dans l'espace. Nous dûmes parcourir des distances peu communes. Nous côtoyâmes des objets super-massifs et nous apprîmes que pour avoir longue vie dans l'univers il valait mieux être maigre. Revenus sur terre, étonnés qu'il y ait tant de choses sur nos têtes, nous étions las sans avoir bougé de nos chaises. Notre guide dû attendre quelques minutes afin que nous puissions reprendre nos esprits; ensuite il fut assailli de questions: trous noirs, anti-matière, collisions de galaxies... C'est avec le sourire et beaucoup de patience qu'il y répondit.

De tout coeur nous lui disons un grand merci.

H.R.

COURRIER DES LECTEURS

Eclipse d'un film

===== Des Collègues qui enseignent la physique au lycée d'Orsay étaient venues à l'exposition d'astrophysique, à l'Université et elles y avaient vu le film "Juin 75, éclipse totale".

Ce film les ayant beaucoup intéressées, elles sont souhaité le projeter à leurs élèves. Il est disponible à la Cinémathèque de l'Enseignement Public à laquelle leur lycée est abonné. Elles ont donc demandé ce film vers la fin du second trimestre de l'année 79/80. Réponse : impossible d'ici la fin de l'année scolaire tant la demande est considérable. Aussi, à la rentrée 80, instruites par l'expérience, nos Collègues demandent le film pour la fin du second trimestre ou le troisième. Réponse : ce n'est pas raisonnable, comment peut-on planifier son enseignement dès la rentrée pour le troisième trimestre. On leur conseille donc de refaire la demande dans un délai plus raisonnable...

Cette histoire vraie entraîne quelques remarques et autant de questions. Les établissements scolaires doivent payer un abonnement à la Cinémathèque. Plusieurs d'entre eux ne renouvellent pas cet abonnement. Pourquoi ?

Première réponse : les crédits alloués aux établissements sont globaux, réunissant crédits pédagogiques et vie "végétative" ; le chef d'établissement doit donc choisir : ou chauffer normalement l'établissement ou acheter du matériel pédagogique.

Seconde réponse au pourquoi ci-dessus : à vous de deviner ce que pensent nos Collègues du lycée d'Orsay.

Sur les pas de Galilée

===== Notre Collègue Jeanine Chappelet, de Nice, qui est une ancienne des écoles d'été et une animatrice des C&M&E, et à tous ces titres fidèle des Cahiers Clairaut, nous adresse un projet d'activités culturelles établi par une équipe de son Collège J.Valéri :

"Sur les pas de Galilée..." A partir de l'étude de Galilée, plusieurs professeurs intègrent dans le cadre des objectifs

de l'enseignement aux différents niveaux un contenu pédagogique sur l'approche de l'homme, sur sa vie, sur ses travaux scientifiques, sur la période à laquelle il vécut. Cet enseignement trouve son prolongement immédiat dans le cadre des activités socio-éducatives. Ainsi, divers clubs (astronomie, théâtre, musique, poterie, danse, couture, etc) enrichissent ce contenu par la mise en place de diverses formes de créativité scientifique ou artistique. Toutes ces activités, qu'elles soient de nature pédagogique (informations, analyse, synthèses préparées pendant les cours et en accord avec les programmes) ou de nature éducative (manifestations des divers clubs) s'exercent dans le cadre de l'interdisciplinarité."

Exemples :

- En mathématiques (Cinquième), l'appréhension du nombre à l'époque de Galilée.
- En physique (quatrième), phases de la Lune, mesure des hauteurs des cratères sur la Lune, phases de Vénus. Troisième : mouvement des satellites de Jupiter, mouvement d'une bille sur un plan incliné.
- Éducation manuelle et technique : reconstruction d'une lunette de Galilée.
- Arts plastiques, français, histoire et géographie, éducation musicale : ouvrages du temps de Galilée en Italie.
- Activités des clubs particulièrement en astronomie.

Autrement dit, Galilée comme centre d'intérêt pour une activité véritablement pluridisciplinaire.

Pour l'initiation à l'astronomie

=====
Patrick Jouet, 27 rue Paillon, 42000 St Etienne, a mis au point une conférence audio visuelle de deux à trois heures destinée à toutes les catégories de public dans le but de susciter ou de développer l'intérêt pour les choses de l'espace. Depuis trois ans, il a ainsi touché 7 500 élèves dans 80 établissements scolaires par l'intermédiaire du "Comité des Activités Nouvelles". Il a également organisé des séances par l'intermédiaire du CDDP de Lille. Il utilise des maquettes lumineuses animées et des diapositives.

RAID SUR ENTEBBE

L'histoire de Müllerchen, la petite fauvette babillarde.

Avant-propos: Le travail qui suit a été réalisé et son compte-rendu rédigé par des élèves de la classe de 1er^{er}PS du lycée La Martinière-Tanneaux de Lyon et leur prof. de physique. Nous sommes bien sûr prêts à fournir au lecteur tout renseignement complémentaire.

Azzedine CHARED, Bruno DIASGLIO, Philippe DONSBACK, François VINCENT, et leur professeur Gérard PINSON.

Demandez à quelqu'un, au hasard:

- "Comment les oiseaux migrateurs peuvent savoir que l'heure de leur départ a sonné? "

On vous répondra, en général:

- "... à l'approche de l'hiver".

Demandez:

- "Comment choisissent-ils leur direction? "

On vous dira:

- "... ils se dirigent vers les pays chauds ".

Quoi de plus simple, n'est-ce pas?

Et pourtant c'est en étudiant de plus près les phénomènes migratoires que l'on est amené à se poser des questions et que l'on découvre de véritables mystères. En effet des expériences ont été faites sur diverses espèces d'oiseaux. Gustav Kramer découvrit notamment que les migrateurs, au moment venu, se dirigent sans hésiter dans une direction bien précise et s'envolent directement.

Il en est ainsi des fauvettes qu'Eléonore et Franz Sauer étudièrent à Brême, sous le ciel artificiel d'un planétarium, à l'abri de toute influence extérieure. Ils ont découvert que ce passereau, qui ne vole que la nuit, se dirige uniquement (pas d'indicateur géographique, magnétique ou autre) à l'aide des étoiles (les plus brillantes lui suffisent), mais s'arrête dès que le ciel est nuageux; qu'il s'envole vers le Sud-Est lorsqu'il aperçoit le ciel tel qu'on le voit en Allemagne septentrionale en septembre, époque de la migration; qu'il connaît enfin la position exacte des astres à tel jour et à telle heure de l'année, en un lieu donné, et est capable ainsi de naviguer aux étoiles.

Les Sauer ont démontré que ces connaissances sont innées, sur une fauvette babillarde qu'ils avaient baptisée "Müllerchen". Isolée de ses congénères dès sa naissance en milieu totalement artificiel, Müllerchen n'avait jamais vu le jour et la nuit naturels.

Lorsque par une nuit de septembre, elle fut animée du visible désir de partir, le Dr Sauer la transporta dans le planétarium de Brême et alluma brusquement toutes les étoiles. Elle fut d'abord saisie d'effroi. Puis elle se mit à sautiller vers le ... Sud-Est !

Les deux savants lui firent croire alors qu'elle suivait la route migratoire normale en faisant défiler, comme s'il s'agissait d'un vrai ciel, la voûte étoilée de Prague, de Budapest, de Sofia, de la Turquie Orientale.

Jusque là Müllerchen maintenait son cap, mais lorsqu'elle aperçut le ciel étoilé visible de Chypre elle changea brusquement de direction et prit plein Sud. Enfin, reconnaissant le ciel tel qu'on le voit au Sud de la grande chute du Nil, elle se crut arrivée et s'endormit.

Fait encore plus surprenant: qu'on fasse défiler quelques semaines de ciels nocturnes en un mois ou en un jour, elle ne faisait pas la différence, croyant effectuer son trajet normalement!

Ces expériences montrent ainsi l'existence d'un certain nombre de dons, assez étonnants, dont semblent hériter ces oiseaux dans l'oeuf:

- Müllerchen reconnaît le ciel de départ et sait choisir son cap d'envol.
- puis elle sait le maintenir, ou le modifier selon les nécessités de sa trajectoire, du début à la fin du voyage. Par exemple, elle reconnaît le ciel de Chypre (sans autre indice, géographique ou autre) pour changer de cap (Sud-Est puis Sud).
- elle reconnaît le ciel à son arrivée
- enfin, de quelle façon tient-elle compte de l'écoulement du temps ? Possède-t-elle, de façon innée, la succession des configurations d'étoiles qu'elle est amenée à rencontrer en un mois de migration automnale ?

Cette histoire extraordinaire est bien mystérieuse. Nous n'avons pas cherché à l'élucider. Mais simplement, en refaisant les calculs de navigation stellaire à la manière des humains, avons-nous tenté de nous représenter cet exploit en recréant le ciel nocturne vu par l'oiseau au cours de sa migration.

Le plan de travail adopté fut le suivant:

- 1°) Constituer un plan de vol:
 - durée de la migration: 40 jours (du 15 septembre au 25 octobre)
 - 8 étapes de 5 jours dont 2 nuits de vol, plus une étape intermédiaire qui est Chypre, entre la Turquie et l'Egypte.
 - on repère les coordonnées géographiques des lieux survolés et la date de passage supposée.
- 2°) Réaliser les 10 configurations stellaires.
 - choix de 22 étoiles, les plus brillantes (7 resteront invisibles).
 - relevé des coordonnées des étoiles sur les tables éphémérides de 1979; à chaque étape calculs en prenant arbitrairement Oh TU (temps universel).
- 3°) Réalisation d'un montage sur diapositive des 10 configurations stellaires, pour mieux visualiser la trajectoire des étoiles.
- 4°) En projet : calculs avec un plus grand nombre d'étoiles. Visualisation sur écran de micro-ordinateur.

bibliographie : Vitus B. Bröscher : "Le merveilleux dans le règne animal",
coll. d'art Ly n° 249
Annuaire du Bureau des Longitudes, éphémérides 1979, ed.
Gauthier-Villars, 1978.

CALCUL DES CARTES

1- Sphère céleste. Coordonnées équatoriales. (figure 2)

L'ensemble des corps célestes est considéré, pour les calculs de position dans le ciel, comme un ensemble de points disséminés sur la surface interne d'une sphère de diamètre infini dont la Terre serait le centre. La position des corps célestes y est pratiquement constante à leur mouvement propre près (qq 1/10 sec d'angle par an).

Pour repérer leur position, on utilise un système de coordonnées équivalent au système terrestre.

a) L'équateur et les parallèles célestes sont l'exacte projection de leur équivalent terrestre. Leur position sur la sphère céleste n'est pas constante n'est pas constante : l'axe de rotation de la Terre ne garde pas une direction fixe, et à la manière d'une toupie, il décrit un cône de révolution en 25800 ans dont le demi angle au sommet est égal à $23^{\circ}27'$. Ce phénomène appelé précession sera négligé ici.

La distance angulaire d'une étoile à l'équateur céleste est appelée DECLINAISON comptée en degrés, positivement vers le Nord.

b) L'écliptique est le plan formé par la trajectoire de la Terre autour du Soleil, faisant un angle de $23^{\circ}27'$ avec l'équateur céleste. On définit le point vernal, noté γ , point d'intersection entre l'équateur céleste et le cercle écliptique, dans la constellation du Poisson. La distance angulaire entre la projection orthogonale sur l'équateur céleste d'une étoile et ce point est appelée ASCENSION DROITE, comptée en heures positivement dans le sens de rotation des planètes.

