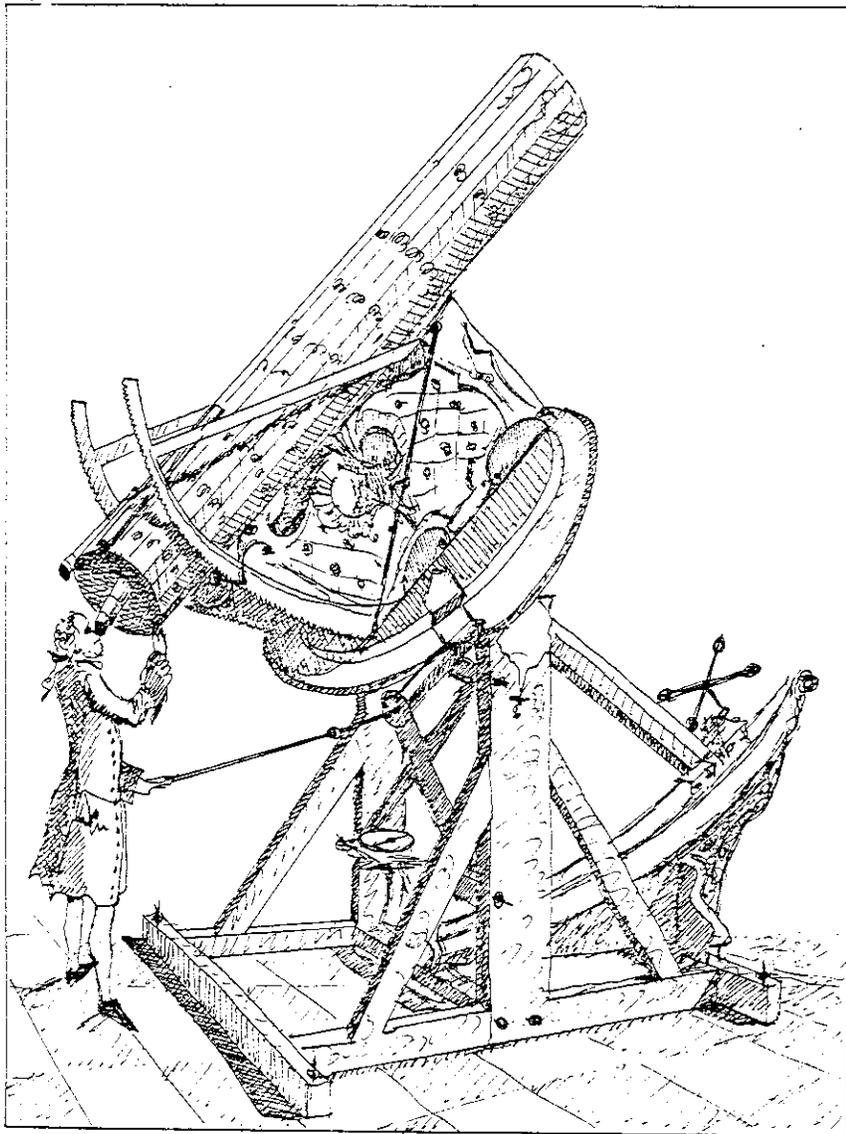


les cahiers clairaut

bulletin du comité de liaison astronomes et enseignants



n°18 - automne 1982

LES CAHIERS CLAIRAUT

N° 18 Automne 1982

Les mirages gravitationnels p 3
Formation continuée des maîtres - Stage d'Astronomie p 10
Une grande réforme réussie p 11
Devinette p 12
Un astronome géodésien Jean Picard (suite et fin) p 13
Rencontre astronomique à Caen p 17
L'héliolabe p 18
Lectures pour la Marquise p 24
Courrier des lecteurs p 25
Pour réaliser une lunette astronomique simplifiée p 26
Séances d'Astronomie dans 41 écoles de Besançon: bilan d'une expérience p 27
Réponse à la devinette p 28
Chronique du C.L.E.A. p 29
A propos de la Lune des Moissons p 32

EDITORIAL

Nous publions dans ce numéro, à la demande d'un lecteur, un article sur les mirages gravitationnels. Nous avons tenu à marquer l'anniversaire de la réforme grégorienne du calendrier. Nous réservons pour un prochain numéro la réponse à la question posée depuis déjà longtemps par un lecteur à propos de la construction d'un télescope simple: le télescope a été construit au cours de l'école d'été de Sophia Antipolis et a très bien fonctionné...

Beaucoup d'activité astronomique, à Besançon, à Caen,... relatée brièvement. Et le C.L.E.A. se constitue... Souhaitons lui bonne vie !

La Rédaction

DEMANDE D'ABONNEMENT ET DE REABONNEMENT (4 numéros par an)

Mr - Mme - Melle

Adresse

Si possible donnez l'adresse de votre Etablissement scolaire afin de pouvoir bénéficier de la franchise postale, mais n'oubliez pas de signaler vos changements d'adresse.

souhaite:

- s'abonner aux Cahiers Clairaut du numéro 1 au numéro 20
- s'abonner aux Cahiers Clairaut du numéro 17 au numéro 20
- se réabonner du numéro 17 au numéro 20
- ci-joint ma contribution financière:
 - tarif normal : 25 f pour les numéros 17 à 20
 - 120 f pour les numéros 1 à 20
 - tarif de soutien : 50 f pour 4 numéros
 - Prix du numéro : 8 f

Chèque à libeller à l'ordre de L. Gouguenheim. Remplir, cocher les cases correspondantes et renvoyer à Mme BOISSINOT, Institut d'Astrophysique de Paris
98 bis Brd Arago 75014 PARIS

LES MIRAGES GRAVITATIONNELS (3 ans après)

De par l'objet même de son étude, l'Astronomie est une science naturelle astreinte à une méthodologie bien particulière. En effet, les astronomes ne peuvent, contrairement à leurs collègues physiciens ou biologistes, changer à leur guise les paramètres d'une *expérience*. Ils ne font que des *observations* au sens strict, c'est-à-dire qu'ils sont contraints d'observer les objets célestes là où ils sont et tels qu'ils se présentent à eux. D'où leur souci de diversifier leurs canaux d'information en couvrant la plus large gamme possible du spectre électromagnétique: lumière visible, bien sûr, mais aussi radio, infra-rouge, rayons X et γ . D'où également leur acharnement sur certains "objets-clés" susceptibles de donner la réponse à une question précise.

Il y a maintenant 3 ans, la découverte d'un de ces précieux objets a soulevé l'espoir de régler élégamment un vieux problème.

Vers 1920, les observations de l'américain Hubble ont montré que les galaxies s'éloignent les unes des autres avec une vitesse proportionnelle à leur distance. On a la relation:

$$v = H_0 \cdot d$$

où v est la vitesse de fuite (mesurée par le décalage du spectre de la galaxie), la constante de proportionnalité H_0 est appelée constante de Hubble, et d est la distance de la galaxie observée.

Ces faits s'interprètent immédiatement dans le cadre des théories cosmologiques relativistes. Celles-ci prévoient un Univers non statique, en expansion ou en contraction, et H_0 mesure simplement le rythme actuel de l'expansion. C'est un paramètre dont la valeur numérique est d'une grande importance. Il permet de trouver un ordre de grandeur de l'âge de l'Univers (durée écoulée depuis l'époque du début de l'expansion) et, joint à d'autres observations, de choisir, parmi les différents modèles cosmologiques possibles, celui qui s'applique le mieux à l'Univers réel.

Or, il faut bien constater qu'après plus d'un demi siècle d'observations assidues, H_0 n'est toujours pas connu à mieux que 50% près. La distance d est en effet un grandeur très difficile à mesurer pour les objets lointains. Sa détermination est indirecte et, à chaque étape, les erreurs s'accumulent. Il y a aussi des effets divers, difficiles à apprécier, mais certainement pas négligeables, de sélection observationnelle, d'incomplétude des données, etc...

Le phénomène de *mirage gravitationnel* est un "jeu de la Nature" presque caricatural à cet égard. Lorsqu'il se manifeste sur une source lointaine, la plupart des données de base fournies par l'observation (position, flux, aspect de l'objet) sont complètement faussées !

Une telle situation peut sembler profondément désespérante pour qui cherche à extraire une information utilisable des photons qu'il récolte à grand peine. Mais une analyse moins sommaire révèle qu'il peut s'agir, paradoxalement, d'une véritable aubaine, permettant entre autres une mesure plus directe et plus précise de ... la constante de Hubble.

BREF RAPPEL HISTORIQUE.

Dès 1704, Newton s'interroge sur la possibilité d'une déviation des rayons lumineux par un corps massif. Il considère les photons comme des corpuscules soumis, au même titre que les particules matérielles, au champ de gravitation "newtonien" créé par ce corps.

La théorie de la Relativité Générale, basée sur des concepts très différents prévoit un effet analogue: le corps massif courbe l'espace autour de lui et les photons se déplacent en suivant les géodésiques de cet espace courbe. Pour la plupart des corps cé-

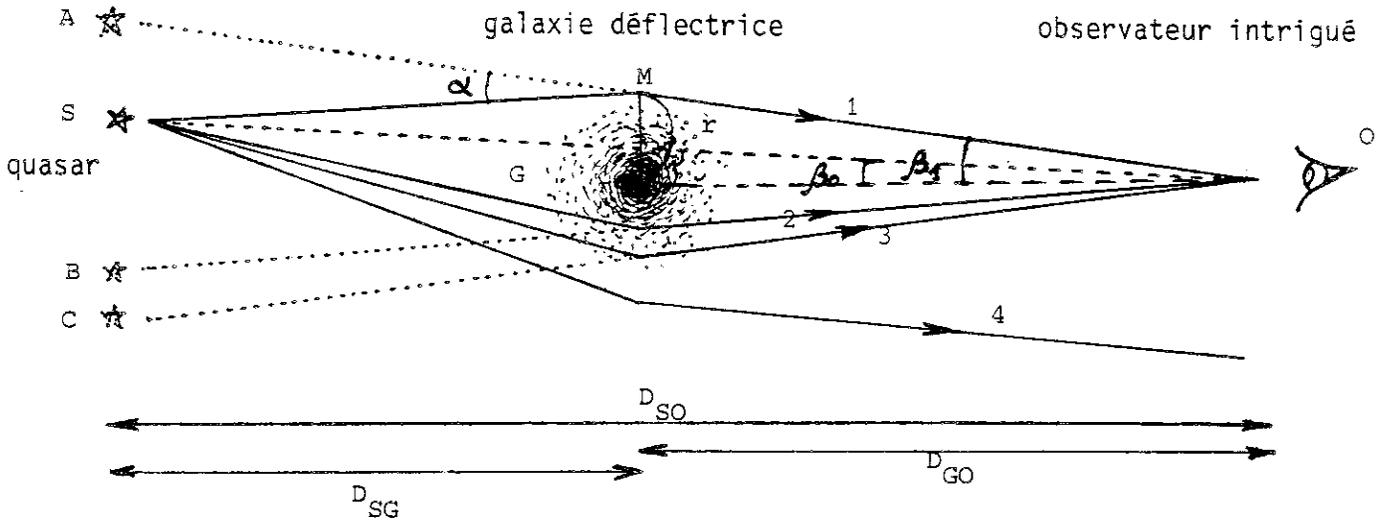


Figure 1: Principe du mirage gravitationnel.

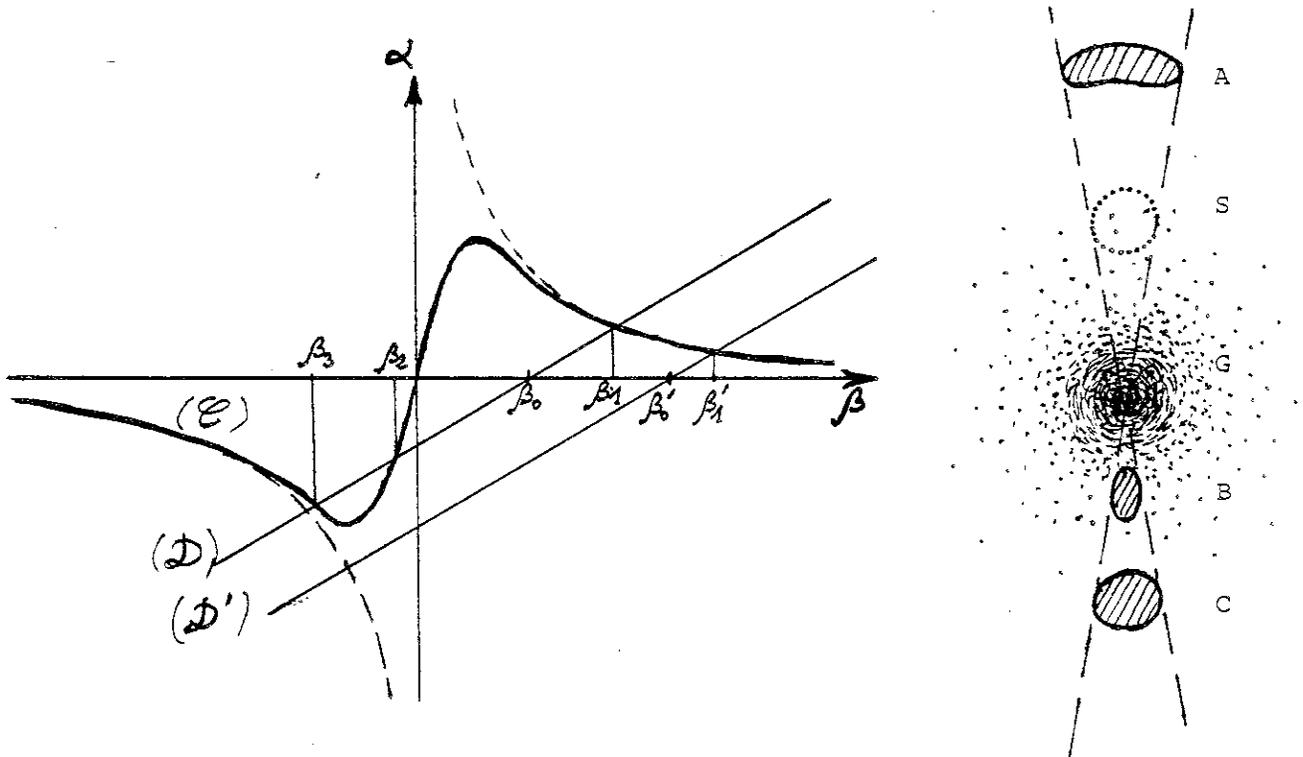


Figure 2: Positions et aspects des images sur le ciel.
(cas d'une galaxie sphérique)

lestes, la courbure est cependant bien faible, et les trajectoires bien proches de lignes droites. On sait par exemple qu'une étoile observée au bord solaire doit être déplacée de sa position vraie d'environ 1,75". L'astronome britannique Eddington a mesuré cet effet pour la première fois lors d'une éclipse totale de Soleil en 1919. L'angle de déflexion mesuré était en bon accord avec la valeur prévue par Einstein et ce fut un grand succès pour la Relativité Générale.

