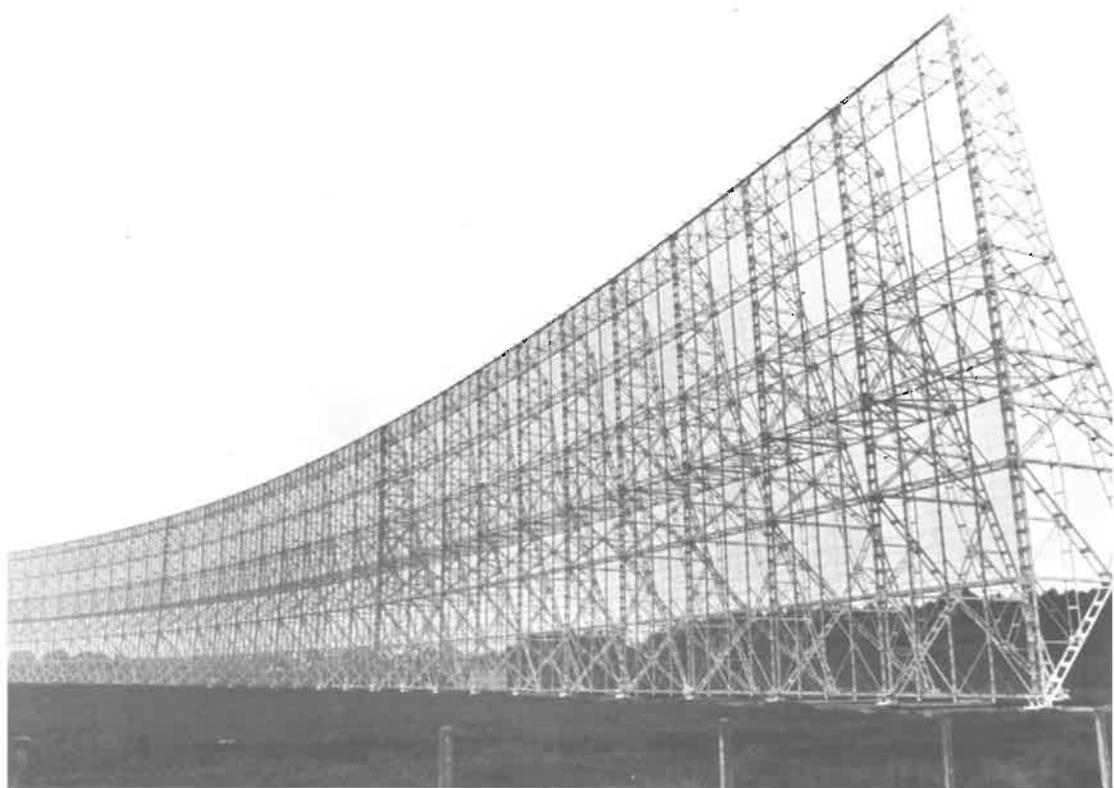


**SOCIETE  
ASTRONOMIQUE  
DE LYON**





Ancien élève de l'École Normale Supérieure —Promotion 1916—, titulaire de la Légion d'Honneur à titre militaire, Georges THOVERT s'est éteint au matin du vendredi 19 mars 1976, après avoir été terrassé en une dizaine de jours par deux opérations chirurgicales, comme un chêne qu'on abat. Conscient jusqu'à la fin, et parmi nous le 28 février encore, le lundi 22 mars, ses parents, ses collègues professeurs de mathématiques, ses anciens élèves, ses nombreux amis de la Société Astronomique de Lyon et d'ailleurs, nous l'avons conduit à sa dernière demeure.

Sa fidélité à sa chère Société Astronomique de Lyon, comme Trésorier depuis 1935 —peut-être même avant—, comme Vice-Président de 1937 à 1939, comme Président de 1964 à 1966 et comme membre toujours présent semblait ne pas devoir finir. La tenue simple, rigoureuse et fort précise qu'il faisait de la trésorerie de notre Société en témoigne.