2- Voûte céleste. Coordonnées horizontales. (figure 3)

La voûte céleste est la partie de l'espace visible d'un emplacement donné de la Terre, à un instant T.

On y repère les objets célestes par 2 coordonnées:

L'AZIMUT : distance angulaire entre la projection orthogonale de la position de l'étoile sur l'horizon, et le Sud, comptée en degrés, positivement vers l'Ouest.

La HAUTEUR: distance angulaire entre l'horizon et la position de l'étoile, comptée en degrés, positivement vers le zénith. (pour des raisons pratiques, on utilise en fait son complément à 90° , appelé DISTANCE ZÉNITHALE).

3- Temps sidéral.

Lors d'une révolution complète autour du Soleil, la Terre fait 365,2422 tours par rapport au Soleil, mais elle en aura fait un de plus par rapport aux étoiles, soit 366,2422.

La journée sidérale est le temps mis par une étoile pour revenir au même méridien. Comme l'année sidérale compte un jour de plus, la journée sidérale sera donc plus courte de $24/366,2422$ heures soit 3mn 56s.

L'heure solaire et l'heure sidérale coïncident à l'équinoxe d'automne.

4- Organigramme des calculs. (figure 4)

Des formules permettent de passer des coordonnées équatoriales aux coordonnées horizontales en se donnant la latitude du lieu et un temps sidéral local correspondant à une heure donnée TU.

On peut ainsi dresser une carte du ciel d'un lieu à un instant donné.

Soit :

Alors :

φ : latitude du lieu

$$DZ = \arccos(\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos AH)$$

TSL: temps sidéral local

et :

α : ascension droite

AH : angle horaire = TSL -

δ : déclinaison

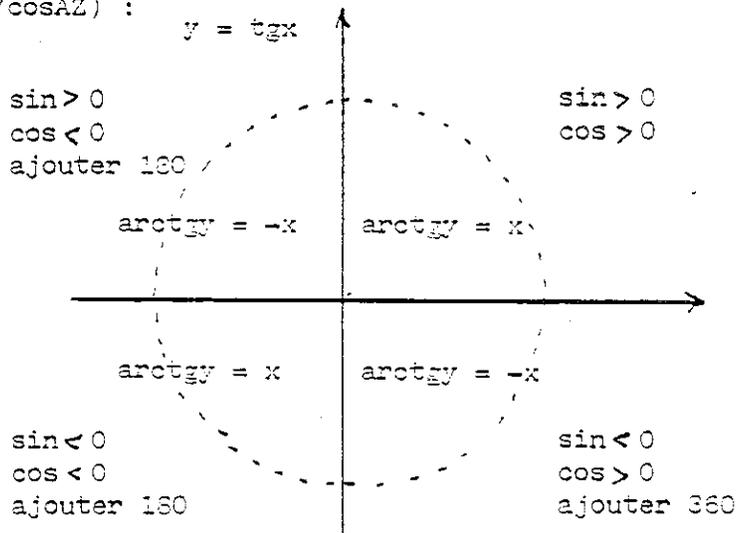
$$AZ = \arctg(\sin AH / (\sin\varphi \cos AH - \cos\varphi \operatorname{tg}\delta))$$

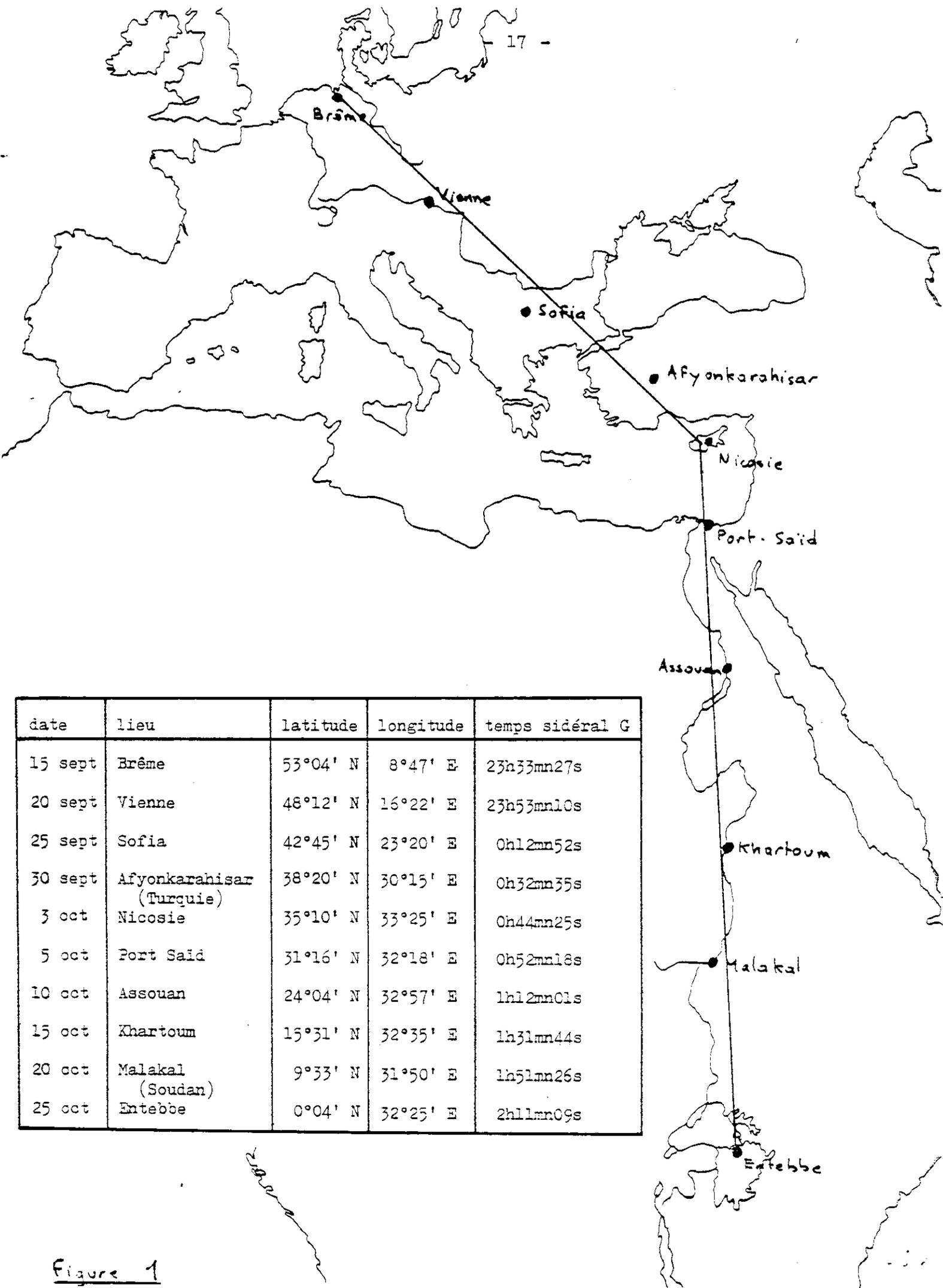
DZ : distance zénithale

AZ : azimut

Remarque : AZ étant compté de 0 à 360° , il est nécessaire de faire une correction en fonction du numérateur et du dénominateur se trouvant dans la fonction arctg.

On pose donc : $AZ = \arctg(\sin AZ / \cos AZ)$:





date	lieu	latitude	longitude	temps sidéral G
15 sept	Brême	53°04' N	8°47' E	23h33mn27s
20 sept	Vienne	48°12' N	16°22' E	23h53mn10s
25 sept	Sofia	42°45' N	23°20' E	0h12mn52s
30 sept	Afyonkarahisar (Turquie)	38°20' N	30°15' E	0h32mn35s
3 oct	Nicosie	35°10' N	33°25' E	0h44mn25s
5 oct	Port Saïd	31°16' N	32°18' E	0h52mn18s
10 oct	Assouan	24°04' N	32°57' E	1h12mn01s
15 oct	Khartoum	15°31' N	32°35' E	1h31mn44s
20 oct	Malakal (Soudan)	9°33' N	31°50' E	1h51mn26s
25 oct	Entebbe	0°04' N	32°25' E	2h11mn09s