Très vite, on s'aperçoit alors d'une conséquence plus étonnante de la théorie. Si le Soleil, au lieu de présenter un disque d'un demi degré de diamètre apparent, était un corps de très faible diamètre angulaire, presque une masse ponctuelle, on pourrait apercevoir deux images de la même étoile: l'une à droite et l'autre à gauche. C'est un *mirage gravitationnel*, une illusion d'optique cosmique.

En 1920, Eddington suggère que l'effet doit être observable si deux étoiles situées à des distances très différentes de l'observateur sont cependant très proches angulairement. Un programme d'observations est même lancé en 1923. L'alignement des deux étoiles doit être très bon et Einstein reste sceptique sur les chances d'observer le phénomène. En 1937 l'astronome suisse Zwicky propose de le rechercher sur des galaxies. Les masses et les distances en jeu sont beaucoup plus importantes, mais les angles de déflexion ne dépassent cependant pas quelques secondes d'arc. La même année le français Link donne une théorie assez complète des effets observables.

Le sujet des mirages gravitationnels n'est alors pas exploré davantage et conserve le rang de curiosité théorique un peu inutile jusqu'à la découverte des quasars (en 1963). Ces objets sont en effet favorables à la manifestation d'un phénomène de mirage gravitationnel: ils sont très brillants, ce qui permet de les voir très loin (et leur lumière a ainsi une bonne probabilité de passer assez près d'une galaxie massive); d'autre part ils ont un aspect ponctuel, ce qui permet de séparer les différentes images d'un mirage éventuel. L'intérêt pour le sujet est ainsi relancé.

LE MECANISME DES MIRAGES GRAVITATIONNELS.

Les figures 1 et 2 montrent comment on peut déterminer les positions des images dans le cas simple d'une galaxie défectrice à symétrie sphérique et d'un espace euclidien. Les rayons issus d'une source S et défléchis par une galaxie G (fig. 1) peuvent atteindre par plusieurs chemins optiques (1, 2, 3, ...) l'observateur O qui voit donc plusieurs images (A, B, C, ...) d'un même objet. Notons que ces rayons peuvent traverser la galaxie, ce qui a une conséquence quant au nombre d'images visibles, différent du cas d'un objet réflecteur opaque.

Ecrivons les conditions sur l'angle de déflexion α pour qu'un rayon partant de S atteigne effectivement l'oeil de l'observateur. En évaluant AS dans les triangles AMS et AOS, nous avons:

$$\alpha = (\beta - \beta_0) D_{SO} / D_{SG}$$

qui, dans un plan (α, β) , est l'équation d'une droite D.

Mais l'angle de déflexion est donné par la formule d'Einstein:

$$\alpha = (4G/c^2) M(r) / r = (4G/c^2) (1/D_{GO}) M(\beta) / \beta$$

(G: constante de la gravitation; c: vitesse de la lumière)
qui, dans le plan (α, β) est l'équation d'une certaine courbe C.

$M(\beta)$ est la masse de la galaxie contenue dans un cylindre de rayon angulaire β et on montre qu'avec les distributions de masse effectivement observées dans les galaxies, $M(\beta)/\beta$ tend vers zéro quand β tend vers zéro. La courbe C passe donc par l'origine. Pour les grandes valeurs de β , $M(\beta)$ est la masse totale de la galaxie et C se comporte comme une hyperbole.

Les positions des images s'obtiennent, graphiquement, par l'intersection de D

et C. Si l'alignement est assez bon (β_0 petit), on a trois solutions $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ correspondant à trois images A, B, C. Quand β_0 est trop grand, il ne reste plus qu'une solution β_1 , légèrement décalée de la position vraie β'_0 de la source (on retrouve le cas de la déflexion par le Soleil).

Les images observées sont déformées par rapport à l'objet réel (fig. 2). Pour un rayon de quasar dont les dimensions apparentes sont de quelques millièmes de seconde d'arc, cette déformation est cependant indétectable dans le domaine visible.

Il y a aussi, généralement, amplification du flux reçu, c'est pourquoi on parle de *lentille gravitationnelle* pour désigner la galaxie déflextrice, par analogie avec les lentilles optiques.

Des cas singuliers se produisent quand D est juste tangente à C (les images B et C fusionnent et l'amplification est importante) et, plus encore, quand l'alignement source-déflexeur-observateur est parfait ($\beta_0 = 0$). On observe alors une image faible confondue avec le centre de la galaxie, plus un anneau brillant concentrique. Le rayon de cet anneau serait d'environ 2" pour une source située à un décalage spectral $z = 1$ et une galaxie de 10^{12} masses solaires à $z = 0,5$. Dans ce cas, l'amplification de brillance est énorme, mais un alignement parfait a évidemment une probabilité extrêmement faible.

Pour une galaxie non sphérique, le nombre d'images peut être plus élevé. Par exemple, pour une galaxie ellipsoïdale, il y en aura 1, 3, 5 ou 7. Plus généralement, on montre que ce nombre d'images doit toujours être impair.

Les calculs sont plus compliqués dans le cas réel des espaces non euclidiens des modèles cosmologiques relativistes, mais les conclusions ci-dessus restent qualitativement valables.

UN OUTIL PUISSANT POUR LA COSMOLOGIE.

On voit que, sauf dans les cas dégénérés où les images fusionnent, les différents chemins optiques unissant la source à l'observateur ont des longueurs inégales.

Leur rapport peut être calculé à partir des grandeurs observables: angles, rapport de flux des images, décalages spectraux de la source et de la galaxie, distribution de masse dans celle-ci. Donc, si l'on peut déterminer la différence de trajet en valeur absolue, on a du même coup la distance de la source et, par voie de conséquence, la valeur de la constante de Hubble.

Or les quasars ont le bon goût d'être des objets de flux variable avec une échelle de temps de quelques jours ou quelques semaines et, connaissant la vitesse de la lumière, il suffira de mesurer le retard des variations d'une image par rapport à l'autre. Un ordre de grandeur typique attendu pour ce retard est de quelques mois (sur des temps de trajet de plusieurs milliards d'années !)

A vrai dire, il y a bien quelques petites complications à ce splendide scénario:

- 1) Une partie du retard sera un effet purement relativiste dû à la traversée du champ de gravitation de la galaxie. Mais celui-ci peut être assez bien connu, grâce, précisément, à la mesure des différentes images, et l'effet peut donc être corrigé.
- 2) Les galaxies sont des assemblées de plusieurs milliards d'étoiles. Si l'une d'elles est suffisamment proche du faisceau lumineux, elle peut provoquer; à elle seule, un effet de déflexion ou de dédoublement qui s'ajoute à celui de la galaxie prise dans son ensemble. C'est ce que cherchait initialement Eddington. On montre que la position

de l'image en est affectée de façon tout à fait négligeable, mais que le flux reçu peut être sensiblement amplifié. Des objets de la masse de Jupiter pourraient être détectés de cette façon, et ce, quelle que soit la distance de la galaxie ! Cet effet ne se manifesterait, cependant, que par de lentes variations des courbes de lumière (environ 10 ans) décorrélées pour les différentes images et bien distinctes des variations intrinsèques de la source.

- 3) On ne trouvera H_0 qu'en faisant une hypothèse sur la courbure générale de l'Univers (ou, ce qui est équivalent, la valeur du paramètre de décélération q_0). Mais c'est un effet du second ordre et, si on dispose de deux cas de mirages différents, on peut d'ailleurs déterminer indépendamment H_0 et q_0 .

Ainsi ces différentes complications sont surmontables, et la recherche des mirages gravitationnels se justifie aussi du point de vue cosmologique.

DES QUASARS DOUBLES, TRIPLES, QUINTUPLES...

Le premier cas de mirage gravitationnel a été trouvé en 1979, année doublement anniversaire, puisque l'on fêtait le centenaire de la naissance d'Albert Einstein et que 60 ans exactement s'étaient écoulés depuis la première observation de la déflexion de la lumière par le Soleil.

Cette découverte fut le fruit du hasard. D. Walsh, R. Carswell et D. Weymann poursuivaient un programme de recherche systématique de quasars à partir d'observations radio. La méthode consiste à obtenir, par des observations optiques, le spectre des objets visibles dans la région du ciel où une source radio a été détectée. La position de cette source est connue avec une certaine marge d'erreur et il y a, généralement, plusieurs candidats à l'identification optique, dont un seul est le véritable quasar, les autres étant des étoiles de notre propre Galaxie, c'est-à-dire des astres beaucoup plus proches.

Dans le champ de la source 0957+561, il n'y avait que deux candidats possibles, de magnitude apparente presque égales (voisines de 17,5) et séparés d'environ 6". Walsh, Carswell et Weymann commencèrent-ils par observer l'objet situé le plus au Nord ou celui situé le plus au Sud ? La petite histoire ne le dit pas, mais il est certain que le premier spectre obtenu montrait des raies larges en émission du Carbone 2 fois et trois fois ionisé, avec un décalage spectral relatif $z = 1,41$. Il s'agissait donc d'un quasar typique et, l'identification étant acquise, il pouvait sembler superflu d'observer le deuxième objet.

Mais nos astronomes étaient consciencieux (ils le sont presque tous !). Quelle ne fut pas leur surprise en constatant que le spectre du deuxième objet était identique au premier ! Pour parer au plus pressé, on décida d'appeler 0957+561A l'objet Nord et 0957+561B l'objet Sud. Mais quelle était la bonne identification de la radiosource ? Et s'agissait-il vraiment de deux objets distincts ou bien du premier cas connu de mirage gravitationnel ? La question se posait d'emblée car, déjà, les spectres des deux objets étaient plus semblables entre eux que ceux de n'importe quel couple de quasars choisis parmi les quelques 1500 connus à l'époque.

Néanmoins, la position la plus prudente était de les considérer comme deux objets distincts mais voisins dans l'espace, leur séparation correspondant alors à environ 200 000 années de lumière, soit à peine plus que le diamètre d'une grande galaxie. Dans cette hypothèse, ils auraient une origine commune, ce qui expliquerait jusqu'à un certain point les similitudes de leurs spectres, et l'on pourrait parler d'un véritable quasar double, de même qu'il existe des systèmes binaires d'étoiles.

Même en adoptant cette explication; on se serait trouvé là en présence d'un système tout à fait singulier. Mais les observations ultérieures devaient, en quelques semaines, donner la certitude qu'il s'agit bel et bien d'un mirage gravitationnel.

D'abord, on a découvert dans les spectres de l'objet A et de l'objet B des raies d'absorption étroites, trahissant la présence de gaz froid entre le quasar et nous. Ces raies sont semblables pour A et B, tant du point de vue de leurs intensités relatives et de leurs largeurs que de leurs décalages ($z = 1,391$). Les meilleures mesures, obtenues à l'aide du télescope à miroirs multiples du Mont Hopkins, dans l'Arizona, donnent des décalages spectraux égaux à mieux que 10 km /s près (sur plus de 210 000 km /s).

Une telle similitude commençait à poser des problèmes dans l'hypothèse de deux objets distincts. La matière absorbante peut avoir plusieurs origines. Elle peut être éjectée violemment par le quasar ou bien être contenue dans des nuages, soit isolés dans l'espace, soit liés au halo d'une galaxie. Dans la première hypothèse, une éjection isotrope unique aurait du porter sur une quantité de matière énorme et l'énergie nécessaire à cette éjection devenait absurde. Dans les deux autres cas, ou bien si l'on suppose 2 éjections indépendantes, il aurait fallu un hasard exceptionnel pour que la vitesse de la matière absorbante soit exactement la même en deux points séparés par 200 000 années de lumière.

Le quasar "double" cessait d'être observable dans le visible après le mois de juin, car il devenait angulairement trop proche du Soleil. Les radioastronomes pouvaient cependant continuer leurs observations (la déviation du rayonnement électromagnétique par la gravitation étant indépendante de la longueur d'onde, un mirage gravitationnel se manifeste aussi bien en radio que dans le domaine visible). Le "Very Large Array" (V.L.A.) venait tout juste d'être mis en service au Nouveau Mexique. C'est un ensemble de 27 antennes mobiles de 25 mètres de diamètre chacune, pouvant s'écarter au maximum de près de 30 km. En combinant les signaux des différentes antennes dans différentes configurations, on obtient, par *synthèse d'ouverture*, la même résolution angulaire qu'avec un radiotélescope unique de 30 km de diamètre, c'est-à-dire une résolution comparable à celle des meilleurs télescopes optiques.