Avec Lucien SIMIAND qui, lui aussi, nous a quittés subitement après une brève maladie en août 1973, ils furent à eux deux les piliers permanents les plus fidèles et les plus sûrs de notre vieille Société lorsque cette dernière devait reprendre son souffle.

Successivement professeur de mathématiques au lycée Carnot à TUNIS puis à DIJON, il est nommé au lycée Ampère de Lyon en octobre 1930. Il y restera jusqu'en 1968 (sauf une année au lycée du Parc) et une interruption en 1940-41 où il fut prisonnier en Allemagne. Son frère Jean-François, chef de travaux de physique à l'Université de Lyon, lui, est mort en déportation.

Durant ces près de quarante années au lycée Ampère, non seulement il enseigna en excellent pédagogue ces mathématiques dont nous ne gardons pas tous un bon souvenir, mais en sortant des sentiers battus de la pédagogie traditionnelle, par la réflexion qu'il suscitait inlassablement et par l'originalité dans l'agencement de ses cours, il donna à plusieurs de ses anciens élèves le goût, l'appel et même la vocation d'approfondir toujours plus ces dites mathématiques. Jusque dans sa famille il éveilla des mathématiciens.

Précurseur —tranquille comme on le connaissait— dès 1949, il introduisit l'axiomatique dans ses cours. Seul ou en collaboration, il rédigea plusieurs manuels scolaires. Tout en continuant à militer au sein de l'Association des Professeurs de Mathématiques, jusqu'en 1967 il participa activement aux expériences pédagogiques qui préfiguraient le renouveau de l'enseignement des mathématiques. Regrettons ici —car il en a bien souffert— qu'une de ses dernières expériences avec de jeunes élèves de 4e et de 3e —alors qu'il était retraité contractuel— fut arrêtée sans faire la 3e, pour faire place non pas à un jeune professeur de mathématiques, mais à un jeune physicien. Il se livra désormais à ce qu'il appelait son «tricot» : des calculs sur les nombres de Fermat qui sont repris actuellement par son petit-fils à l'aide d'un ordinateur.

La clarté de ses vues, enrichies par son esprit toujours critique et marquées par un flegme inébranlable, lui permit de calmer les passions trop vives et de militer longuement au Syndicat National de l'Enseignement Secondaire. Il s'exposa également à bien des ennuis en se trouvant aux côtés des forces antifascistes à la naissance du Front Populaire.

Son étonnante discrétion nous cachait aussi qu'il était fervent et régulier bouliste, joueur d'échecs et surtout friand de problèmes d'échecs, joueur de mah-jong, de bridge une ou deux fois par mois, membre de la chorale Witkowski, membre de l'Union Rationaliste, cryptographe, philatéliste, intéressé aux romanciers Anglais et à la langue Danoise qu'il parlait couramment. Bref, un intellect toujours en éveil et en action.

Nous nous souviendrons donc qu'il fut un grand pédagogue tant par son enseignement que par son comportement. Il était de ceux pour qui la beauté matérielle des lieux et de la nature n'a d'égal que la beauté intellectuelle et quasiment poétique des mathématiques ou de la mathématique.

Discret jusqu'à être secret, ce grand enseignant nous aura appris aussi que la grandeur des valeurs fondamentales de l'individu humain, comme les lois de l'Univers, restent marquées par la simplicité.

*Albert CICERON*

*(On consultera utilement, à ce sujet, l'article de P. Guérin dans « Planètes et satellites »)*

## QU'EST-CE QUE LA VIE ?

Il est extrêmement difficile de la définir, et de très nombreux scientifiques préfèrent se limiter à la recherche de la vie « de type terrestre ». On peut tout de même généraliser un peu, et tenter de trouver des caractéristiques fonctionnelles de la vie qui soient indépendantes du milieu. L'autonomie du mouvement n'est pas suffisante (cristaux), l'alimentation et la respiration sont trop vagues, la reproduction aussi car pouvant prendre des formes insoupçonnées (scissiparité). On peut proposer la cohésion, c'est-à-dire la capacité pour l'être de renouveler constamment sa propre matière par assimilation du milieu extérieur, si nécessaire ; la capacité de communication avec le monde extérieur (excitabilité, action sur le milieu ambiant).