Figure 1

SPHERE CELESTE
COORD. EQUATORIALES

γ : point vernal

δ : déclinaison

α : ascension droite

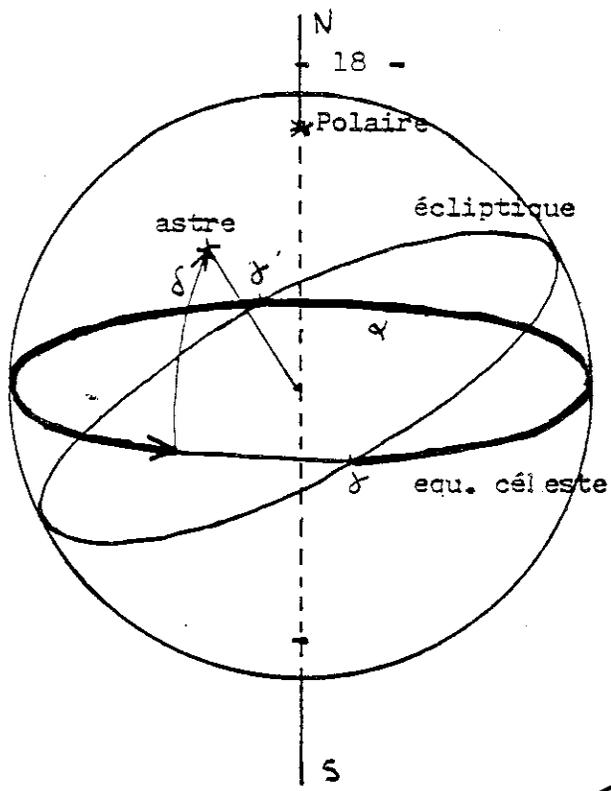


figure 2

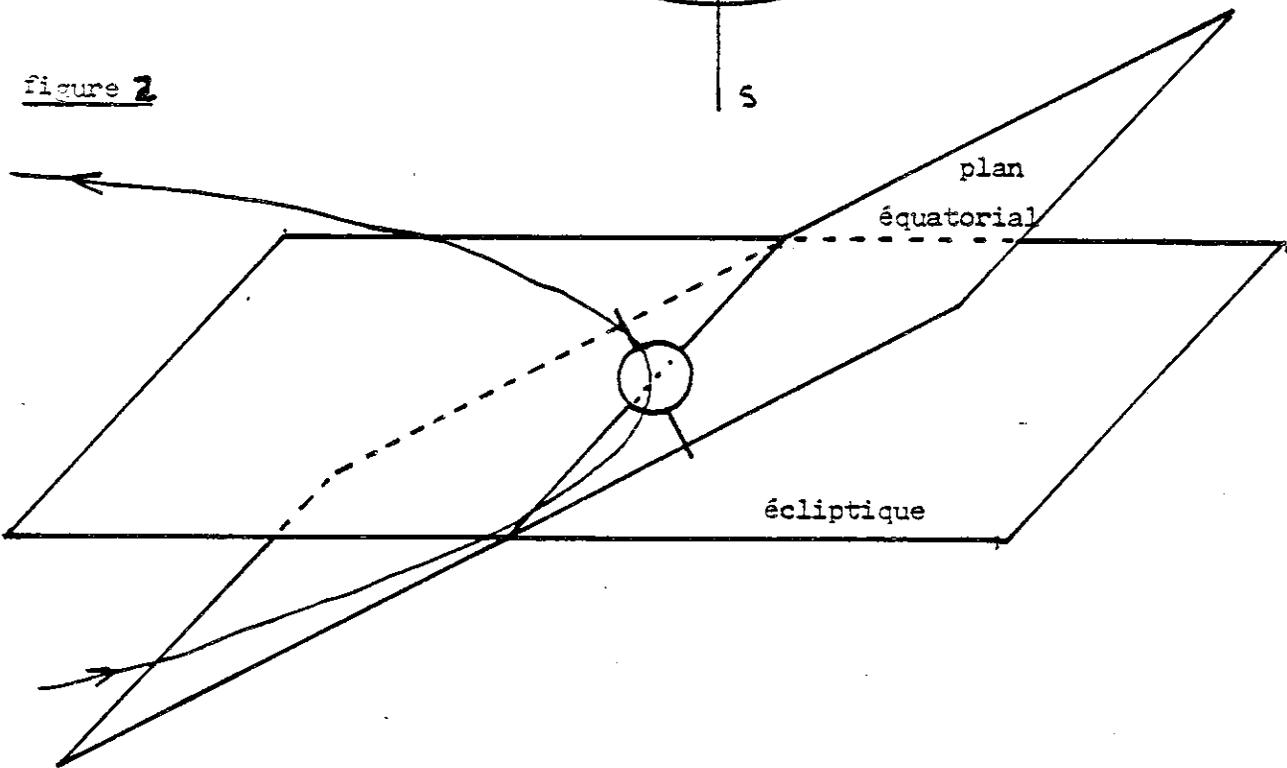
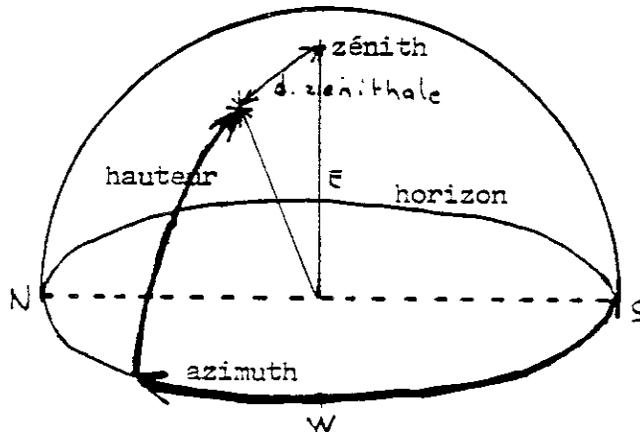
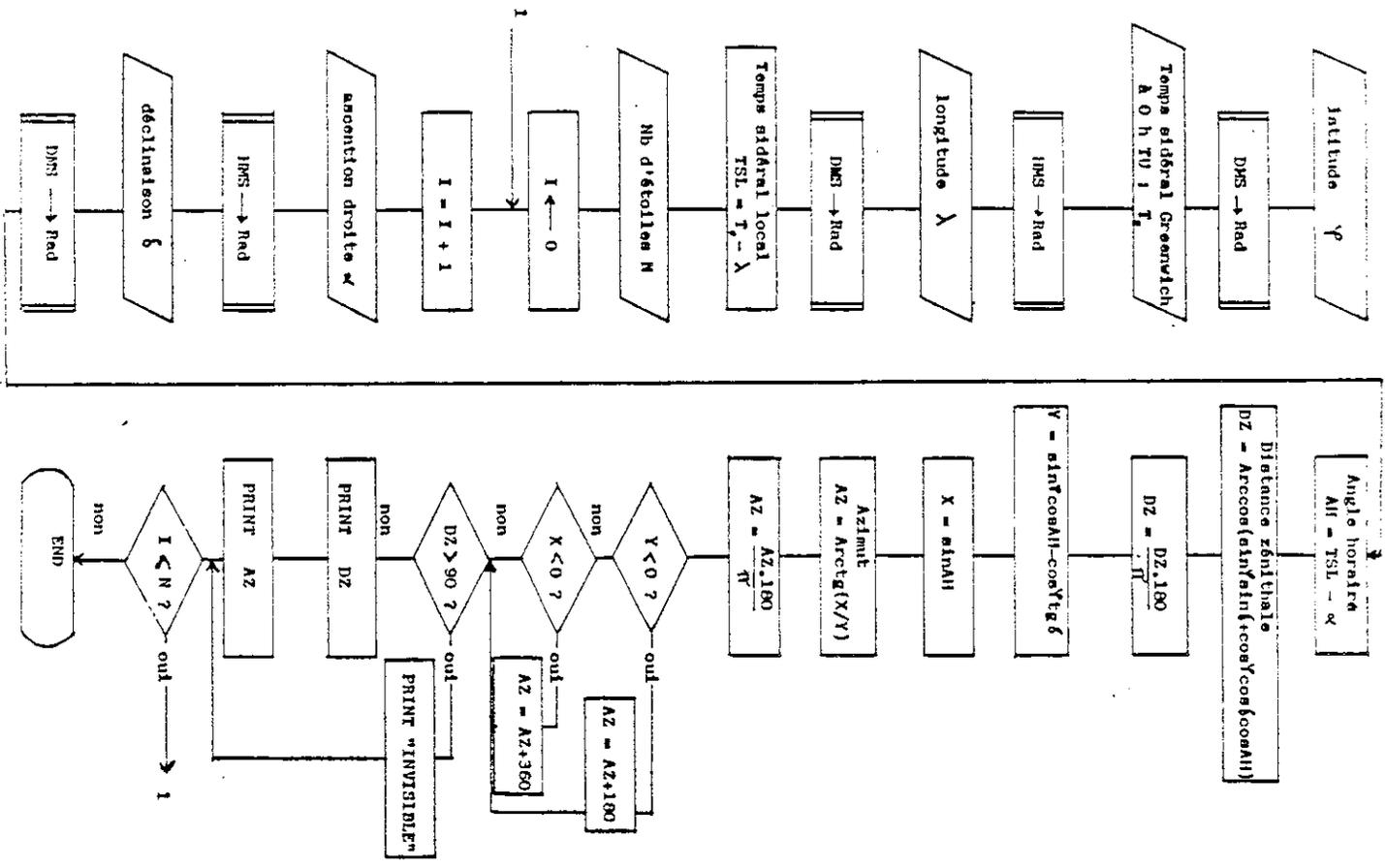


figure 3

COORD. HORIZONTALES



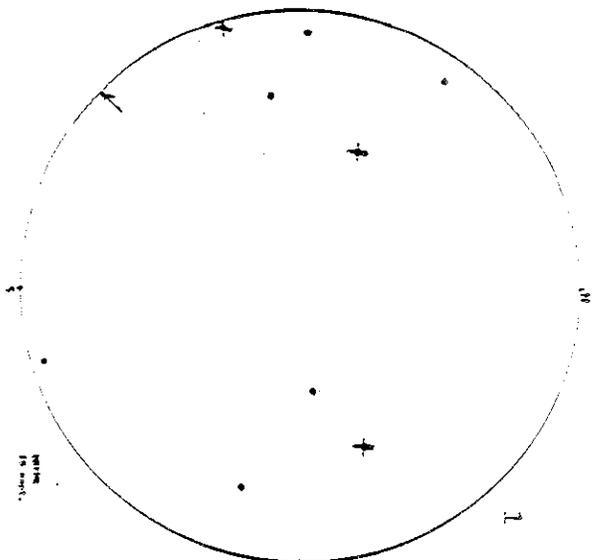


```

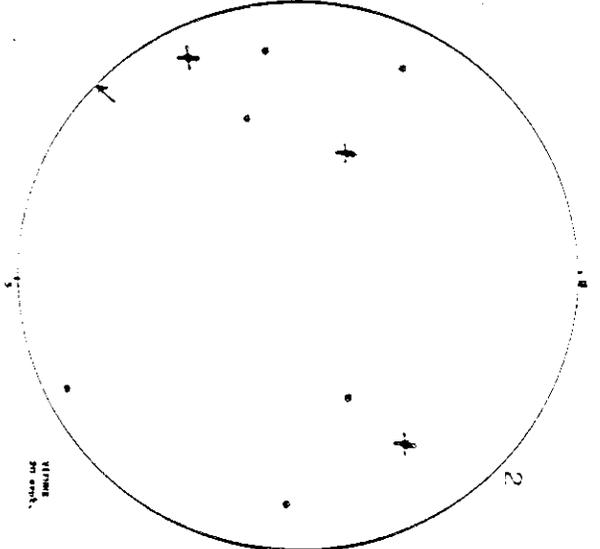
10 PRINT "Y" : PRINT TAB(50); "COORDONNEES MAPLE 2000 14 83"
20 LET FEED PRINT
30 INPUT "HORIZON D'ETOILES" : H
40 DIM STR$(4,2) : DIM HNE$(4)
50 PRINT : PRINT "HORIZON DROITE, DECLINATION ?"
60 FOR I=1 TO H
70 PRINT : PRINT "ETOILE"; I; INPUT HNE$(I); STR$(1,0); STR$(1,1)
80 A=STR$(1,0) : J=1 : GOSUB 1000 : STR$(1,0)=H
90 A=STR$(1,1) : GOSUB 1000 : STR$(1,1)=H
100 NEXT I
110 PRINT "Y" : PRINT : PRINT : INPUT "LATITUDE DU LIEU" : LAT
120 A=INT(GOSUB 1000) : LAT=R
130 PRINT : INPUT "TEMP SIDERAL LOCAL" : TSL
140 A=TEL : J=1 : GOSUB 1000 : TEL=R
150 FOR I=1 TO H
160 STR$(1,0)=TEL-STR$(1,0)
170 IZ=SIGN(LAT)*SIGN(STR$(1,1))+COS(LAT)*COS(STR$(1,1))*COS(STR$(1,0))
175 IF IZ=0 THEN IZ=90 : GOTO 190
180 IZ=ATN(COS(1-IZ TEL)/DZ)*180/π
190 X=SIGN(STR$(1,0))
200 Y=SIGN(LAT)*COS(STR$(1,0))-COS(LAT)*TAN(STR$(1,1))
210 AZ=ATN(X/Y)*180/π
220 IF Y<0 THEN AZ=AZ+180 : GOTO 240
230 IF X<0 THEN AZ=AZ+360
240 PRINT : PRINT "ETOILE"; I; "AZIMUT"; AZ
250 IF DZ>90 THEN PRINT "INVISIBLE" : GOTO 270
260 PRINT "AZIMUT"; I; INT(AZ*10+.5)/10
270 PRINT "DISTANCE ZENITHALE"; INT(DZ*10+.5)/10
280 NEXT I
290 PRINT : PRINT "UNE AUTRE CARTE?"
295 GET B$ : IF B$="Y" THEN GOTO 295
300 IF B$="N" THEN GOTO 110
310 END
1000 IM=INT((R-INT(R))*100)
1010 SS=INT((R-INT(R))*10000)-M*100
1020 R=INT(R)+(60*M+SS)/3600
1030 IF J=1 THEN R=R*π/12 : J=0 : RETURN
1040 R=R*π/180 : RETURN
FEED"
    
```

Figure 4 : organigramme de calcul et programme en BASIC. Les calculs ont aussi été effectués sur calculatrices Texas TI 59 et Hewlett-Packard HP 41. En préparation : calculs et sortie des cartes sur imprimantes (PPT et HP 85).