La carte radio obtenue avec le V.L.A. montrait bien deux sources punctuelles, aux mêmes positions et avec le même rapport de flux qu'en optique, mais elle comportait aussi des extensions au voisinage de l'image A qui ne se retrouvaient pas au voisinage de B. Ce fait, d'abord considéré comme contraire à l'interprétation d'un quasar double par mirage gravitationnel, s'explique fort bien: la composante radio compacte, qui coïncide avec l'objet optique, est assez proche, angulairement, de la galaxie défléctrice pour qu'il se forme 3 images; mais pour les extensions radio, l'alignement est trop mauvais et il n'y a plus qu'une seule image de ces extensions (cf. fig. 2 et discussion correspondante). Pour confirmer l'hypothèse du mirage gravitationnel, il restait à trouver la troisième image et la galaxie défléctrice. Les cartes radio du V.L.A. indiquaient que l'une et l'autre devaient être recherchées près de l'image B.

En Novembre 1979, l'observation optique redevenant possible, la galaxie défléctrice était détectée, presque simultanément, par P. Young (avec le télescope de 5 mètres du Mont Palomar) et par A. Stockton (avec le télescope de 2 mètres de Mauna Kea à Hawaï). Cette galaxie est très proche de l'image B (à environ 1") et nettement plus faible que chacune des deux images du quasar. Il s'agit pourtant d'une galaxie elliptique géante, dont Young mesura le décalage spectral $z = 0,36$.

Young montra aussi que cette galaxie fait partie d'un amas dont il faut tenir compte dans un modèle complet. L'action du champ de gravitation de cet amas, étendu mais de faible gradient, est de modifier sensiblement la position des images, sans intervenir pour leur amplification (c'est une situation exactement inverse de celle des étoiles de la galaxie défléctrice principale). Dans ces conditions la troisième image devait être très faible (magnitude 21) et pratiquement confondue avec le centre de la galaxie défléctrice. Depuis, elle a été effectivement détectée en radio. L'interprétation du quasar double en terme de mirage gravitationnel ne faisait plus aucun doute. D'ailleurs toutes les observations venaient confirmer l'identité complète des propriétés des images A et B: spectre infra-rouge, deuxième système de raies d'absorption à $z = 1,125$, structure fine des images à l'échelle du millième de seconde d'arc, par in-

terférométrie radio intercontinentale ("Very Long Baseline Interferometry" ou "V.L.B.I.") etc...

Les observations s'orientaient donc, désormais, vers l'utilisation du phénomène pour déterminer H_0 , comme il a été dit plus haut. On a pu montrer que les images A et B sont légèrement variables. Il faudra donc réaliser une surveillance régulière, avec un grand télescope et pendant une longue durée, car le décalage temporel prévu est de cinq ans pour une valeur de H_0 de 60 km /s/Mpc. Pour résoudre entièrement le problème, il conviendra, en outre, de connaître les variations de la troisième image et la distribution de masse dans la galaxie déflectrice, ce qui nécessite une résolution spatiale de l'ordre de 0,1", impossible à obtenir au sol. Pour s'affranchir de la turbulence atmosphérique, qui limite cette résolution, on compte sur le Télescope Spatial qui doit être lancé vers 1985.

Un an après le premier mirage gravitationnel, un second était découvert, là encore par hasard.

P.G. 1115+080 (tel est son nom) est un objet sélectionné par ses indices de couleur au cours d'une recherche systématique de quasars brillants. Sa magnitude apparente est 15,8. En voulant en prendre le spectre pour confirmer qu'il s'agissait bien d'un quasar et déterminer son décalage spectral, on s'aperçut, sur l'écran de télévision du système de pointage du télescope, que l'objet était triple, la séparation des trois composantes étant d'environ 2". Leurs spectres sont identiques à la précision des mesures près, avec un décalage spectral $z = 1,73$.

Avec la découverte du premier mirage gravitationnel, un seuil psychologique avait été franchi, et le second cas fut accepté rapidement comme tel. Le modèle le plus plausible prévoit que la galaxie est une spirale vue par la tranche. Elle produit alors 5 images, la plus brillante observée étant une double serrée. Ceci a été confirmé par la technique d'interférométrie des tavelures, la séparation trouvée étant de 0,54". Quatre images ont donc été mesurées sur cet objet quintuple. La cinquième image, elle, doit être faible et n'a pas encore été détectée, non plus que la galaxie déflectrice. La radioastronomie n'est, dans ce cas, d'aucun secours car P.G.1115+080 est indétectable en radio.

Pour une étude plus complète, il faudra attendre la mise en service du Télescope Spatial. Ce second mirage pourrait se révéler alors encore plus intéressant que le premier. Avec 5 images l'information est redondante et, les spirales étant généralement des galaxies isolées (ou appartenant à des groupes pauvres), le champ de gravitation produisant le mirage est probablement plus simple que dans le cas de 0957+561.

Enfin, en 1981 un troisième candidat a été trouvé, toujours par hasard, lors d'une surveillance menée au télescope franco-canadien de Hawaï (C.F.H.) pour rechercher de nouveaux quasars. Les deux images observées sont faibles (magnitudes 19,5 et 21), bien séparées (7,15") et ont le même décalage spectral ($z = 2,15$). La galaxie déflectrice n'a pas été détectée; elle est probablement très éloignée, si elle existe. Etant donnée la faiblesse des images observées, les spectres ne peuvent pas être mesurés avec une très grande précision. Il n'est donc pas exclu qu'il s'agisse, cette fois, réellement de deux objets distincts, d'un vrai "quasar double". Des observations dans d'autres domaines de longueur d'onde (radio, infra-rouge...) devraient permettre, comme ce fut le cas pour 0957+561, de trancher cette question.

COMBIEN DE MIRAGES DANS LE CIEL ?

La découverte des mirages gravitationnels et le succès exceptionnel de leur étude en quelques mois résultent de la conjugaison de 3 facteurs:

- 1- une théorie bien élaborée dont les prémisses datent de 60 ans.
- 2- la découverte (elle, totalement imprévue) d'une classe d'objets se prêtant

idéalement à la manifestation du phénomène: les quasars.

3- la maturité des moyens d'observation.

Le premier mirage aurait fort bien pu être découvert il y a 10 ans et il est un peu démoralisant de constater que les trois cas connus ont été découverts lors de programmes d'observations qui n'étaient pas spécialement destinés à cela. On peut remarquer aussi qu'ils ont été trouvés parmi les quasars nouvellement découverts depuis 1979; soit peut-être 500 objets. N'y en a-t-il vraiment aucun parmi les 1 500 quasars antérieurement connus ? Des cas aussi spectaculaires que celui de O957+561, dont les images sont bien séparées et presque égales, ou que celui de P.G. 1115+080, très brillant, ne s'y trouvent probablement pas. Mais on s'attend à de nombreux cas provoqués par des galaxies de masses moyennes (10 à 100 milliards de masses solaires), conduisant à des séparations de 1" à 2" entre les images de quasars lointains.

Les critères de sélection disponibles sont réduits: un mirage gravitationnel multiplie les images et les amplifie. On devra donc prendre des clichés avec la meilleure résolution possible des quasars lointains (la probabilité qu'une galaxie soit sur la ligne de visée est proportionnelle à la distance du quasar), en commençant par ceux qui, pour cette distance, sont un peu "trop" brillants. Ce dernier critère n'est pas très efficace, car il y a une grande dispersion naturelle dans les luminosités intrinsèques des quasars. Sur ces bases, plusieurs équipes entreprennent de réobserver systématiquement les quasars déjà catalogués, sans succès jusqu'ici, mais non sans espoir. Les mirages gravitationnels constituant un outil remarquable, non seulement pour déterminer H_0 , mais aussi bon nombre d'autres paramètres importants en Astrophysique (masses des galaxies etc...), l'augmentation du nombre de cas connus est en effet un objectif prioritaire pour les observateurs.

Christian Vanderriest

FORMATION CONTINUEE DES MAITRES - STAGE D'ASTRONOMIE

Le service de la formation Continuee des Maîtres de Sciences Physiques de l'Université Paris-Sud organise du 1er Décembre 1982 au 26 Janvier 1983 un stage d'Astronomie. Ce stage est non seulement en relation avec les programmes d'Astronomie des classes de 4ème et de 1ère A et B, mais il a également pour but de montrer comment des exemples astronomiques peuvent servir à illustrer certaines notions de physique fondamentale.

Le stage se déroulera au Centre Scientifique d'Orsay (station RER : Orsay) pendant 6 séances de 3 heures à raison d'une séance par semaine, le mercredi après-midi de 14 heures à 17 heures.

Il débutera le mercredi 1er Décembre 1982 et se terminera le mercredi 26 janvier 1983. Les trois premières séances seront consacrées à des travaux sur document astronomique, par groupes d'une dizaine. Les séances suivantes seront consacrées à la réalisation d'un projet choisi parmi: construction d'un cadran solaire, d'une carte céleste mobile, d'une lunette simple, d'un planétaire, d'un spectroscopie simple... Ces travaux pratiques nécessitent peu de matériel et peuvent facilement être réalisés avec un club ou une classe.

Chaque groupe sera encadré par un enseignant universitaire astronome.

Tous les participants recevront une documentation sur l'ensemble des thèmes ainsi qu'une bibliographie. Ils auront accès à une bibliothèque, à un petit atelier et à un laboratoire photographique. Le stage est gratuit.

Les demandes d'inscription à ce stage ou de renseignement sont à adresser à:
Melle L. Gouguenheim Université de Paris-Sud Centre Scientifique d'Orsay
Laboratoire d'Astronomie Batiment 426 91405 ORSAY CEDEX

Merci de joindre une enveloppe timbrée pour la réponse.

Une grande réforme réussie

Rares sont les périodes de l'histoire sans conflits plus ou moins sanglants entre des peuples et notre époque n'échappe pas à cette "règle". Pourtant, il y a un domaine pour lequel l'accord est universel au sens de l'humanité : le calendrier grégorien est utilisé partout, dans n'importe quel journal, chinois, arabe ou indien vous savez au moins reconnaître la date.

C'est en 1582, il y a exactement quatre siècles, que le pape Grégoire XIII édicta la réforme qui porte son nom. Un succès complet en moins de quatre cents ans, cela mérite célébration.

Une réforme était nécessaire Le calendrier julien avait été adopté par l'Eglise chrétienne qui en avait fait le cadre de ses fêtes. En particulier, le Concile de Nicée (325) avait énoncé la règle pour déterminer la date de Pâques, "le premier dimanche qui suit la première pleine lune de printemps". Et cette année-là, l'équinoxe avait eu lieu le 21 mars.

On s'aperçut assez vite que le système julien d'un jour bissextile tous les quatre ans donnait une année trop longue (365,25 j en moyenne) par rapport à l'année tropique (365,2422 j, valeur précise, moins bien mesurée à l'époque). La différence soit 0,0078 j correspond à 11 mn 14 s ; en quatre siècles, le calendrier julien prend un retard de trois jours sur les saisons et on s'en aperçut dès le 8^{ème} siècle. Alors on commença à discuter d'une réforme et tout le monde sait que discuter sur des réformes ça demande du temps. Des conciles s'en préoccupèrent à partir du 13^{ème} siècle. Double objectif : trouver une formule évitant le décalage des trois jours en quatre siècles, revenir au 20 ou 21 mars pour l'équinoxe de printemps par fidélité à la situation du Concile de Nicée (et non pas à ce que voulait Jules César qui fixait l'équinoxe au 25 mars).

La réforme Le Pape Grégoire XIII réunit une commission de savants, parmi lesquels les frères Lelio, le jésuite allemand Clavius..., qui constata le décalage : en 1582, l'équinoxe avait lieu le 11 mars, le calendrier avait pris dix jours de retard depuis Nicée. Sur l'avis de cette commission, s'édicta la réforme attendue :

- 1) Rattraper le retard ; à Rome, le jeudi 4 octobre 1582 fut suivi du vendredi 15 ;
- 2) Eviter que ce retard se reproduise en supprimant trois jours bissextiles tous les quatre siècles (1700, 1800, 1900, 2100, ... ne seront pas des années bissextiles).

Grâce à cette réforme, l'année civile grégorienne a pour valeur moyenne 365,2425 j soit un excès de 0,0003 j sur l'année tropique : notre calendrier aura pris un jour de retard en l'an 4916 ; qu'on y pense à temps !

La réussite de la réforme Elle ne fut pas immédiate ; changer les habitudes n'est pas une petite affaire. L'opposition entre Catholiques et Protestants freina l'adoption d'une décision qui avait été prise par un pape.

Cette décision ne fut appliquée en octobre (la seule véritable

révolution d'octobre) que dans les Etats Pontificaux. En France, Henri III décida que le lendemain du dimanche 9 décembre 1582 serait le lundi 20 décembre. En Angleterre et en Suède, il fallut attendre 1752 pour appliquer la réforme et rattraper onze jours (en Angleterre, 1700 avait été bissextile). En Russie, c'est à partir du 23 janvier 1920 (lendemain du 10) que le calendrier grégorien remplaça les dates dites "vieux style" (si bien que la révolution dite d'octobre eut lieu en novembre 1917).

On comprend que cette suppression de jours ait posé des problèmes, en particulier pour les banquiers qui devaient calculer les intérêts des emprunts. Cependant, s'il y eut à chaque fois décalage des dates, on prit soin de conserver la continuité des jours de la semaine, ce rythme de sept jours auquel nous sommes habitués.