## L'APPARITION DE LA VIE :

1) La matière vivante terrestre est constituée de molécules géantes très complexes dont l'ossature est formée d'atomes de carbone. Actuellement on incline à penser que ce corps est le seul capable de donner des composés aussi particuliers et, les lois de la chimie étant universelles, que le carbone est donc à la base de toutes les molécules organiques dans l'univers.

2) Les édifices moléculaires organiques sont très fragiles et demandent en particulier des conditions de température assez précises ; la vitesse des réactions chimiques est très faible aux basses températures, et les molécules sont désorganisées aux fortes températures.

3) L'apparition de la vie doit se faire en milieu gazeux ou liquide (mobilité des molécules), riche en carbone, azote, oxygène et hydrogène.

4) Remarquons enfin que la vie terrestre ne cesse d'évoluer vers des formes plus complexes et mieux adaptées au milieu environnant ; il est raisonnable d'étendre cette caractéristique à la vie en général.

5) En dernier ressort, c'est l'énergie de rayonnement qui fournit le « moteur » pour l'apparition de la vie ; il est donc nécessaire de se placer dans un milieu où le niveau de rayonnement est suffisant et où il peut être absorbé par la matière.

## EXISTENCE DE LA VIE EXTRATERRESTRE :

Les conditions ci-dessus font rejeter d'emblée certains milieux : les étoiles, où la température est beaucoup trop élevée, le milieu interstellaire, où le niveau de rayonnement est beaucoup trop faible, le milieu interplanétaire et les petits corps célestes sans atmosphère, où le niveau de rayonnement stérilisant est trop élevé. Par contre, les planètes de taille suffisante pour avoir une atmosphère peuvent convenir.

Dans notre système solaire, à part la Terre, Mars semble le candidat le mieux placé, même si ses chances ont souffert de la découverte de la ténuité de son atmosphère. Sur Vénus, la température de 4 à 500 degrés au sol laisse peu d'espoir ; toutefois, il n'est pas exclu de trouver de la vie dans des régions de haute altitude où la température doit être beaucoup plus basse. En raison de la température très basse qui y règne, les grosses planètes semblaient hors de la biosphère solaire, jusqu'à ce que l'on mette en évidence une source d'énergie interne pour Jupiter. On peut donc espérer une température beaucoup plus clémente dans les couches profondes de l'atmosphère, laquelle contient par ailleurs en abondance tous les éléments nécessaires à la formation des molécules dites

actuelle— qui fait rage autour de la météorite qui chût à Orgueil en 1864, et où certains pensent avoir mis en évidence la présence d'hydrocarbures biogéniques et même d'éléments organisés d'origine biologique.

Les vues actuelles sur l'évolution stellaire font de l'apparition d'un système de planètes une étape normale de la vie de la plus grande partie des étoiles (naines de types F, G, K). Même pour les étoiles les plus proches, ce système planétaire est inobservable directement, et ne se révèle que par les perturbations qu'il apporte dans le mouvement de l'étoile centrale. Van de Kamp a ainsi étudié les vingt étoiles les plus proches du Soleil et découvert que le tiers avait un ou des compagnons obscurs de masse planétaire. Il y a donc sans doute des milliards de planètes dans la Galaxie. Peuvent-elles abriter la vie ?

L'étoile centrale doit être de type moyen, de masse assez faible, de façon à présenter un rayonnement stable sur plusieurs milliards d'années, avec un niveau suffisant, sans excès (d'ultraviolet par exemple).