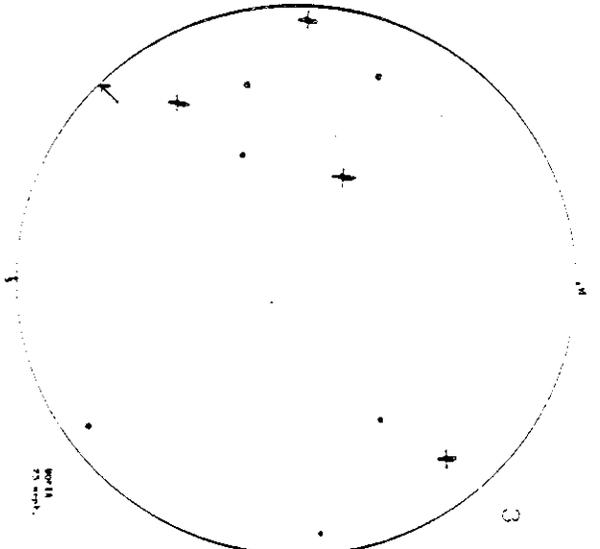
Rhône (15/09)



Vienne (20/09)



Sofia (25/09)



Turquie Oc. (30/09)

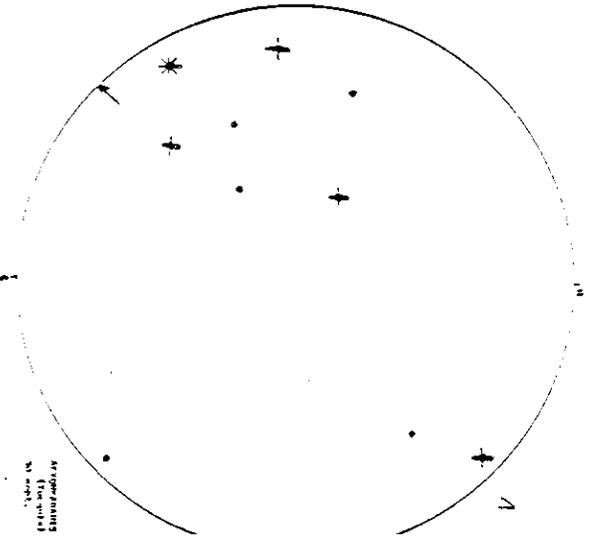
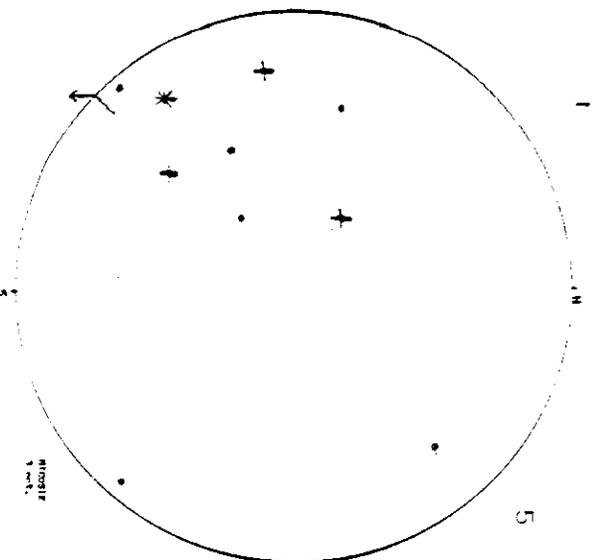
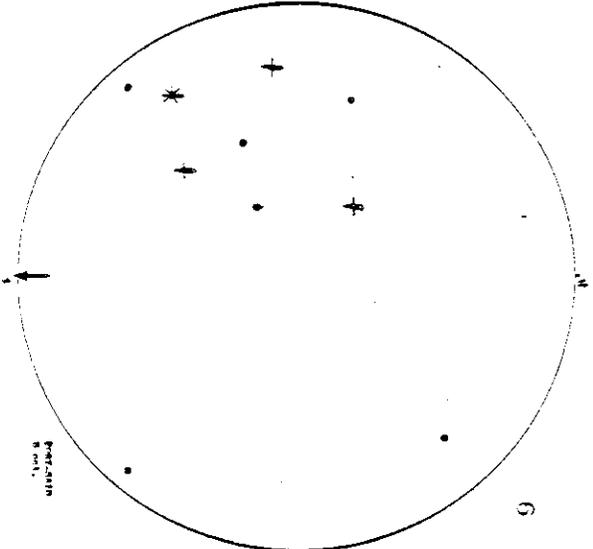


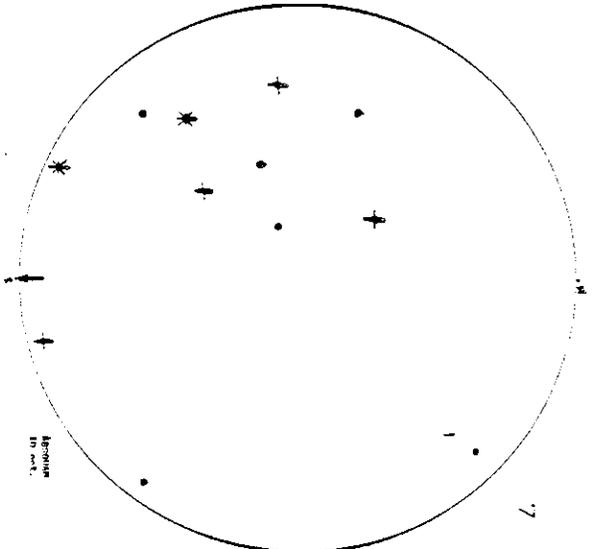
Figure 5 : Les dix cartes obtenues



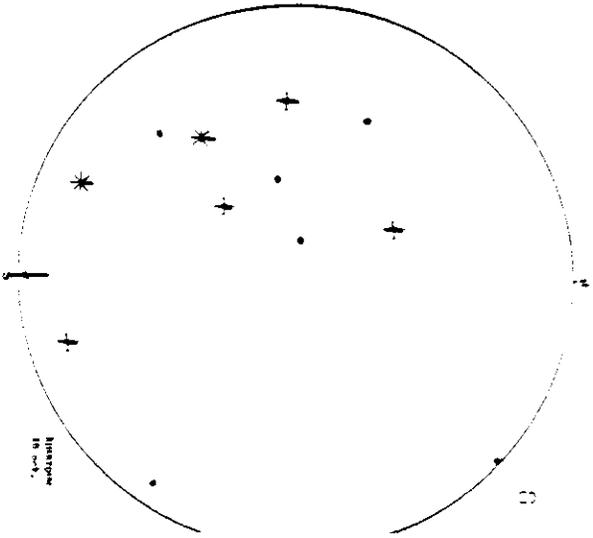
Glypore (03/10)



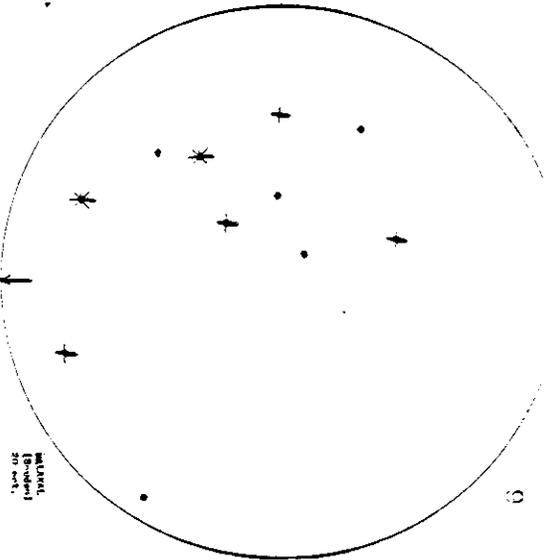
Port-Saïd (05/10)



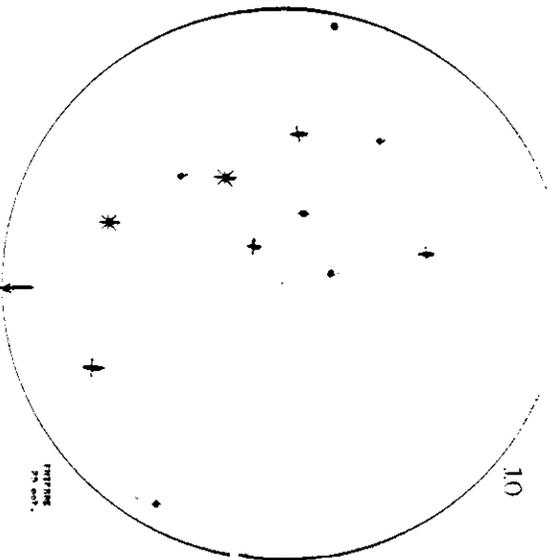
Assouan (10/10)



Khartoum (15/10)



Paljakal (20/10)
Figure 5 (suite)



Entebbe (25/10) B: Brème.
E: Entebbe.