9-20 décembre 1982 Que ferons-nous à cette époque ? Il n'est pas question de supprimer les jours entre le 9 et le 20 décembre de la présente année, mais on peut imaginer, dans nos classes, maints intermèdes calendaires ; réfléchir aussi pourquoi ce calendrier grégorien, avec toutes ses bizarreries (mois inégaux, mobilité dans la semaine des dates fixes, mobilité dans les dates des jours de la semaine, etc) a finalement obtenu l'accord général. Aucune des trois durées, semaine, mois, année n'est multiple ou diviseur d'une des autres. La date de Pâques peut vagabonder du 22 mars au 25 avril. Ceux que ces fantaisies offusquent rêvent d'un calendrier moins fantaisiste mais alors ils doivent introduire des jours hors semaine. Briser le rythme de la semaine, le calendrier républicain ne s'en est pas remis.

Je crois qu'il faut se faire aux fantaisies du calendrier grégorien et surtout universel. Ces fantaisies ont aussi du bon, elles masquent ce que certains appellent la monotonie des jours, ceux qui ne savent ou ne peuvent diversifier leurs occupations. Surtout, l'universalité de l'accord pour ce calendrier est une chose trop précieuse pour la compromettre en croyant faire mieux. Et cette année, commémorons un quatre fois centenaire qui se porte bien.

Evariste Dupont

Bibliographie : l'article ci-dessus est largement inspiré par l'excellent "Que sais-je?" 203 de Paul Couderc "Le Calendrier". Voir également dans le compte-rendu de l'Ecole d'été Grasse 1981, GT 12 "Les calendriers".

Remarque : je regrette de lire dans l'article "calendrier" de l'Encyclopaedia Universalis "que l'équinoxe de printemps a lieu le 24 ou 25 avril (c'est moi qui souligne) suivant que l'année est bissextile ou non". C'est inexact et plus compliqué que cela ; si l'année est bissextile, équinoxe le 20 mars à coup sûr ; si l'année n'est pas bissextile mais précède une année bissextile, équinoxe le 21 ; les autres années, consulter les Ephémérides.

§ § § § § § § § § § § §

DEVINETTE

Que fait l'astronome après le passage d'une étoile filante ?

(communiquée par Jen-Pierre Parisot)

voir réponse page 17

Un astronome géodésien

Jean PICARD (1620-1682)

suite et fin

Dans le Cahier 17, nous avons raconté les premières années de l'astronome Jean Picard : l'utilisation du micromètre d'Auzout, la mesure d'un arc de méridien, enfin le voyage à Uraniborg et la providentielle rencontre avec Römer. Une nouvelle tâche allait absorber Picard et l'empêcher de publier les documents de Tycho Brahé : il s'agissait de dresser la carte de France, car Louis XIV, roi tout puissant disent les manuels d'histoire, n'avait qu'une idée fort imprécise de la topographie et des limites de son royaume.

La carte de France A partir de 1679, Picard, aidé de La Hire, consacre tout son temps à des mesures de longitude. Voici ce qu'écrit Pingré : "Picard et La Hire partent de Paris en septembre pour parcourir les côtes septentrionales et occidentales de la France, et pour déterminer la position géographique des principaux points de ces côtes. L'objet était de parvenir à construire une carte exacte de la France. Les latitudes se déterminent facilement et exactement par des hauteurs méridiennes. Pour les longitudes, on observait tant à Paris que sur les côtes, le plus qu'il était possible d'éclipses du premier satellite de Jupiter. Cela ne donnait, il est vrai, que des approximations ; mais on avait du moins par ce moyen des positions moins erronées que celles qu'on avait précédemment déterminées."

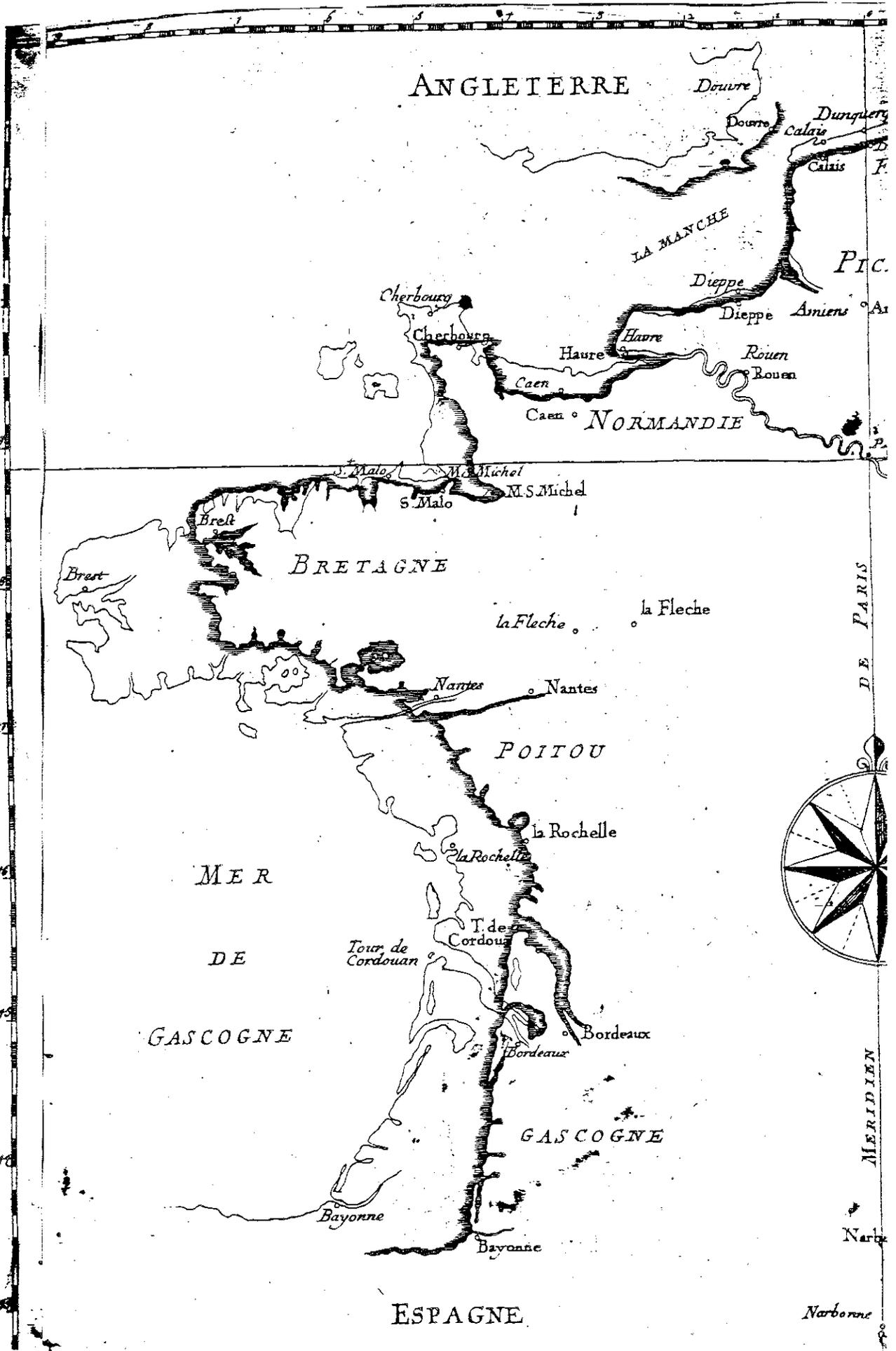
Il nous paraît intéressant de reproduire la carte et le commentaire tels qu'ils sont publiés dans le "Recueil d'observations faites en plusieurs voyages, par ordre de sa Majesté, pour perfectionner l'astronomie et la géographie avec divers traités astronomiques par Messieurs de l'Académie Royale des Sciences" (1693). Le format des Cahiers Clairaut nous contraint à couper la carte en deux : les côtes de la Manche et de l'Atlantique d'une part, celle de la Méditerranée d'autre part avec une importante correction sur la latitude de Lyon. On remarque aussitôt l'importance des corrections apportées aux cartes antérieures. Quant à l'île de Fer dont il est question dans le texte, elle fait partie de l'archipel des Canaries ; jusqu'au XVIII^{ème} siècle, les cartes marines de tous les pays y faisaient passer le méridien origine. Picard, au contraire, rapporte toutes ses mesures au méridien et à la latitude de Paris.

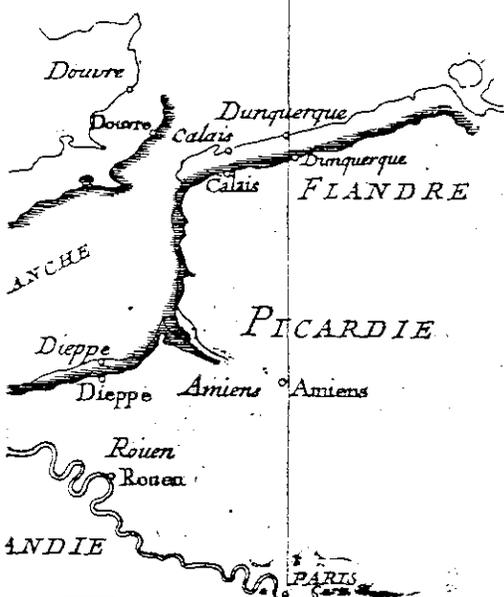
Voici donc le texte de Picard qui renvoie à la carte reproduite plus loin :

POUR LA CARTE DE FRANCE

corrigée par les Observations de MM Picard et de la Hire

On a jugé qu'il estoit à propos de donner icy dans la carte suivante un résultat des Observations qui ont esté faites pour sa correction, afinque l'on pust voir dans une seule figure tout ce qu'elles contiennent, et où elles

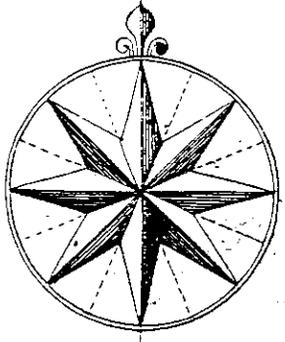




PARALLELE DE PARIS

eché

DE PARIS



Lion
Lion

MERIDIEN

ITALIE



sont différentes de ce qui est posé dans la Carte que M. Sanson, l'un des plus illustres Géographes de ce siècle, présenta à Monseigneur le Dauphin en 1679.

Ce que l'on a marqué en lignes ponctuées est copié exactement sur cette Carte, laquelle a zsté réduite à la moitié. Les noms des villes dont la position est aussi tirée de cette Carte, sont écrits en caractères italiques ; la correction de la position des costes qui est déduite des Observations précédentes, est marquée d'un trait simple avec un peu d'ombrage du costé de la mer, comme on fait ordinairement ; et les noms des villes dont la position est corrigée, sont écrits en caractères Romains.

Les degrez de latitude ou hauteurs de Pole sont marquez des deux costez dans la brodure, en sorte qu'il est aisé de voir les corrections qu'il faut faire aux hauteurs de Pole des lieux qui sont marquez. Pour ce qui est des degrez de longitude, qui servent ausso à connoistre la différence des Meridiens des lieux proposez, on les a marquez dans la mesme bordure en haut et en bas ; mais on en a commencé la division au Meridien qui passe par l'Observatoire en allant au Levant et au Couchant, en sorte que la différence de longitude des lieux marquez dans cette Carte parroist la mesme qui est donnée dans les Observations qui ont esté faites dans ces mesmes lieux, et par correspondance à l'Observatoire. On a crû qu'on ne devoit point marquer les longitudes comme elles sont ordinairement dans les Cartes, en commençant à l'Isle de Fer, comme il a esté établi, parce que nous ne connoissions pas exactement la position de cette Isle à l'égard de l'Observatoire.

On a proposé icy la Carte de M.Sanson comme la plus juste de toutes les modernes qui ont esté données au public, pour faire voir combien les Observations sont différentes des relations et des memoires sur lesquels les plus excellens Geographes sont obligez de travailler, et que l'on ne doit pas leur imputer des fautes telles qu'on les peut voir dans cette Carte touchant la position des costes de Languedoc et de Provence, qui sont tres-

|| éloignées de la vérité pour les hauteurs de Pole que
|| l'on peut observer assez facilement."

Les derniers projets A la lumière de ces résultats, Picard put facilement convaincre Colbert de l'intérêt qu'il y aurait à réaliser une triangulation générale de la France pour en dresser une carte exacte. Le projet fut adopté et Pingré le dit près de son achèvement en 1756 quand paraissent ses "Annales" : cette carte est la plus ancienne anètre de celles que l'IGN nous vend aujourd'hui.

Autre projet élaboré par Picard : mesurer les ascensions droites des astres par observation au quart de cercle du plan méridien ; à l'époque, Rômer n'a pas encore réalisé la première lunette méridienne, il ne le fera qu'après son retour à Copenhague, c'est à dire après la Révocation de l'Edit de Nantes. C'est La Hire qui réalisera les mesures proposées par Picard. Celui-ci meurt le 12 octobre 1682, probablement d'une rétention d'urine, comme Tycho Brahé (selon Pingré).

° °

Les lecteurs jugeront peut-être excessive la place faite dans ces Cahiers à l'oeuvre de Picard. Je me défendrai en présentant deux arguments. En premier lieu, les mesures réalisées par Picard ont eu une grande importance ; travaux obscurs qui n'apportent pas la gloire comme la découverte des anneaux de Saturne (Huygens) ou celle de quelques satellites (Cassini) mais qui sont la condition d'une bonne astronomie. En second lieu, Picard n'a pas de chance ; Pingré qui le cite souvent, le fait mourir en 1683 (Picard aurait sans doute bien voulu prolonger son oeuvre d'un an, la maladie l'en empêcha) ; aujourd'hui, le Thesaurus de l'Encyclopedia Universalis le signale seulement comme cité dans l'article "électricité" ; il est vrai que Picard observa des lueurs dans un baromètre, des décharges électriques dans un gaz très raréfié mais sa mesure de l'arc de méridien fut autrement importante puisqu'elle fut utilisée de façon déterminante par Newton (ce que signale l'E.U. dans l'article "Newton").