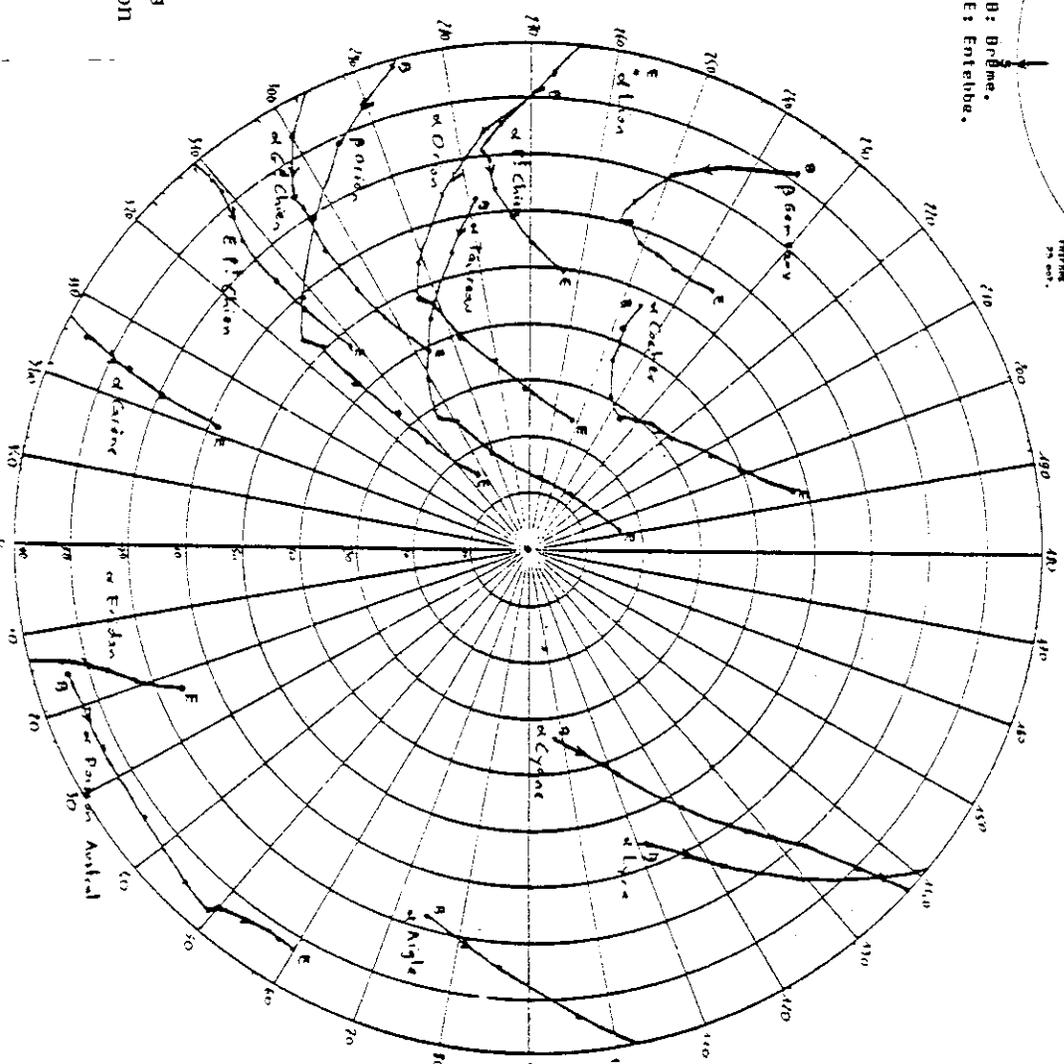
symboles représentant les
diverses magnitudes:

magnitude: m	symbole
$m \in [1,5; 0,5]$.
$m \in [0,5; -0,5]$	+
$m \in [-0,5; -1,5]$	*

Figure 6 :

Variation globale de la carte stellaire

Déplacement apparent des étoiles
dans le ciel pendant la migration
de Brème à Entebbe.



LISTE DES ÉTOILES

α Taureau (Aldebaran)	magn. 0,4
α Corber (Ishere)	0,1
α Orion (Betelgeuse)	0,6
α P. chien (Procyon)	0,4
β Gémeaux (Pollux)	1,1
α Lion (Regulus)	1,1
α Bouvier (Arcturus)	0
α Lyre (Véga)	0
α Aigle (Altair)	0,1
α Cygne (Deneb)	1,1
α Eridan (Achernar)	0,5
β Orion (Rigel)	0,2
α Corène (Canopus)	-0,6
α Sid. chien (Sirius)	-1,4
α P. chien (Antares)	1,5
α Croix (Mimosa)	1,2
α Vierge (I. Épi)	1
α Centaure (Rigel Kentarus)	0,1
α Scorpion (Antares)	0,9
α Poisson Austral (Fomalhaut)	1,1
α Croix (Ishere)	1,5

PEIRESC (suite et fin)

SON OEUVRE.

Quelle fut son oeuvre scientifique? Comme le dit Pierre Humbert "Peiresc, un amateur." Amateur, il le fut dans le sens qu'il n'approfondissait pas les sujets qu'il abordait. Peut-être à cause de son manque de connaissances mathématiques? Ou à cause de son caractère? Mais quel amateur fut-il! Il avait une admiration pour tout ce qui existe. Il aimait observer, noter, comparer, classer, et sa soif de connaissance ne sera jamais assouvie.

Il s'intéresse à tout ce qu'il rencontre: la neige, la foudre, il mesure la vitesse du mistral, il recueille des fossiles et des roches, et note la forme géométrique des cristaux. Les plantes le passionnent. A Belgentier il cultive, il acclimata, il greffe. Son jardin comporte d'innombrables fleurs (narcisses, anémones, tulipes) et arbres (60 espèces de pommiers). Il introduit en Provence le néflier du Japon, le jasmin jaune, la jacinthe, la patate douce d'Afrique. Belgentier a même connu des bananiers. Les Capucins avec qui il est en relation lui procurent aussi bien des textes hébreux que des plantes exotiques. Il importe des chats d'Angora, en fait l'élevage et les offre à des amis ou les échange contre des documents ou des informations. Il étudie l'alzaron, animal venu de Tunisie ressemblant au boeuf et au cerf. Peiresc observe les moeurs des caméléons, leur mort l'affecte. A la grande surprise des villageois il fera amener à Belgentier pour les étudier, peser, dessiner, un crocodile et un éléphant. Il reçoit de ses nombreux informateurs des détails sur les moeurs des animaux vivant en Afrique, à Java ou en Guinée.

Dans une lettre à Malherbe du 15 juillet 1608, il parle de pluie de sang tombée dans la région. Pluie importante.....

"mesmes qu'on asseure que les laboureurs qui cultivoyent la terre ce jour-là par toute la playne de Maillannes, feurent contraints de quitter la besongne du grand effroy qu'ils heurent de se voir ensanglantez d'une sorte de tache qui ne se peult effacer en aulcune façon....."

Peiresc observe: "...la tasche ne se ternit point comme fait le sang...."

"...et qui pis est, s'il y a une pierre qui avance en dehors en toute muraille, c'est au dessoubs de tel advancement que se treuve la goutte de sang, hors de l'usaige et toute contenance de la cheute de la pluye....."

..."quelques-ungs ont creu que ce soit de fiante de pappillons dont il en passa grand nombre ces jours passez...". Peiresc observa qu'un papillon enfermé par lui dans une boîte déposait une liqueur rouge. Il avait tous les arguments (ou presque) pour découvrir que le "sang" était le muconium laissé par les vanesses en sortant de chrysalide, mais il n'y parvint pas ce jour-là: "pour moy, je ne sçay qu'en croire.....".

Les yeux des animaux l'intéressent beaucoup, il en dissèque un grand nombre pour essayer de comprendre le mécanisme de la vision. Dans une lettre du 11 avril 1614 (ou 1624), il donne des détails sur l'expérimentation et les conclusions.

"Nous avons eu le dimanche matin un grand poisson de ceste espèce que nous appelons des Tons, dont la grosseur des yeux me feu venir l'envie d'en voir l'Anatomie pour y faire des expériences de la réfraction des Rayons conversion des espèces des images par delà l'humeur crystalin.....Monsieur le prier de la Valette fu de la partie avec Mr Gassend et vous responds que nous y passasmes quelques heures avec un bien grand plaisir, nonobstant que je feusse un peu () d'un rhume.....mais mon mal m'estoit insensible dans le contentement des observations que nous faisons autour de ces yeux, donc ces mess. demeurèrent grandement satisfaits et grandement désireux d'en faire d'autres expériences pour plus grande vérification d'une imagination que je leur avois cōmuniqué longtems y à Et qu'ils avoient eu peine de m'accorder que cōme l'humeur Crystalin fait renverser les images qui passent à travers (), aussi la concavité du fondz de l'oeuil () doit faire nécessairement une seconde conversion et redresser les images que le crystalin a renversées par une réflexion des mesmes espèces, selon les esfects que nous voyons tous les jours en toute sorte de miroirs concaves qui est chose dont le pauvre Kepler et le P. Scheiner et le S^r () qui est venu aprez tous eulx, ne s'estoient point encore (), n'ayant peu comprendre par quel moyen nous voyons droites les figures qui passent devant nos yeux..."

Voilà donc Peiresc, Gassendi et Gaultier prier de La Valette (prés de Toulon), qui au vu d'un gros poisson décident sur le champ d'en étudier l'oeuil. Ils vont vérifier une "imagination" proposée par Peiresc. Bien qu'ils aient eu quelque difficulté à la fin de leurs expérimentations parce que "ceste eau noire nous eschappoit en ouvrant l'oeuil", ils réussissent à constater que le cristallin renverse les images. De par sa forme, le fond de l'oeuil doit aussi les renverser comme un miroir concave. D'ailleurs n'est-il pas recouvert "d'une matière ou substance qui a un lustre quasi cōme celluy du métal () et que cette mesme tunique nage dans une eau noire qui fait cōme une boue fort capable, non seulement de noircir, mais de rendre l'effect du miroir.." Les images sont donc renversées deux fois et "projetées" à l'intérieur de l'oeuil. Il suffit donc de les capter.

"...là où finit le nerf optique, il se continue une espèce de nerf diaphane qui se va insinuer à travers l'oeuil contre l'humeur crystalin (ou

c'est qu'aboutit le point de redressement des rayons et par conséquent des espèces.) d'où il se tirera de belles conséquences quelque jour." De nos jours, cela paraît enfantin, mais la démarche est logique. Puisque nous voyons les objets à l'endroit, cherchons ce qui dans l'oeil renverse deux fois les images. Remarquons que "l'explication" de la vision n'est pas recherchée par un discours philosophique, mais par des expériences. Nous sommes au siècle de Galilée, le siècle de l'expérimentation.

Dans les notes manuscrites de Peiresc on retrouve la description d'une lunette qui est l'ancêtre de notre microscope. S'il en avait fait un dessin, c'eût été d'après un chercheur de l'université de Tübingen, le plus vieux schéma connu d'un microscope.

"Le dimanche 22 may 1622 J'ay veu une LUNETTE qui grossit un () cōme une grosse mouche, de l'invention de CORNELIUS DREUBELSIUS ou DREBELIUS ou DREUBELS d'Alcmar en Hollande grandement versé aux mécaniques, qui se vante d'avoir fait le mouvement perpétuel sous l'emp^r Rodolphe, et de l'Alchimie....et qui depuis s'est retiré en Angleterre ou il est entretenu par le Roy de la Grande Bretagne.....Sa lunette est de la longueur d'un () ou environ cōme un (canon d'escrittoir), elle est de cuivre doré, et s'assemble de trois pièces et s'allonge plus ou moins selon quelque esloignement des objets bien petits. Elle à du costé de l'oeuil, cōme un petit entonnoir peint de noir dans lequel y a un trou de la largeur d'une petite ongle, à deux doigts du quel trou, est enchassé un verre convexe des deux costez et portion d'un assez petit globe.

À l'autre bout est serty, ou () un moindre tuyeau qui n'a pas plus de diamètre que le tiers de l'autre, ni de longueur plus d'un demy doigt. À l'extrémité duquel est enchassé un autre verre, plat du costé qui regarde le convexe, et rond du costé qui regarde l'object, recouvert de cuivre en sorte qu'il n'en paroît qu'un trou, si petit qu'une grosse espingle le pourroit amplifier. Il dit qu'il n'est pas vray convexe régulier, ni concave, et que ce n'est pas de simple verre cōmun, ainsi que pour le rendre plus clair, quand il est fondu, et preste à se congeler il y verse dessus certaine autre matière qui le clarifie.....

Cest instrument s'enchassoit dans un petit cercle de cuivre doré porté par trois petits pieds arreztez sur un petit plot cōme si c'estoit la mollette d'une (escrittoire), et entre le plot et la lunette il avoit une petite placque ronde noire, et mobile sur laquelle il mettoit les objects. Et les mouvoit çà et là pour les rapporter au vray point ou tomboit le rayon de la veüe. Il choisissoit une assiette ou le soleil illuminast l'object, sans importuner le regardant.

Au surplus l'object s'y voyoit à la renverse, en sorte que si les animaux cheminoient à droite à les voir de plein oeil; il sembloit à travers celà, cheminer à gauche....."

Cette lunette est présentée à Peiresc au faubourg Saint Germain par Abraham Kuffler frère du gendre de Drebbels. Peiresc prend sûrement des notes car il décrit avec minutie l'appareil, et donne en détail les observations qu'il a faites de mites du fromage, de (grilletts), de pulce et d'araignées. Il est surpris et enthousiasmé par tout ce qu'il découvre. Il y avait de quoi, imaginons ce regard nouveau sur le monde.

Mais ce sont ses observations astronomiques qui ont fait sa réputation (et lui font l'honneur des Cahiers Clairaut).

Au début du XVII siècle les observatoires étaient inexistantes en Europe. Celui de Tycho Brahé avait été détruit, la Tour de Copenhague date de 1656, l'observatoire de Greenwich de 1666 et en 1667 on posa la première pierre de l'observatoire de Paris. Mais avec la découverte de la lunette, nombreux sont ceux qui veulent "voir" et installent leur observatoire. Pierre Humbert en a dénombrés 23 à Paris de 1610 à 1667. Peiresc fait construire à l'étage supérieur de sa maison, une galerie, la plus haute de toute la ville d'Aix (près de 100 marches de haut). Il y installera des instruments d'optique, une mapemonde et des lunettes.

Avant la découverte de la lunette on faisait surtout de l'astronomie de position. Les mesures de hauteur d'astres se faisaient à l'aide de quadrants de cuivre ou de bois, une alidade mobile sur une graduation permettait la mesure. Les angles entre les astres se mesuraient à l'aide de bâtons de Jacob (à balestrilles). C'étaient des appareils incommodes, imprécis et capricieux; et pourtant, en les utilisant, certains obtinrent de bons résultats.

Autre problème, l'heure. Les horloges n'étaient pas assez régulières. Certains astronomes utilisaient des clepsydes, d'autres préféraient déterminer l'heure à partir de la hauteur des astres, ou encore, utilisaient cette dernière méthode pour vérifier la bonne marche d'une horloge pendant leurs observations. Pour la navigation, s'il était difficile de faire le point à partir du pont d'un navire, il était encore plus difficile "d'emporter l'heure". Il faut remarquer que c'est au cours du XVII siècle qu'auront lieu les découvertes de l'horloge à balancier (juin 1657 Huygens), du ressort spiral, du sextant et du micromètre (déc. 1666 Auzout ou W. Gascoigne 1619-1644 ?) qui suivait la "virgule" utilisée par Huygens dès 1659.

Les premières observations de Peiresc datent de 1604. En effet à cette époque il observe la conjonction de Mars, Jupiter et Saturne, phénomène qui ne se produit que rarement. Au cours de ses observations il fait une découverte. Voilà un passage modernisé de la lettre qu'il écrit à Paolo Gualdo (20-02-1605).

"...du petit bourg Belgentier, en octobre, je m'aperçus de la nouvelle étoile près de Jupiter. Mais sans carte ni instrument mathématique je crus que c'était une planète. Je n'avais pas remarqué qu'elle scintillait ce qui me fit juger que c'était une étoile fixe bien que sa grandeur me parût extraordinaire en ce lieu."

Il est bien dommage que Peiresc ne mentionne pas la date exacte de son observation. Il s'agit en effet, de la nova de 1604 qui apparut dans Ophiucus. Il a peut-être été le premier à la voir. Cette découverte revient à BRUNOWICKIUS qui l'a observée le 10 octobre 1604 depuis Prague. Fabricius l'a observée régulièrement à partir du 13, et Kepler en laisse à partir du 17 une description jusqu'à sa disparition début 1606.

A l'époque on observait donc le déplacement des planètes parmi les fixes. Mais imaginons le bond en avant qu'a permis la découverte de la lunette, non seulement en repoussant les frontières du visible, mais surtout en permettant de "redécouvrir" les planètes. Depuis nous n'avons fait qu'améliorer l'instrument pour le visible ou découvrir d'autres modes d'observation: radioastronomie, IR, UV, ou sondes spatiales. Qui ne se souvient des magnifiques photos des satellites de Jupiter! Mais ne rêvons pas. Revenons au début du XVII^e siècle. Les satellites de Jupiter sont inconnus, et découvrons la lunette.

Dès 1538 Frascator avait remarqué le pouvoir grossissant d'une combinaison de deux lentilles. G.B della Porta (napolitain visité par Peiresc) en parle aussi. Mais ni Frascator, ni della Porta ne semblent avoir fabriqué de lunette. Le 2-10-1606 un fabricant de besicles de Middelburg, Jean Lippershey demandait un brevet pour l'invention d'un instrument "servant à faire voir au loin. Mais en 1608 le brevet fut refusé sur la demande de Jacques Mélius d'Alcmaër qui disait en avoir construit une depuis deux ans. Galilée lui-même affirma en avoir construit une en mai 1609 indépendamment des Hollandais. Il semble que déjà depuis quelques années il se vendait des lunettes dites "hollandaises. Les premières n'étant peut-être pas utilisables en astronomie à cause de leurs très mauvaises qualités. Toujours est-il que l'instrument était créé et que Galilée fut le premier à avoir l'idée de viser le ciel.

Galilée découvre les satellites de Jupiter le 7 janvier 1610; en fait il ne voit que 3 astres nouveaux près de Jupiter. Le 8 ils sont plus près de la planète. Ce n'est que les jours suivants - le 11 il n'en voit que 2 et le 14 quatre - qu'il pense à des astres tournant autour de Jupiter. Il publiera ses découvertes dans Sidereus nuncius fin 1610, mais il avait informé avant les savants du monde entier. Kepler accueille la nouvelle avec enthousiasme, d'autres comme Clavius pensent à une illusion d'optique. Simon Marius affirme les avoir vus en décembre 1609(?). Quand les observateurs d'Aix apprennent la nouvelle, ils se procurent une lunette et cherchent Jupiter. Les observateurs d'Aix: en effet

Peiresc fit ses observations bien souvent en compagnie d'amis; tel Joseph Gaultier (1564-1647), prêtre et docteur en théologie, vicaire général d'Aix qui était un astronome de grande réputation. Peiresc considérait Gaultier de La Valette comme le premier mathématicien du royaume. Autre observateur Gassendi (1592-1655) évêque de Digne, qui laissera une importante oeuvre. Il y avait aussi Agarrat (1615-?) qui fut quelques temps secrétaire de Gassendi avant d'enseigner les mathématiques; Ismael Boulliau (1605-1694) qui fit une carrière diplomatique tout en s'occupant d'astronomie; Fr. Bernier (1625-1688) docteur en médecine; JB Morin et Jean Picard (1620-1682) qui découvrit l'aplatissement du disque de Jupiter. Il se fera aussi aider par Corberan son relieur à qui Gassendi apprendra les secrets de l'observation. Il semble que ce soit Gaultier qui ait observé le premier les satellites de Jupiter depuis Aix, le mercredi 24 novembre 1610. Peiresc les voit le 25, et à partir de cette date, il notera leur position tous les jours où ils étaient visibles jusqu'en 1612.

Les observations de Peiresc s'affinent de jour en jour. Au début il ne notait qu'une observation par nuit, puis il multipliera les dessins, jusqu'à six par nuit, donnant la position des satellites par rapport à Jupiter et donnant des détails sur les conditions de l'observation.

Au cours des observations le nom des satellites change. Galilée les avait appelés planètes Médicéennes. Simon Marius (ou Mayer) (1570-1624) leur avait donné des noms Brandebourgeois. Ainsi les feuilles d'observation de Peiresc portent les noms de Ferdinandus et Franciscus. Ensuite pour faire honneur aux Médicis montées sur le trône de France, Peiresc note Maria et Catharina. Mais la postérité suivra Galilée qui avait finalement adopté une dénomination mythologique: Io, Europe, Ganymède et Callisto.

Le 6 février 1612 il assiste au cours de la nuit à l'occultation d'un satellite par un autre (Catharina et cosmus minor).

Tout au long du mois de janvier 1611 il note une conjonction de Jupiter, Mars et Mercure dans les Gémeaux.

Il observe même le 27 mai 1611 un croissant de Jupiter. Il en donne une explication en dessinant le Soleil qui n'éclaire Jupiter que d'un côté. Il faisait alors trop confiance à sa lunette.

Ses feuilles d'observation ont été surchargées par un lecteur car les jours de la semaine notés: die Lunae, die Martis, die Mercurii, die Iovis, die Veneris, die Sabbathi, die DNICA (dominica) sont parfois accolés d'un Lundy,, Dimanche.

À partir de ses observations et aidé par ses amis, il essaie de déterminer les temps de rotation des satellites. Ses valeurs seront plus précises que celles de Galilée. Ainsi il trouve pour Ganymède 170^{H} : en 1933 on trouvera 171^{H} . Pour Callisto, la valeur de Peiresc ne diffère que de 2 minutes de

celle trouvée par Cassini. C'est à partir de ces calculs que le flamand Godofroy Wendelin qui habita Forcalquier de 1598 à 1612, montra que les lois de Kepler étaient valables pour les satellites de Jupiter. Il semble que Peiresc n'ait pas fait imprimer de tables donnant la position des satellites.

Fort de ces observations, Peiresc décide de mesurer les longitudes en utilisant les mouvements rapides des satellites. Il équipe Jean Lombard d'une lunette et autres instruments d'optique, et l'envoie à Malte, Chypre et Tripoli (Syrie) pour observer les satellites. Lombard quitte Marseille le 30-12-1611 et écrit de Malte à "Monsieur du Peyresc" pour lui donner les résultats de certaines mesures: hauteur du soleil, hauteur du pôle et la déclinaison de l'aiguille aimantée. Malgré toute la bonne volonté déployée, l'opération sera un échec à cause de l'insuffisance des connaissances et des moyens utilisés alors. Malgré cela Peiresc restera toujours un partisan de l'observation qui fut si longtemps masquée par des considérations théoriques. Il préfère se fier à l'observation plutôt qu'aux mathématiques. C'est ce qu'il écrit encore en 1636 au Père Anastase:

"...ne pouvant dissimuler que ce m'a été une grande mortification de voir dans votre lettre la protestation que vous me faites de n'avoir jamais rien entrepris, de rien observé dans le ciel, mesmes directement, par aucuns instruments grands ou petits, et que vous aimez mieux croire les mathématiciens en ce qu'ils disent de la longitude, latitude, grandeur des estoilles, et autres notices nécessaires, que de vous amuser à rien examiner de la vérité de leurs suppositions ou de l'incompatibilité d'icelles avec ce que la nature vous exhibe journellement et régulièrement, quelque irrégularité qui y puisse paroistre de temps à autre....."