Enfin, dernière raison, plus pédagogique celle-ci, nos élèves de collège ou de lycée peuvent facilement comprendre l'intérêt des mesures de Picard.

K.Mizar

RENCONTRE ASTRONOMIQUE A CAEN

L'Observatoire Populaire de Rouen, l'Association Normande d'Astronomie (Caen) et le Groupe Astronomique de Querqueville (Cherbourg) organisent une rencontre régionale pour la vulgarisation de l'Astronomie:

Samedi 20 et Dimanche 21 Novembre 1982
Centre Régional de Documentation Pédagogique
21, rue du Moulin du Roy CAEN

Renseignements et inscriptions: Association Normande d'Astronomie
10, rue Eugène Boudin 14000 CAEN
téléphone (31) 86.39.67

Objectif: information réciproque sur l'action et les moyens des personnes et des groupes.

L'HELIOLABE

Note de la rédaction: Ce texte nous a été communiqué par notre collègue Victor Aguerre du groupe "Ciel" des Centres d'Entraînement aux Méthodes d'Education Active (CEMEA). Le groupe Ciel des CEMEA a mené une réflexion approfondie sur les instruments anciens et leur utilisation pédagogique. Il a ainsi édité 3 brochures sur la réalisation et l'utilisation de ces instruments. On peut se les procurer en s'adressant à: Victor Aguerre Groupe Ciel CEMEA 54 Avenue Kennedy 64200 BJARRITZ

L'héliolabe est un astrolabe simplifié qui visualise:

- la sphère terrestre et ses coordonnées
- l'écliptique, c'est-à-dire le grand cercle de la sphère céleste décrit par le Soleil dans son mouvement apparent au cours de l'année.

Il permet de résoudre certains problèmes propres au Soleil: mouvement diurne, heure solaire, heure du lever et du coucher, hauteur du Soleil, culmination, déclinaison, passage au vertical Est-Ouest, différences selon les latitudes... Les multiples possibilités de cet appareil ne peuvent être totalement explicitées dans le cadre de cette fiche.

Disons aussi que l'astrolabe fut considéré comme le "joyau mathématique" du Moyen-Age.

L'héliolabe comprend:

- 1 - un support ou tympan sur lequel sont tracés:
 - l'équateur et les tropiques
 - la ligne méridienne ou ligne des 12 heures
 - le cercle d'horizon
 - les cercles de hauteur jusqu'au zénith
 - le vertical est-ouest passant par le zénith
 - le cercle extérieur des heures
- 2 - un cercle mobile représentant l'écliptique divisé en 12 mois gradués de 5 jours en 5 jours ou plus
- 3 - une alidade-index de repérage portant les graduations des déclinaisons du Soleil.

Tracé et construction de l'héliolabe:

L'héliolabe est la projection d'une sphère céleste (ou d'une sphère armillaire) sur une surface plane (fig. 3a)

- PP' représente l'axe polaire
- AB représente l'équateur
- EF représente le tropique du Cancer
- CD représente le tropique du Capricorne
- FC représente l'écliptique ou course du Soleil au cours de l'année, du tropique du Cancer au tropique du Capricorne.

On procède à partir du pôle sud P' à la projection de ces différentes coordonnées sur le plan de l'équateur (projection stéréographique) et l'on retrouve:

- l'équateur en AB (sans changement)
- le tropique du Cancer en ef
- le tropique du Capricorne en cd
- l'écliptique en cf
- et le pôle nord en p

Il s'agit alors de tracer les 3 cercles concentriques en respectant les diamètres ainsi définis par la projection et le cercle de l'écliptique tangent au tropique du Cancer et au tropique du Capricorne. (fig. 3b).

Tracé de l'horizon et des cercles de hauteur. (fig. 4)

On commence par choisir la valeur du rayon de l'équateur et on trace le cercle.

L'horizon est un grand cercle dont le plan est incliné par rapport à l'axe polaire d'un angle égal à la latitude du lieu. Sur ce dessin HH' est le plan du cercle

de l'horizon incliné de 49° (latitude de Paris) sur l'axe SS' .

- MM' est le plan du cercle de hauteur de 10°
- NN' est le plan du cercle de hauteur de 30°
- Z est le zénith, à la verticale de l'horizon.

Procédons à la projection à partir de S sur l'axe vertical:

- HH' donne hh'
- MM' donne mm'
- NN' donne nn'
- Z donne z

Oh milieu de hh' est le centre du cercle de l'horizon

Om milieu de mm' est le centre du cercle de hauteur 10°

On milieu de nn' est le centre du cercle de hauteur 30°

On procède ainsi à tous les tracés des cercles de hauteur de l'horizon au zénith.

Tracé du vertical Est-Ouest (fig. 1)

Le plan du vertical Est-Ouest passe par le zénith. Il est aisé de trouver le centre d'un cercle passant par 3 points E, z, W en traçant les médiatrices.

Tracé de l'alidade-index (fig. 5)

Sur l'alidade-index sont graduées les déclinaisons du Soleil de $-23^\circ 27'$ (tropique du Capricorne) à $+23^\circ 27'$ (tropique du Cancer) en passant par l'équateur 0° .

Tracé des heures.

Le cercle extérieur de l'héliolabe est divisé en 24 heures (2 fois de 1h à 12 h) graduées de quart d'heure en quart d'heure, ou plus si on le désire.

Tracé de l'écliptique (fig. 6)

La figure 6 représente le cercle de l'équateur et le cercle de l'écliptique. Les deux axes de l'écliptique correspondent aux solstices d'été et d'hiver pour le grand axe et aux équinoxes de printemps et d'automne pour le petit axe. On trace sur le cercle de l'équateur les ascensions droites de chaque mois (voir les éphémérides) puis on les projette sur le cercle de l'écliptique. Grader chaque mois de 5 jours en 5 jours ou plus (fig. 2).

Remarque:

Tous les tracés de cet héliolabe ont été effectués à partir d'un rayon du cercle de l'équateur de 50 mm pour une latitude bien déterminée de 49° (latitude de Paris).

Chaque tympan correspond à une latitude donnée et ne peut être utilisé qu'à cette latitude. C'est pourquoi les astrolabes anciens comportaient plusieurs tympan interchangeables de latitudes différentes. Par contre, le tracé de l'écliptique est valable pour toute latitude.

MONTAGE DE L'APPAREIL.

Disposer l'écliptique puis l'alidade sur le tympan et percer avec précision les 3 centres respectifs avec une épingle ou une punaise.

Pour une utilisation pratique de l'héliolabe il est conseillé:

- de coller le tympan sur du contreplaqué
- de faire une copie sur transparent de l'écliptique
- de coller ou tracer l'alidade sur du carton fort

CONSTRUCTION TRIGONOMETRIQUE DE L'HELIOLABE.

1 - Chacun des cercles de l'équateur, tropiques et déclinaison du Soleil est à une distance angulaire déterminée du pôle Nord:

équateur: 90°

déclinaison $+15^\circ$: 75°

tropique du Capricorne : $113^\circ 27'$

tropique du Cancer : $66^\circ 33'$

Soit R le rayon de l'équateur

Rayon du cercle du tropique du Capricorne = $R \times \text{tg}(113^\circ 27'/2)$