La mesure des longitudes le poursuit. Il profite de l'éclipse de lune du 28 août 1635 pour organiser un réseau d'observateurs; lui-même à Aix, Gassendi à Digne et des Capucins au Moyen Orient. Il leur donne de nombreux conseils pour observer avec une lunette. Il tient à obtenir ensuite les observations sincères de chacun d'eux. Le Père Michelange tarde à lui envoyer ses observations, aussi Peiresc lui écrit:

"Je vous supplie donques bien humblement de me vouloir faire part, s'il vous plaist, de tout le résultat de votre observation de cette eclipse du 28 acoust 1635, sans réserve quelconque, encores que vous y ayez eu quelque soubçon d'avoir pris équivoque, soit d'une estoille pour autre, ou d'un degré pour un autre de vos instruments. Car l'examen que nous en ferons aura bientôt esclairez le doute, et mis toutes choses hors de regret. Vous asseurant que personne n'en verra rien que ce qu'il fault, et que vous aurez un jour de la consolation d'avoir esté instrument de belles conséquences qui s'en tireront à l'advenir."

Grace aux mesures obtenues, Peiresc va pouvoir corriger la longueur de la Méditerranée, qui était admise depuis Ptolémée. Ainsi cette mer sera raccourcie de près de 1000 km. Cette correction est parfois attribuée à Gassendi, mais comme les deux hommes travaillaient en étroite collaboration, il est difficile de les dissocier.

Peiresc veut améliorer la méthode des mesures de longitudes. On utilisait alors les éclipses de Lune, et on ne disposait que de deux mesures de temps: l'une au moment de l'entrée de la Lune dans le cône d'ombre, l'autre au moment de sa sortie. L'observateur était parfois surpris par le début de l'éclipse. Peiresc eut l'idée de multiplier les mesures en repérant le passage de l'ombre sur différents points de la surface lunaire. Excellente idée, mais à l'époque il n'existait aucune carte de la Lune. Peiresc en entreprend la réalisation. Il va s'adresser à un peintre anversois, Fredeau, fixé en Provence puis à l'auvergnat Salvat; mais les résultats ne seront pas satisfaisants. Heureusement que le célèbre graveur Claude Mellan (1598-1688) passa par Aix de retour de Rome. Peiresc demanda son concours. Mellan, aidé par Gassendi et Peiresc mit l'oeil à la lunette et réalisa d'excellents croquis de septembre à décembre 1636. Peiresc et Gassendi commencèrent une nomenclature. Mellan s'occupa de la gravure en taille douce et, au début de 1637 furent exécutées trois planches (PL, PQ et DQ) de 21 cm de diamètre. La mort de Peiresc (soutien financier) ne permit pas la poursuite de l'oeuvre. Un exemplaire de chacune de ces planches est conservé à la Bibliothèque Nationale.

Les premières cartes publiées furent donc celles de Langrenus 1645, de Jean Helveck dit Hévelius (1647) qui découvrit en 1657 la libration en longitude, et de Riccioli et Grimaldi (1650) à qui nous devons la nomenclature actuelle. J-Dominique Cassini (1625-1722) organisateur de l'observatoire de Paris, en réalisa une de 54 cm de diamètre en 1679; elle resta inégalée jusqu'en 1800.

Peiresc et Gassendi vont s'intéresser aussi à la mesure des latitudes. Déjà en 1625 Gassendi avait mesuré la latitude de Grenoble $45^{\circ}12'20''$ ($45^{\circ}11'12''$) (sûrement que des erreurs devaient se compenser). Sur les conseils de Wendelin, Peiresc et Gassendi essayèrent de refaire à Marseille la mesure de Pythéas (navigateur et astronome marseillais 325 av J.C), sur la hauteur du soleil le jour du solstice. Ils utilisèrent l'église des Oratoriens, percèrent un toit et firent abattre un mur pour obtenir un gnomon de près de 18 mètres. Agarrat, Gassendi et Peiresc firent des mesures soignées du 19 au 22 juin 1636 mais trop d'erreurs avaient été commises pour obtenir un résultat correct.

Mercure a été aussi l'objet de leurs observations. Gassendi fut le premier à observer le passage de la planète devant le soleil le 7 nov. 1631.

Mais c'est Peiresc qui l'observa le premier en plein jour. Il en fit de même avec Vénus bien avant que Morin ne s'aperçoive en 1635 qu'Arcturus était visible après le lever du soleil.

Si la découverte des taches solaires revient à Fabricius (1611), elles furent observées en mars 1611 par le P. SCHEINER et en 1612 par Peiresc et Galilée, lequel dans une lettre à F. Cesi en mai 1612 prévoit toute l'importance de la découverte:

"je présume que ces nouveautés seront les funérailles ou plutôt la fin et le jugement dernier de la pseudo-philosophie; des signes en sont déjà apparus dans la lune et le soleil. Et je m'attends à entendre à ce sujet de grandes choses proclamées par les péripatéticiens, pour maintenir l'immutabilité des cieux; je ne sais comment celle-ci pourra être sauvée et conservée."

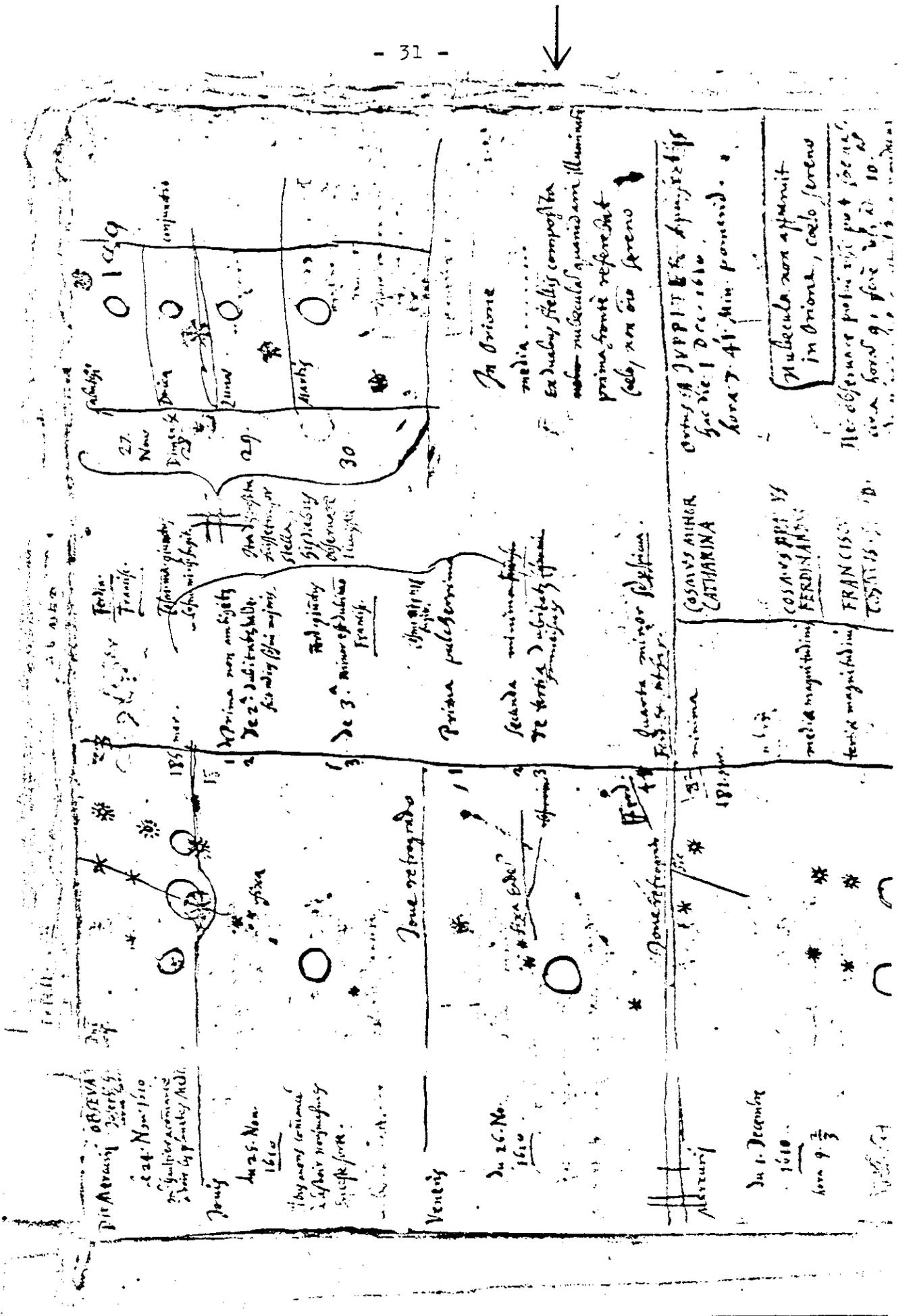
Peiresc observera souvent le Soleil. En 1632, il communique à Gassendi des observations détaillées faites sur les taches solaires. Notons aussi que c'est Hévelius qui découvrit les facules (en hommage à son protecteur Jean III Sobieski, il donna à une zone de la voie lactée le nom d'Ecu de Sobieski). C'est le jésuite Scheiner qui expliqua l'aplatissement du disque solaire au coucher du soleil. Parmi les notes de Peiresc on trouve une feuille datée du 3 sept. 1634, intitulée "comment voir le soleil elliptique sur les conseils de Pierre Gassendi.

La découverte des phases de Vénus revient à Galilée, mais dès le 12-02-1611 Peiresc note un croissant de Vénus: "Vénus corniculata". Sur ses feuilles d'observation on retrouve l'évolution du croissant de décembre 1610 à février 1611. Sa lunette lui joue encore des tours; il observe de part et d'autre de la planète deux satellites en croissant qu'il appelle Major et Minor. D'ailleurs, tout au long des observations ces "satellites" ne changent pratiquement pas de place par rapport à la planète. Il a même décelé la lumière cendrée de Vénus.

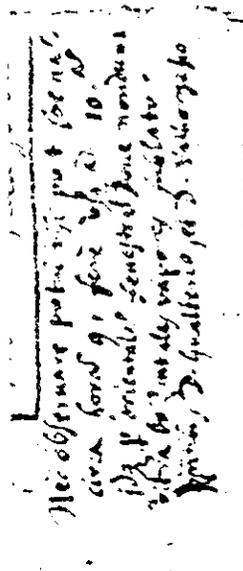
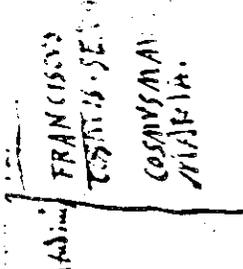
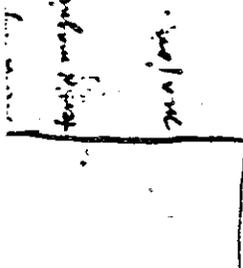
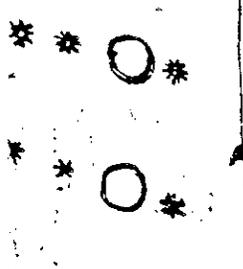
Son observation de Saturne du 3 nov. 1611 est d'ailleurs plus correcte que ce qu'il "verra" par la suite; sa représentation est la suivante:  Mais le 29 novembre il adopte la "planète triple" de Galilée.  Il reprendra avec Gassendi des travaux sur Saturne en 1633, 34 et 36, mais ils ne découvrirent pas la nature de l'anneau, tout en se rapprochant le plus de la réalité. Il faudra attendre Huygens qui, en 1656, décrira correctement l'anneau, aidé par la réapparition de celui-ci à partir de 1655.

Le 20 nov. 1610, il note avoir observé dans la Voie Lactée, des étoiles en nombre immense.

J'ai gardé sa plus belle découverte pour la fin (je l'ai réservée à ceux qui auront eu le courage d'aller jusqu'au bout). En tournant au hasard



Feuille extraite du volume 1803: observations d'astronomie, page 189.

<p>bon 9 1/2</p> <p>13 Dec.</p> 	<p>terre magnitudin</p> <p>major</p>	<p>FRANCISCA</p> <p>COSMUS SE</p> <p>COSMUS MA</p> <p>MAI</p>	<p>Nec observare poterit quia non est circa horam 9, fore ubi a 10 id est in meridie. Senectus et bene nominatus est a bono in die vespere sublatu. Nominatus, D. Guatierio, et S. Salvatoris</p>
<p>13 Dec.</p> <p>16 Dec.</p> 	<p>minor</p> <p>maxima</p> <p>non apparuit.</p> <p>media</p>	<p>cosm. minor</p> <p>ARSA</p> <p>Cosm. major</p> <p>3 1/2 1/2</p> <p>Franciscus</p>	<p>Martinus depressio a Jovis Senectus, inter majoris forte aspectu qui per effectus quos mundi, Jovis, et Jovis effectus supra obscure, et quod ad hunc in presentibus observare.</p>
<p>Veneris</p> <p>13 Dec.</p> 	<p>minor</p> <p>maxima</p> <p>media</p> <p>maxima</p>	<p>Cosm. minor</p> <p>Cosm. major</p> <p>Franciscus</p>	<p>sublecula non apparuit in ordine de la Senctus.</p>
<p>14 Dec.</p> 	<p>media</p> <p>minor</p> <p>maxima</p>	<p>Franciscus</p> <p>Cosm. minor</p> <p>Cosm. major</p>	<p>sublecula iterum apparuit in ordine. forte quod ab non esset satis Senectus deus, nec apparuit a medicis</p>

sa lunette vers Orion, un soir de 1611, il vit la nébuleuse (nebulaca).

Dans les "Merveilles Célestes" (1897) Flammarion attribue la découverte à Huygens en 1656. Elle fut aussi attribuée à Cysatus qui l'avait vue en 1618. En fait, c'est Peiresc qui l'a vue le premier le 26 novembre 1610, et il l'observa jusqu'au 10 décembre. Il semble que Peiresc n'ait pas pris conscience de sa découverte puisqu'il n'en parle pas à ses nombreux correspondants. Au vu de sa feuille d'observation, on peut hésiter entre le 26 et le 29 novembre 1610 (veille de son trentième anniversaire). Mais il semble que les observations des 27, 28 et 29, aient été rajoutées après. Remarquons que les premières notes étaient en français: "le 24 nov 1610: Mr Gaultier a cōmancé à voir les planètes Medicées..."; ensuite Peiresc utilisera le latin.

Peiresc fut donc le premier homme à observer une nébuleuse. C'est Simon Marius qui découvrit la "nébuleuse d'Andromède" le 15-12-1612. Dans ce domaine, les progrès seront lents puisqu'il faudra attendre 1715 pour la découverte de l'amas d'Hercule par Halley.

Voilà un ensemble de découvertes et d'observations qui semblent bien modestes aujourd'hui, mais il faut les replacer dans leur contexte. Peiresc n'a pas laissé une oeuvre comme Galilée ou Kepler, mais il a participé avec ses moyens à l'évolution de l'astronomie. Grâce à ses nombreux correspondants, il a généralisé l'utilisation des lunettes, favorisé la recherche par l'observation. Sa fortune lui a aussi permis de soutenir de nombreux travaux. Il se comportait comme un mécène généreux.

Voilà un homme qui cotoya les plus grands de ses contemporains. Il fut admiré et célébré. S'il n'a pas écrit un seul livre, ses lettres sont innombrables. "...de toutes les nouveautez soit choses naturelles ou d'affaires il faisoit des discours et les faisoit imprimer à Aix et crier ...". Ce fut donc aussi un vulgarisateur.

Il a ranimé en Provence le culte de la Science, des Lettres et des Arts. Homme réservé, insatiable curieux, il sera toujours aux aguets et touchera à tous les sujets. Savant, épistolier, magistrat, artiste, il fut tout cela; un grand Humaniste, toujours au service des autres.

Pour bien comprendre sa vie et son oeuvre, laissons lui le mot de la fin.

"Le principal but de toutes mes recherches ne tend qu'à en faire part à ceux qui en peuvent être curieux, et qui en peuvent faire leur profit".

J. Ripert

Bibliographie:

- Manuscrits de Peiresc:correspondance vol. n° 1872,1874,1876.
lettres à P. Gassendi n°1886.
observations et notes d'histoire naturelle n°1821.
observations d'optique et de physique n°1774.
observations d'astronomie n°1803.
- Peiresc lettres à Malherbe. R. Lebègue.
- Vie de Peiresc. P. Gassendi.
- Autour de Peiresc. Ph. Tamizey de Larroque et Alex. Mouttet.
- Un amateur:Peiresc. Pierre Humbert.
- Un grand humaniste,Peiresc. G. Cahen-Salvador.
- La science moderne. PUF.
- Histoire de la vie et des écrits de P. Gassendi. A. Martin.
- L'oeuvre astronomique de Pierre Gassendi. P. Humbert.
- Pierre Gassendi,sa vie et son oeuvre. Centre International de Synthèse.

```
+++++
| Lectures pour la marquise et pour ses amis |
+++++
```

J'observe et j'étudie le ciel

===== Sous ce titre, le CDDP de Mâcon
publie une brochure de 37 pages due à notre Collègue Michel
Verdenet, fidèle lecteur des Cahiers Clairaut, astronome
amateur et secrétaire général de l'Association Française
des Observateurs d'Etoiles Variables.

Les deux premières parties de la brochure sur la con-
naissance des constellations et sur les instruments sont
destinées à la première initiation. Les deux autres parties
donnent des exemples de recherches : éclipses et occultations,
comètes et novae, étoiles variables, étoiles doubles .
L'Auteur relate ensuite quelques observations personnelles,
en particulier sa découverte de la Nova du Cygne, le 10
septembre 1978.

La brochure est accompagnée d'une série de douze dia-
positives réalisées par M.Verdenet lui-même : des constel-
lations, des éclipses, la constellation du Cygne les 17
septembre et 21 octobre 1978.

Un travail sérieux et sympathique. La brochure et les
diapositives sont en vente (20 F) au Centre Départemental
de Documentation Pédagogique de l'Académie de Dijon, rue
Jean Bouvet, 71000 Mâcon.

La matière aujourd'hui

===== Sous ce titre, dans la petite collection "Points Sciences", la réunion de quatorze entretiens radiophoniques dirigés par Emile Noël avec M.P.Thuillier, L. Paty, R.Omnès, C.Débraz, J.F.Lelpech, H.Reeves, J-M.Levy-Leblond, A.Guinier, M.Veyssié, R.Pellat, U.Frisch, R.Collongass, B.d'Espagnat, et M.Serres. 252 pages fort instructives.

Dans les revues

=====

Espace Information (n°18, novembre 1980) : Le point sur l'étude spatiale du magnétisme terrestre.

La Recherche. Décembre 80 : Grandeur et décadence d'un trou noir par Jean-Luc Nieto ; Le Soleil, une étoile comme les autres par J-C.Pecker ; la rencontre Voyager Saturne par André Brahic. Janvier 81 : Les comètes par Michel Festou et Philippe Lamy [Rectification : les articles de Pecker et Brahic sont publiés dans ce numéro de janvier]. Février 81 : la rotation de la Terre par François Lignard ; Karl Jansky et les origines de la radioastronomie par James Lequeux.

Pour la Science. Decembre 80 : Le spectre étrange de SS 433 par Bruce Margoon. Janvier 81 : Un mirage gravitationnel par F.Chaffee. Février 81 : Comment Galilée a découvert Neptune par S.Drake et C.Kowal.

Glanes

+ Soleil, que deviens-tu ? Les revues anglaises Nature et Science toutes deux très honorablement connues, ne fournissent pas la même réponse. Le 11 décembre 1980, la première annonce que depuis 250 ans le diamètre apparent du Soleil n'a pas varié. Le 12 décembre, la seconde annonce que ce diamètre a diminué de $0,54 \pm 0,2$ depuis 264 ans. [d'après New Scientist du 810101]

+ Un Physicien devant les formules mathématiques : "On ne peut s'empêcher de penser que ces formules mathématiques ont une existence indépendante et une intelligence propre, qu'elles en savent plus que nous, plus même que ceux qui les ont découvertes et que nous en tirons plus de choses que l'on n'en avait mis à l'origine." Heinrich Hertz (cité par A.Koestler dans Les Somnambules).

Paul Couderc (1899 - 1961)

Ancien élève de l'École Normale Supérieure, Paul Couderc avait été professeur de mathématiques durant de longues années avant de devenir astronome titulaire de l'Observatoire de Paris. Dès les années 20, il s'était engagé dans le mouvement d'idées en faveur de la Relativité et en 1930, il publiait L'Architecture de l'Univers, un livre préfacé par Jean Perrin qui eut de nombreuses rééditions soigneusement revues et actualisées par lui-même.

Préoccupé par l'enseignement qu'il pratiquait toujours comme maître de conférences d'astronomie à l'École Polytechnique, il fut le principal animateur d'une série de conférences d'information destinées aux professeurs de l'enseignement secondaire en 1953-55. Pour les étudiants, il fut le principal rédacteur d'une longue série d'articles d'initiation qui parut dans L'Astronomie en même temps que les cartes de la Revue des Constellations de R. Sagot et J. Texereau.

Nous sommes nombreux à avoir pris le goût de l'astronomie dans ses livres. Il avait un indéniable talent de vulgarisateur reconnu par le prix Kalinga en 1967.

La disparition de Paul Couderc touche tous ceux qui s'intéressent à l'enseignement de l'astronomie et l'équipe des Cahiers Clairaut en particulier qui virent dans son œuvre un exemple:

Rappel de quelques ouvrages de Paul Couderc :

- Pour les jeunes "Parmi les étoiles", ed Bourrellier
- Dans la collection "Que sais-je?" La Relativité (n°57),
Les étapes de l'astronomie n°105, le calendrier n°203,
l'astrologie n°508, l'Univers n°607 et les Eclipses n°940.

! - ! - ! - ! - ! - ! - ! - ! - !

LES CAHIERS CLAIRAUT - Bulletin de liaison du C.L.A.E.

Directeur de la Publication: L. Gouguenheim
Université de Paris-Sud
Bât. 426
91405 ORSAY CEDEX

Comité de rédaction:

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

Edité à l'Université de Paris-Sud, Laboratoire d'Astronomie

Bâtiment 426 91405 ORSAY CEDEX

Prix du numéro : 7f ; abonnement annuel (4 numéros) : 20f.

Dépot légal : 1er trimestre 1979

Numéro d'inscription à la CPPAP : 61610