HELIOLABE

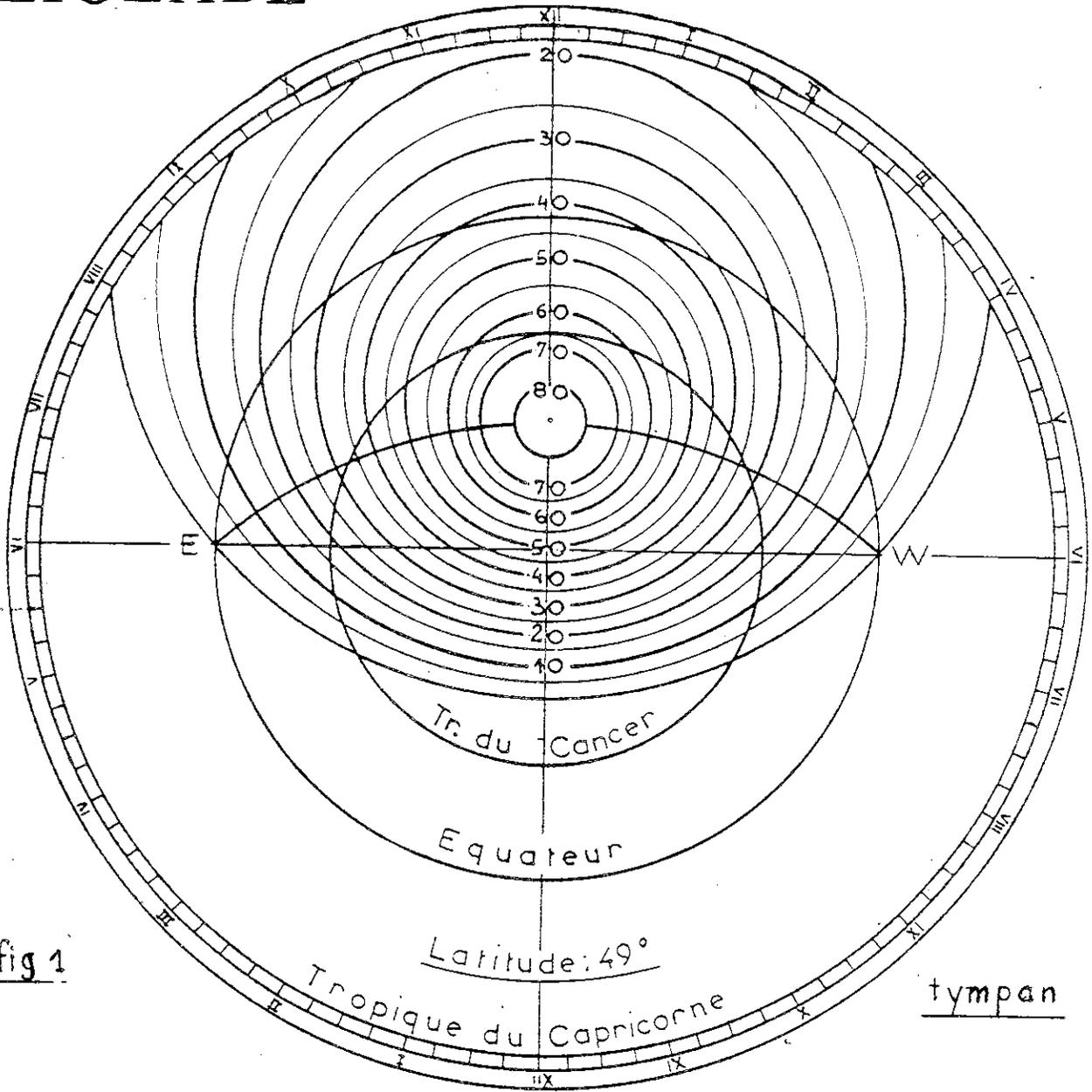


fig 1

tympan

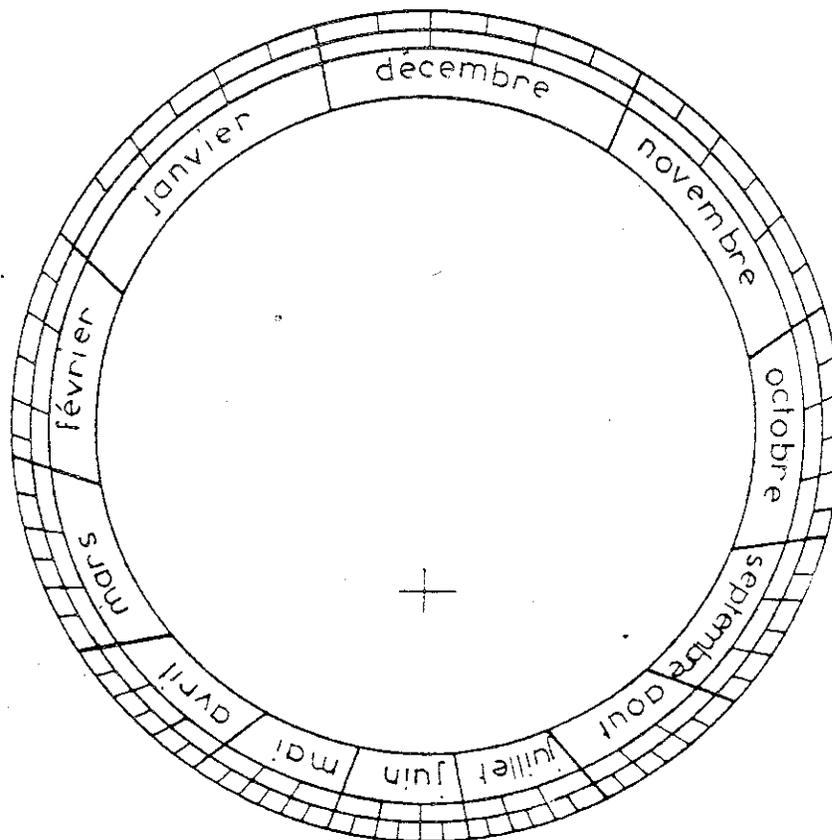


fig 2

écliptique

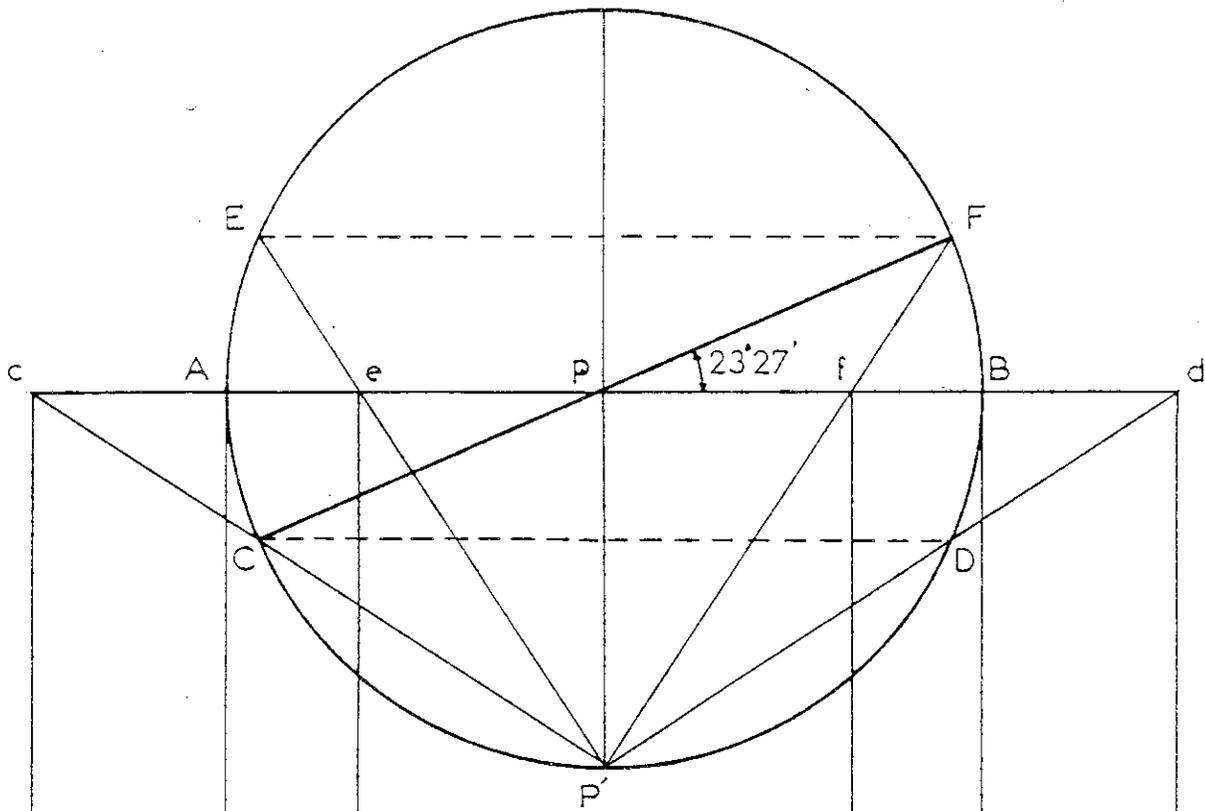


fig 3a

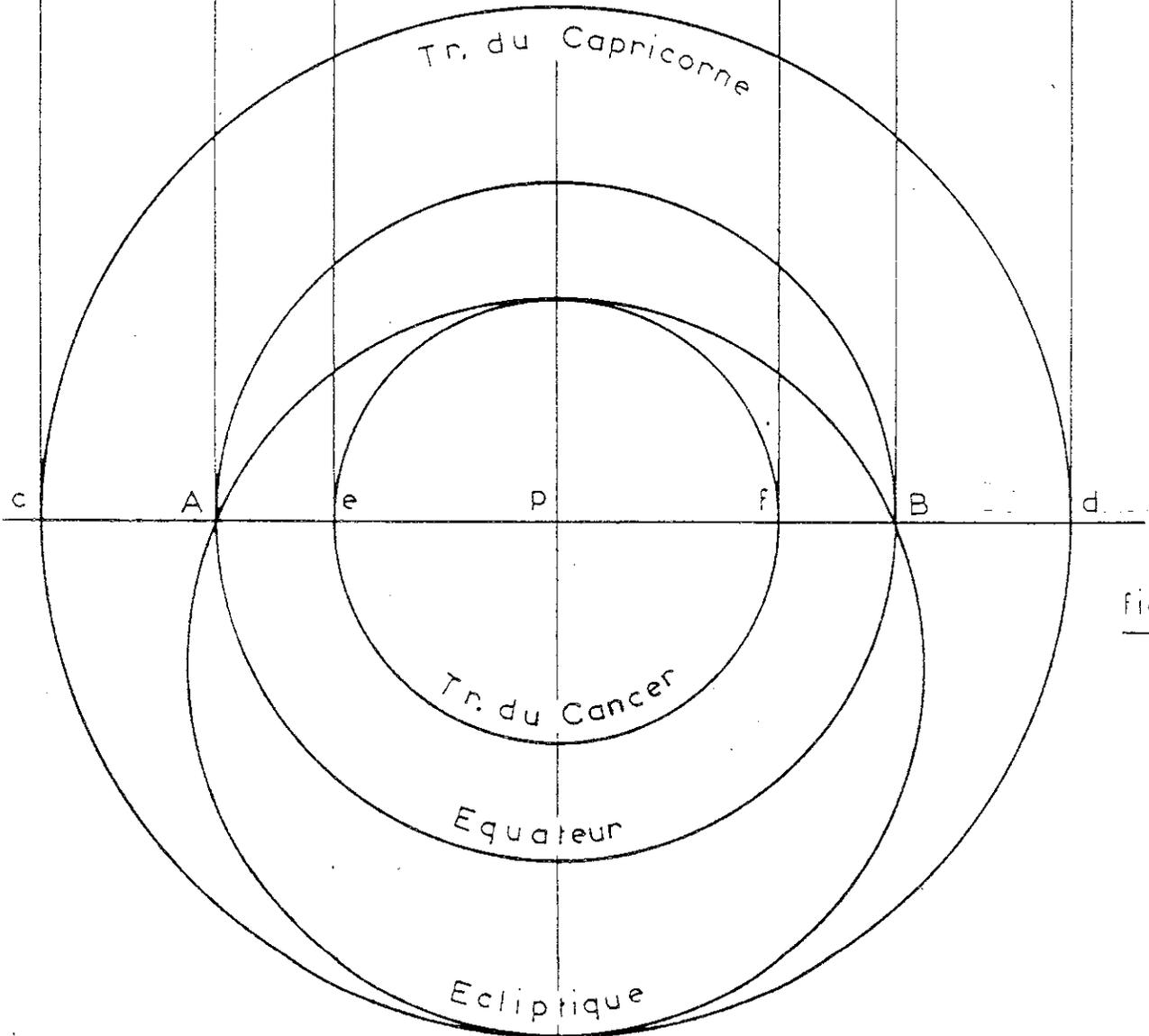


fig 3b

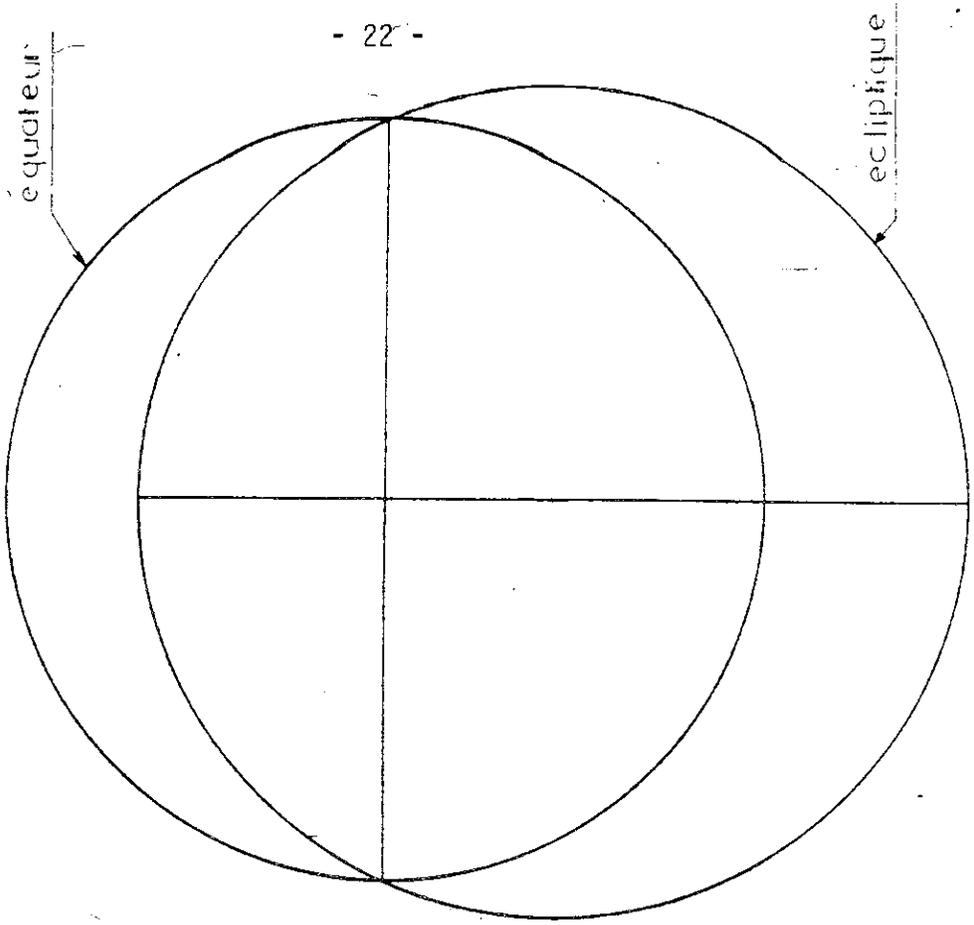


fig. 6

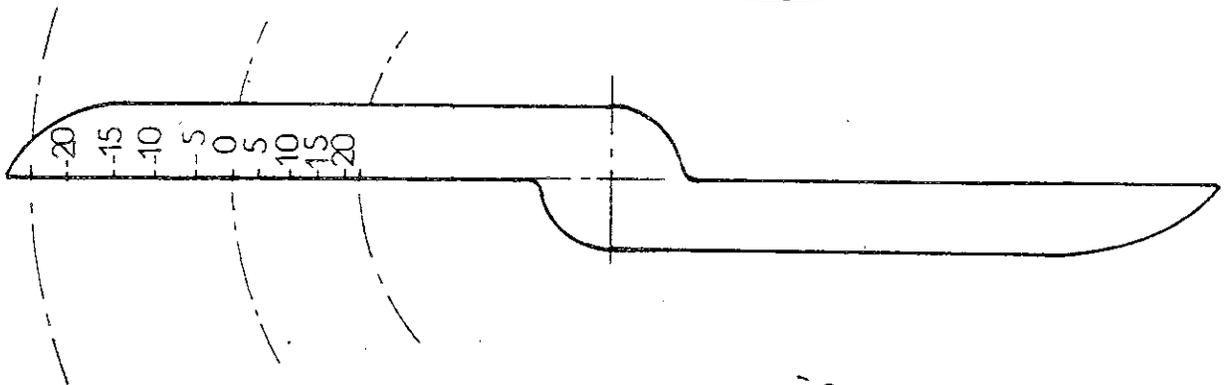


fig. 5

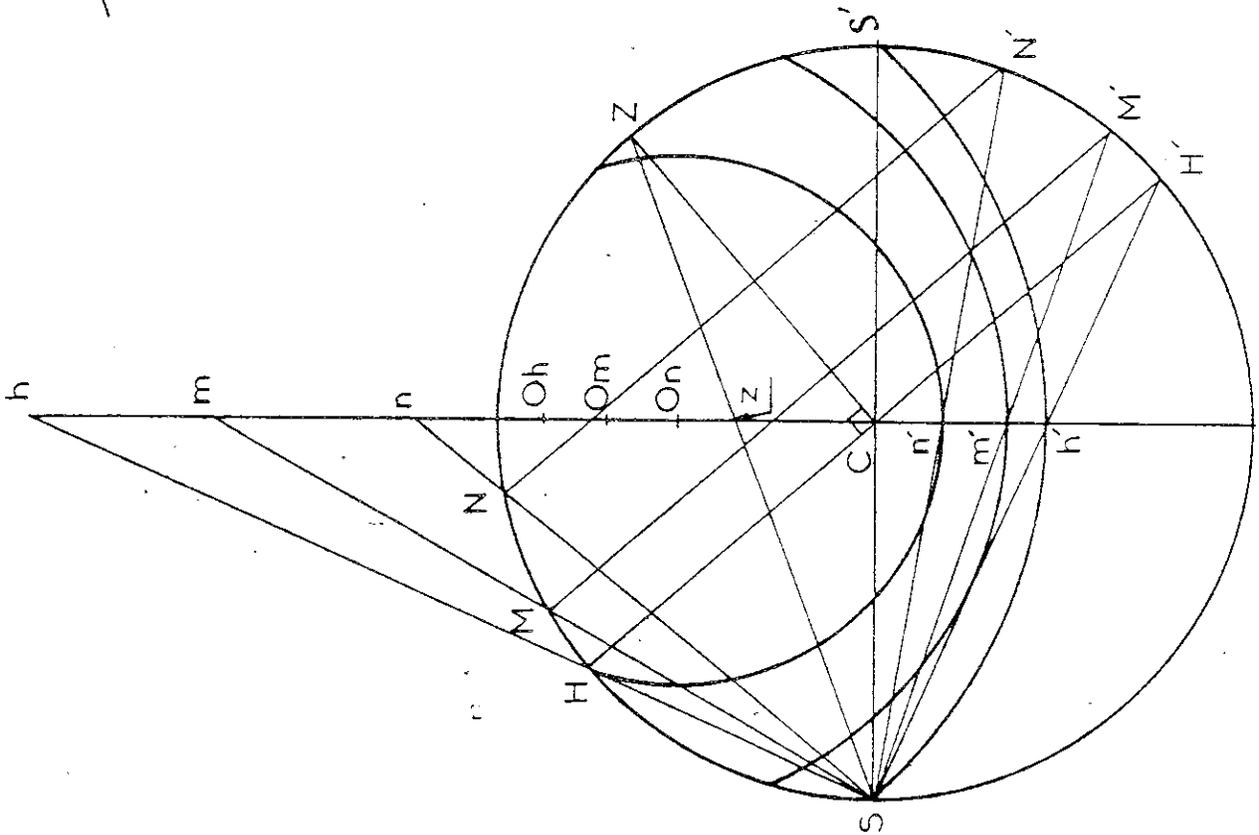


fig. 4

Soit R le rayon de l'équateur:

Rayon du cercle du tropique du Capricorne = $R \times \text{tg} [(113^\circ 27')/2]$
Rayon du cercle du tropique du Cancer = $R \times \text{tg} [(66^\circ 33')/2]$
Rayon du cercle de déclinaison $+15^\circ$ = $R \times \text{tg} (75^\circ/2)$

2 - Le centre du cercle de l'horizon est à une distance du centre de l'héliolabe de:
 $R \times \text{tg} (90^\circ - \varphi)$; φ = latitude du lieu.
Le cercle horizon passe par E et W.

3 - Le cercle de hauteur situé à n degrés au-dessus de l'horizon coupe la ligne méridienne ou ligne de 12 heures à une distance du centre de l'héliolabe de :

$R \times \text{tg} (\varphi - n)/2$
Le rayon de ce cercle est égal à $(R/2) [\text{tg} (\varphi - n)/2 + \text{cotg} (\varphi - n)/2]$

4 - le centre du cercle du vertical Est-Ouest passant par E, z et W est à une distance au-dessous du centre du cercle de l'héliolabe de:
- $R \times \text{tg} \varphi$

QUELQUES PROBLEMES RESOLUS PAR L'HELIO LABE.

1 - Déterminer l'heure du lever et du coucher du Soleil.

Positionner la date désirée de l'écliptique sur le cercle de l'horizon (côté Est) et placer l'alidade à l'intersection des deux cercles pour lire l'heure sur le cercle extérieur.

2 - Lire l'heure locale.

Mesurer la hauteur du Soleil (par exemple grâce au quadrant de Copernic) Placer la date sur le cercle de hauteur calculée, amener l'alidade à l'intersection de la date et du cercle de hauteur et lire l'heure sur le cercle des heures.

3 - Déterminer l'heure de passage du Soleil au vertical Est-Ouest.

Au printemps et en été le Soleil se lève au Nord-Est et se couche au Nord-Ouest. Dans sa course diurne il franchit le vertical Est-Ouest le matin et l'après-midi à une heure bien précise.

En automne et en hiver le Soleil ne peut franchir le vertical Est-Ouest car il se lève vers le Sud-Est et se couche vers le Sud-Ouest. Ce phénomène est bien visualisé par l'héliolabe.

Placer la date sur le vertical Est-Ouest (arc de cercle passant par E, le zénith et W) et amener l'alidade à l'intersection des deux cercles pour lire l'heure.

4 - Connaitre la déclinaison du Soleil à une date déterminée.

Placer l'alidade sur la date choisie et lire la déclinaison du Soleil sur l'alidade (la déclinaison étant la distance angulaire du Soleil par rapport à l'équateur).

5 - On peut d'autre part constater:

- qu'à une heure déterminée (10 h par exemple) la hauteur du Soleil varie suivant la date ou la saison: placer l'alidade à 10 h et faire tourner l'écliptique.

- Que l'azimut du lever du Soleil varie suivant la date.

- Il est intéressant de faire des observations sur la culmination du Soleil à midi suivant la date etc...

Chacun pourra avec des tympans de latitudes diverses faire de très intéressantes observations sur le mouvement apparent du Soleil et ses différentes positions dans l'espace.

+++++
| Lectures pour la Marquise et pour ses amis |
+++++

Stellarem Sous ce nom, le CNDP de la Marne avec l'Union des Physiciens de Reims et le groupe Sciences et Culture en Champagne Ardennes édite une carte céleste mobile tournant sous un cache ajouré. La carte a été calculée et tracée à l'aide d'un micro-ordinateur. Ses auteurs sont R.Eymann (SAF) et D.Van Labeke (maître assistant à l'Université de Reims). Au stellarem est joint un planirem 82 dû à notre Collègue G.Bazin qui permet de déterminer la position des planètes.

Le prix est modique : 10 F (commandes à l'Agent comptable du CRDP, ccP 27 00 58 Chalons/Marne).

Le multiguide nature de l'astronomie par Ian Ridpath (relié 224 p, éd. Bordas) est la traduction d'un ouvrage paru en anglais sous le titre "The Young Astronomer's Handbook". De façon très élémentaire il couvre toute l'astronomie depuis son histoire jusqu'à l'étude, forcément restreinte, de l'évolution cosmique. Une soixantaine de pages décrivent les constellations et aideront les débutants dans leur exploration du ciel.

Ephémérides 82 de "Pulsar" La sympathique revue Pulsar éditée par la Société d'Astronomie Populaire de Toulouse, comme chaque année, publie un numéro spécial, les éphémérides de l'année. En 60 pages, les positions jour après jour du Soleil, de la Lune, des planètes principales et des satellites galiléens de Jupiter.

Dans les revues

Pour la Science (n°53, mars 82) Les satellites de Saturne par L.Soderblom et T.Johnson. (N°54, avril 82) Titan par T.Owen ; Les quasars, des témoins du début de l'Univers par P.Osmer. (n°55, mai 82) La distribution des galaxies ; vides et superamas par S.Gregory et L.Thompson. (n°56, juin 82) Complexes géants de nuages moléculaires dans la Galaxie par Leo Blitz.

La Recherche (n°131, mars 82) Neptune est-elle entourée d'anneaux ? par André Brahic. (n°132, avril 82) Le milieu interstellaire par Roger Ferlet ; Einstein à Paris par Michel Biezanski. (n°133, mai 82) L'astronomie Maya par A.F.Aveni ; Dossier "Mythe et Science" Des constructions de l'esprit humain par J.M.Smith ; Entre le mythe et la science, la morale par P.Valadier ; Idéologie et vérité par E.Schatzman. (n°134, juin 82) Vénus : des volcans sous un ciel orangé par A.Repairoux.

Pochette d'initiation à l'Astronomie

Sous ce nom Christian Canard (ASTAM Viry 39360 Vaux les Saint Claude) vend un planiciel, format 30x30 cm, Cette carte tournante donne à chaque instant de chaque jour de l'année l'image du ciel: 900 étoiles, amas et nébuleuses. Le planiciel, agréé par le Ministère de l'Education Nationale, est vendu 40 francs. On peut obtenir en outre (pour un prix global de 90 francs) une carte de la Lune montrant les détails de son relief visibles dans des jumelles, un disque de coordonnées permettant la recherche des coordonnées de position des étoiles et un cahier d'Astronomie, utile complément de Travaux-Pratiques pour l'observateur débutant.

COURRIER DES LECTEURS

La tête dans le ciel, signes et traces Chaque année depuis 1976, le service éducatif du Musée des Beaux-Arts de Pau organise, autour et à partir du Musée, en collaboration avec des associations et des organismes socio-éducatifs et culturels, une animation de la ville dont le temps fort se situe, le plus souvent, vers les mois d'avril ou mai. Il y a plusieurs mois le service éducatif, le groupe des Centres d'Entraînement aux Méthodes d'Education Active (CEMEA) des Pyrénées Atlantiques et un collectif de créateurs, l'Innomable Atelier (IA) de Bordeaux, décidaient d'assurer en commun, en 1982, cette animation annuelle sur le thème "La tête dans le ciel, signes et traces".

Sur ce thème générique, diverses propositions sont présentées aux publics, enfants et adultes, dans le Musée de Pau, en d'autres points de la ville ou de son agglomération, sous forme d'expositions, d'animations, de créations, de rencontres-débats. Deux axes, correspondant à la spécificité des CEMEA et de l'IA traversaient le thème :

- "Lire dans le ciel" par les CEMEA, dans le but d'ouvrir au plus grand nombre des connaissances sur le monde, proche et lointain, qui vit sous nos yeux.
- "Les archéologies du ciel" par l'IA, un travail de fouilles, de recherches de traces, de reconstructions à mi-chemin entre réel et imaginaire.

Ainsi, jusqu'au 20 mai 1982, l'imaginaire et la création, les sciences et les techniques ont été au rendez vous à partir du 8 avril, après un prélude d'un mois au cours duquel de nombreux enfants des écoles paloises et des communes voisines, accueillis par les CEMEA, ont travaillé à partir de l'exposition de la Maison de la Culture de Bourges, "L'astronomie dans la ville". Parmi les réalisations et les observations, citons le planétaire de Jacques Garçon, instructeur CEMEA et l'exposition CEMEA sur : la mesure du temps et les cadrans solaires, une étoile nommée Soleil, pourquoi les signes du zodiaque ?

Mon terroir, c'est les galaxies Tel est le titre d'un PACTE astronomie développé en 1982 au collège Valcourt à Toul. A côté d'une activité astronomique, le projet comportait des activités théâtrales et culturelles en liaison avec le millénaire de la Cathédrale de Toul. En ce qui concerne l'astronomie, un stage d'une semaine a eu lieu avec un grand succès pendant les vacances de Pâques. Si bien que notre Collègue Jean-Claude PAUL, animateur du club d'astronomie du Collège, craint presque d'être débordé. Lors du stage dix lunettes ont été construites pour un prix de revient de 120 F l'une.

La Terre vue de l'espace C'est le thème d'une école d'été organisée du 5 au 10 juillet 1982, au lycée international de Saint-Germain en Laye par l'Association Nationale Sciences Techniques Jeunesse (ANSTJ, dont le siège est au Palais de la Découverte). La même association organise à Castres deux écoles d'été du 2 au 12 juillet sur les thèmes "Energie Solaire", "Techniques aérospatiales". En nous adressant ces renseignements, Françoise Wyns nous signale

que l'ANSTJ est en relation avec une vingtaine de clubs d'astronomie dans des CES ou des lycées. Avis au CLEA qui devrait tenter un recensement exact de toutes ces heureuses initiatives.

L'astronomie à l'école

Sous ce titre, l'Inspection Académique de l'Hérault diffuse auprès de tous les établissements d'enseignement du premier et du second degré une brochure de seize pages préfacée par M.Y. Doumergue, Inspecteur d'Académie. Des stages ouverts aux enseignants volontaires ont lieu à l'Observatoire d'Aniane mis à la disposition par l'AFA. La Société Astronomique de l'Hérault collabore à cette initiative. Enfin, pour la formation continuée des enseignants des stages sont prévus à l'Ecole Normale et à l'Université dans un IRES (Institut de Recherche sur les Enseignements Scientifiques) qui fonctionnera à partir de la rentrée 82.

Le département de l'Hérault donne ainsi un exemple de ce qu'il est possible d'organiser. Et si c'est possible à Montpellier, pourquoi ne le serait-ce pas, avec toutes les variantes imaginables, dans les autres départements ?

Un problème historique

Il nous est proposé par notre Collègue E. Bernay, à Angers : le problème lui a été soumis par un ami archéologue à la suite de la découverte d'une inscription ancienne.

" Etant donné que Frakaz et son épouse Gwenn sont descendus en 460 après J-C. dans la baie de St Brieuç, étant donné qu'ils ne pouvaient débarquer que vers 5 heures de l'après-midi, étant donné que la traversée de la Manche ne pouvait se faire qu'à la belle saison, soit durant les mois d'avril, mai ou juin, peut-on retrouver quel jour ils ont mis pied sur la terre ferme ?"

Un exercice plus facile

S'il y avait des petits hommes verts sur Mars, pour un habitant résidant sur l'équateur de la planète, quelle serait la durée entre le lever et le coucher de Phobos ? Ne pas oublier, en répondant à cette question de préciser dans quelles directions, pour l'observateur martien, auraient lieu ce lever et ce coucher. Supposez, pendant que vous y êtes, que l'observateur martien s'intéresse à la Terre ; quelle serait, pour lui, l'élongation maximale de la Terre ?

o o

POUR REALISER UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE SIMPLIFIEE

Jeu de lentilles simples (objectifs et oculaires montés en support) pour réaliser une lunette astronomique simple de grande valeur pédagogique.

Diamètre: 50 mm; focale: 1 m; grossissement: 40 x.

Plan de montage complet de la lunette et de sa monture joint gratuitement à chaque envoi.

Jeu de lentilles: 55 francs

Jeu de lentilles + tubes en carton: 75 francs

(les prix s'entendent TTC et port compris)

ASTAM Viry 39360 VAUX LES SAINT CLAUDE (tel: 84 42.47.51)

Nouvelle fabrication - Qualité améliorée.

SEANCES D'ASTRONOMIE DANS 41 ECOLES DE BESANCON:
BILAN D'UNE EXPERIENCE

ORGANISATION

Dans le cadre du centenaire de l'Observatoire de Besançon nous avons organisé avec le concours de l'Inspection Académique, des séances d'Astronomie et un concours de dessin dans les écoles primaires (classes de cours moyen) de la ville. Un questionnaire envoyé au début de l'année scolaire par l'Inspection Académique a permis de recenser les écoles intéressées par les séances et le concours. Nous avons reçu 41 réponses positives sur la soixantaine d'écoles primaires de la ville, et nous avons été amenés à faire 46 séances entre octobre 81 et mars 82, touchant environ 2 700 élèves de cours moyens. Certaines grandes écoles ont bénéficié de 2 et même 3 séances, suivant l'importance des effectifs.

LES SEANCES

Une séance d'Astronomie durait environ une heure. Elle comportait la projection d'une cinquantaine de diapositives astronomiques, la plupart en couleurs: les observatoires, la Terre, les planètes telluriques, Jupiter, Saturne et leurs satellites, les comètes, les nébuleuses gazeuses et les galaxies. Nous avons fait intervenir les élèves pendant la projection: au début ils répondaient à nos questions (qu'est-ce qu'un cratère, un météore ? peut-on vivre sur la Lune ?) et à mesure que le sujet leur devenait moins familier, ce sont eux qui posaient les questions. A la fin de la projection nous proposons un concours de dessin doté de prix sur l'un des thèmes abordés pendant la séance.

BILAN

L'accueil a en général été favorable; certaines écoles nous ont même demandé de faire participer les élèves des cours élémentaires. Les conditions matérielles n'étaient pas toujours les meilleures (projecteurs, dimensions et obscurité de la salle), mais les séances se sont presque toujours très bien déroulées. Les enfants étaient toujours intéressés, les questions et commentaires fusaient à chaque nouvelle diapositive. Nous avons été surpris (et les Maîtres aussi) de constater combien certains enfants savent de choses sur l'Univers. Nous avons aussi été très frappés par leurs questions pertinentes, signe d'une certaine maturité. Par ailleurs à cet âge les enfants hésitent à poser leurs questions. Cet intérêt pour l'Astronomie peut s'expliquer par la fascination devant l'inconnu, mais aussi par un besoin d'information initié par les récentes missions interplanétaires et incomplètement satisfait par les media. Nous avons constaté que les classes les plus réduites étaient les plus attentives et qu'au delà de 50 élèves l'assistance devenait difficile à maîtriser. Les séances en fin d'après-midi sont aussi à déconseiller.

Le concours de dessin a été peu suivi (moins de 30% de participation).

CONCLUSION

Cette opération est une expérience; elle a été menée de façon bénévole par quelques astronomes professionnels dans le cadre du centenaire de l'observatoire de Besançon. Elle a montré que les enfants de dix ans sont parfaitement capables de comprendre et profiter d'une description détaillée du système solaire et de l'Univers. Leur attention peut se maintenir pendant une heure et ils posent des questions très pertinentes qui montrent qu'ils ont déjà réfléchi au problème.

C'est une expérience qui mérite d'avoir des suites.

Emmanuel Davoust

Observatoire de Besançon

o o o o o o o o o

LES QUESTIONS

Les questions que posent les enfants (et parfois aussi les maîtres) sont intéressantes parce qu'elles montrent comment ils essayent de percevoir l'Univers. Ce sont les questions les plus simples qui sont souvent les plus difficiles.

Elles se résument à: d'où ça vient? pourquoi c'est là (ou à quoi ça sert)?
pourquoi et comment ça fait ça? Comment le savez-vous?
Nous donnons ci-dessous la liste des questions les plus intéressantes.

ORIGINE ET CAUSE

Origine des planètes, étoiles, comètes, anneaux de Saturne, météorites.
Comment naissent, meurent les étoiles, combien de temps vivent-elles ?
L'Univers a-t-il toujours existé?
Pourquoi y a-t-il des anneaux autour de certaines planètes et pas d'autres?
Pourquoi y a-t-il une atmosphère, de la glace, des volcans ... sur certaines planètes et pas sur d'autres?
A quoi servent les anneaux, les satellites?

LES FORCES DANS L'UNIVERS

Qu'est-ce qui fait tourner les planètes autour du Soleil ?
Qu'est-ce qui fait se déplacer les comètes?
Pourquoi les planètes ne tombent-elles pas sur le Soleil, les satellites sur les planètes ?
Comment l'eau de la Terre ou d'une autre planète fait-elle pour ne pas tomber ?
Comment un satellite artificiel se déplace-t-il et comment fait-on pour le manœuvrer?
Je pèse 30 kg sur la Terre, combien pèserais-je sur la Lune, sur Mars...?
Comment font les étoiles pour s'ordonner dans un amas, une galaxie spirale?

LES CATASTROPHES (inquiétude devant ces forces)

Une comète, une autre planète, une étoile peuvent-elles rencontrer la Terre ?
Deux comètes, planètes, étoiles, galaxies peuvent-elles se rencontrer ?
Que se passe-t-il alors ?
Que se passe-t-il si la Terre, une planète, une étoile est près d'une étoile qui explose ?

CONNAISSANCES GENERALES ET QUESTIONS DE BON SENS.

Pourquoi les planètes et le Soleil sont-ils ronds?
Peut-on vivre sur telle ou telle planète, et y a-t-il de la vie ailleurs que sur Terre ?
Vitesses, dimensions, température, âge, nombre de planètes, comètes, étoiles ?
Si à l'origine l'Univers se réduisait à un point, qu'est-ce qu'il y avait autour ?
Pourquoi l'espace est-il noir ?
Pourquoi les jours de la semaine ont-ils les noms des planètes ?
Qui a donné leur nom aux planètes, étoiles, comètes et galaxies ?
Quel est le grossissement des télescopes ?
Pourquoi certaines étoiles explosent-elles ?
Qu'est-ce qui retient la chaleur du Soleil dans l'atmosphère d'une planète?

COMMENT SAIT-ON ...

Qu'une comète est nouvelle ou déjà connue ?
Le nom des astres ?
Que Jupiter et Saturne sont liquides ?
La température au centre du Soleil ?
Tout ce qu'on sait sur les étoiles ?

REPONSE A LA DEVINETTE DE LA PAGE 12

"Il efface une étoile sur la carte du ciel" !!

Réponse authentique, tirée d'un article du Petit Journal du 20 novembre 1928

Chronique du CLEA
(Comité de Liaison Enseignants et Astronomes)

Le Cahier 17 a signalé la réunion constitutive du Comité de Liaison Enseignants et Astronomes. La discussion qui a pu alors se développer a conduit à l'adoption d'un texte intitulé "Déclaration d'intention du CLEA". Ce texte doit être considéré comme la charte de l'association, le programme actuel de son action.

Au cours de la même réunion, ont été adoptés les statuts de l'association qui, au moment où paraîtra ce Cahier 18, seront officiellement déposés.

Nous donnons ces textes in extenso pour l'information de tous les lecteurs des Cahiers qui seront les premiers concernés par l'action du CLEA. Nous les tiendrons régulièrement au courant des démarches entreprises et des réalisations possibles.

DECLARATION D'INTENTION DU CLEA

Les membres du CLEA, au cours de la réunion constitutive de leur association, le 7 mai 1982, à Paris (salle 4 du Collège de France), ont adopté le texte suivant qui fixe l'orientation de leur action.

1. Avoir une conscience aussi précise que possible du monde dans lequel nous vivons fait partie de cette culture qui devrait pouvoir être dite générale parce que commune à tous. Il n'en est rien. On doit déplorer une grande méconnaissance des éléments de l'astronomie les plus accessibles à l'observation quotidienne ou à la réflexion la plus immédiate. Ceci, aussi bien chez les adultes que chez la grande majorité des écoliers et des étudiants.

Nous voulons combattre l'opinion que la science est inabordable au profane. Notre expérience d'enseignants ou d'astronomes nous assure que la satisfaction d'une légitime curiosité pour les faits et les choses de l'Univers est réalisable et qu'elle est aussi nécessaire à la culture générale de tous qu'à l'avancement de la recherche.

2. Pour commencer, nous voudrions agir dans l'enseignement, de la Maternelle aux Universités. Non en suggérant la rédaction de nouveaux programmes mais en souhaitant commencer par le commencement : donner aux enseignants la formation préalable indispensable en s'appuyant sur leur compétence pédagogique et sur leur expérience du métier.
3. Le plan de quatre ans que le CLEA proposera au Ministre de l'Education Nationale pour la formation initiale et continuée des enseignants en astronomie sera basé sur les principes suivants :
 - à tous les stades de son développement, il ne sera fait appel qu'à des enseignants volontaires ;
 - l'administration de l'Education Nationale devra apporter son soutien logistique à l'entreprise, en particulier par l'organisation des stages de formation ainsi que d'une campagne générale d'information ;
 - Ces stages conjugueront l'information théorique indispensable avec des travaux pratiques d'observation, de mise au point de matériels didactiques et du bon usage de ces matériels ; ils devront aussi et surtout favoriser les échanges entre astronomes

et enseignants ainsi qu'entre enseignants exerçant à des niveaux différents, ceci hors de toute contrainte hiérarchique.

4. Des stages de durée suffisante (7 à 10 jours, écoles d'été, etc) seront un bon moyen de former des animateurs qui pourront ensuite assister des astronomes dans l'encadrement des stages régionaux qui devront être organisés.
5. Le calendrier suivant est proposé :
 - Juillet 1982, présentation du projet au Ministre de l'Education Nationale ;
 - Octobre 1982, début d'une campagne de motivation en faveur de l'enseignement de l'astronomie par l'organisation de stages régionaux ; juillet 1983, stage national de conclusion sur l'impact des stages régionaux ;
 - Octobre 1983, selon les conclusions des stages précédents, organisation d'une expérimentation plus développée dans cinq académies choisies d'après les possibilités favorables qu'elles offrent ; poursuite de la campagne de motivation dans les autres académies ; bilan en juillet 1984 ;
 - Octobre 1984, extension de l'expérimentation et mise au point progressive d'une politique générale de diffusion de l'enseignement de l'astronomie jusqu'au terme du plan de quatre ans.
6. Les membres du CLEA apprécient déjà les possibilités qui existent pour introduire l'astronomie dans les unités de formation du DEUG des instituteurs. Ils s'efforceront de développer de moyen qui favorise l'initiation à l'astronomie dès l'école primaire.
7. Un service d'organisation et de coordination des actions envisagées devra être créé ; appel sera fait à l'administration de l'Education Nationale pour qu'elle y apporte son aide.
8. Afin que l'action de promotion pour l'enseignement de l'astronomie soit mieux connue dans tous les milieux de l'enseignement, la publication des Cahiers Clairaut, bulletin trimestriel du CLEA, sera développée. Un effort spécial de diffusion devra être entrepris.
9. L'action du CLEA devra également s'étendre vers les médias afin que l'information astronomique du public soit développée et améliorée. Des interventions auprès des Ministres de la Communication, de la Culture, de la Recherche Scientifique et de la Technologie seront entreprises.

LES STATUTS DU CLEA

Article premier - Il est formé une association dont la dénomination est "Comité de Liaison Enseignants et Astronomes" (CLEA). L'association est mise sous le régime de la loi du 1^{er} juillet 1901.

Art 2 - Le CLEA a pour but de promouvoir l'enseignement de l'astronomie à tous les niveaux de l'enseignement public, dans les organismes de culture populaire et, en particulier, dans le cadre de la formation initiale ou continuée des enseignants et des animateurs d'associations culturelles.

Art 3 - Le siège social du CLEA est à l'Université de Paris -Sud à Orsay.

Art 4 - Le CLEA est ouvert : 1) aux membres de l'enseignement public en activité de fonction, en congé ou en retraite; 2) aux astronomes professionnels en activité de fonction, en congé ou en retraite ; 3) aux personnes physiques ou morales ayant manifesté par leurs activités leur intérêt pour l'enseignement de l'astronomie.

Art 5 - Pour faire partie du CLEA, il faut être agréé par son Bureau qui statue, lors de chacune de ses réunions, sur les demandes d'admission présentées.

Art 6 - Le CLEA se réunit en assemblée générale une fois au moins par an, cette réunion étant convoquée un mois à l'avance. L'assemblée générale est formée des membres présents du CLEA et de leurs délégués. Tout délégué doit être membre du CLEA et ne peut disposer d'un nombre de mandats supérieur au dixième du nombre des membres adhérents donc à jour de leur cotisation. L'ordre du jour de l'assemblée générale est fixé par le Conseil ; il est porté à la connaissance des membres du CLEA avec la lettre de convocation ; toute question proposée par un dixième au moins des membres du CLEA est inscrite à l'ordre du jour. Cet ordre du jour comporte obligatoirement : 1) le rapport moral du Président ; 2) le rapport financier du trésorier ; 3) la fixation du taux annuel de la cotisation ; 4) l'élection à bulletins secrets du Conseil du CLEA.

Art 7 - Le CLEA est administré par un Conseil de quarante membres élus pour un an et rééligibles. Il se réunit une fois par trimestre et fixe l'orientation de l'action du CLEA.

Le Conseil élit, à bulletins secrets, un Bureau composé de cinq membres au moins et comprenant un président, un ou plusieurs vice-présidents, un ou plusieurs secrétaires ou trésoriers.

Le Bureau représente le CLEA dans toutes les démarches auprès des pouvoirs publics. Il peut s'adjoindre d'autres membres de l'association comme membres d'honneur.

Art 8 - Les Cahiers Clairaut réservent une partie de chacun de leurs numéros aux activités du CLEA. L'abonnement aux Cahiers est indépendant de la cotisation au CLEA. Le Bureau du CLEA est représenté dans le comité de rédaction des Cahiers.

Art 9 - Le Conseil peut proposer à l'assemblée générale un règlement intérieur précisant les modalités d'application des présents statuts.

Art 10 - Toute modification aux présents statuts doit être votée par une assemblée générale extraordinaire convoquée un mois à l'avance avec seulement cette modification à l'ordre du jour.

BUREAU PROVISOIRE DU CLEA

En conclusion de la réunion constitutive du CLEA un Bureau provisoire a été constitué de la manière suivante :
Présidents d'honneur: Jean-Claude Pecker et Evry Schatzman ; Présidente : Melle Lucienne Gouguenheim ; Vice-Présidents: Agnès Acker, André Brahic, Jeanine Chappelet, Hubert Gié ; Secrétaires-Trésoriers : Jacques Dupré et Gilbert Walusinski.

Adresser toute correspondance ou demande de renseignement sur le CLEA à Gilbert Walusinski, 26 Bérengère, 92210 St CLOUD (tél (1)771 69 09)..