Les étoiles multiples sont à éliminer en raison de la complexité des orbites planétaires dans ces systèmes.

Au total, une étoile sur 1 000 peut posséder une Terre. En étant encore un peu pessimiste, on arrive à cent millions de « Terre » dans la Galaxie.

Il est très délicat d'aller plus loin, car nos minces connaissances en biologie ne nous donnent aucun moyen d'évaluer la probabilité d'apparition de la vie à partir du moment où toutes les conditions favorables sont remplies dans un milieu donné. Deux écoles s'affrontent :

Pour les uns, inspirés par des sentiments religieux le plus souvent, la vie est un phénomène exceptionnel confiné à la Terre. C'est l'opinion d'un Monod, par exemple, pour lequel la prodigieuse complexité des molécules organiques réduit à néant l'espoir de voir deux fois dans l'univers ce miracle qu'a constitué leur synthèse accidentelle dans l'atmosphère de la jeune Terre.

Pour les autres, la vie apparaît nécessairement là où les conditions lui sont favorables. Les expériences où l'on a recréé les conditions supposées exister sur notre globe à l'aube de son histoire, ont toujours conduit à la création de molécules de type biogénique, quoique l'on soit bien incapable d'expliquer pourquoi. Cette conception semble donc bien correcte, et la Terre serait donc une planète moyenne au point de vue développement de la vie.

On peut plonger encore un peu dans l'arbitraire et se demander combien de sociétés existent actuellement dans l'univers. Notons au passage qu'une culture non scientifique semble invraisemblable : des expériences ont prouvé que les animaux supérieurs eux-mêmes, après satisfaction de leurs besoins naturels, éprouvent le besoin d'explorer leur environnement. Si l'on prend comme hypothèse que la durée de l'émergence d'une civilisation scientifique comme la nôtre est de 5 milliards d'années, et suivant que l'on adopte la théorie de l'auto-destruction ou celle du contrôle de croissance, on trouve 750 sociétés ou plusieurs millions de sociétés scientifiques. Comme il y a de nombreux facteurs de destruction d'une société, on peut penser que le nombre de sociétés atteignant le million ou le milliard d'années est beaucoup plus faible dans ce dernier cas.

## COMMUNICATION AVEC LA VIE EXTRATERRESTRE :

La méthode la plus économique est celle des ondes radio, et la longueur d'onde la plus « connue » de l'univers est celle de l'hydrogène neutre (21 cm) ; avec des intensités comme celles réalisées actuellement, un radiotélescope de 30 m de diamètre suffirait pour nous écouter à 10 Années-Lumière ( $\tau$  Cet et  $\epsilon$  Eri). D'où le projet OZMA, qui fut un échec, comme il fallait s'y attendre : sur deux étoiles choisies a priori, il était extrêmement peu probable de découvrir une civilisation d'un niveau équivalent

justement au nôtre. Mais c'était à tenter... Le dialogue aurait de toute façon été artificiel, puisque questions et réponses se seraient suivies à des intervalles d'une dizaine d'années !

Il y a plus grave encore : si une civilisation scientifique est notre voisine, l'écart d'évolution a toutes les chances de se chiffrer par centaines de millions d'années et nous serons sans doute aussi incapables de communiquer avec ses représentants qu'un chimpanzé l'est de communiquer avec nous. Leur psychisme ne sera pas seulement supérieur au nôtre dans le sens d'une amélioration de nos capacités, il sera AUTRE. D'autant plus autre que, contrairement à ce qui se passe avec le chimpanzé, les organes des sens eux-mêmes ont des chances d'être incomparables chez les deux espèces.

Pour ce qui est du voyage direct jusqu'aux étoiles, la Relativité nous interdit tout espoir de faire l'aller et retour dans des délais raisonnables. Tout au plus peut-on envisager des voyages sans retour, durant des siècles ou des millénaires. Dans ce cas la contraction relativiste du temps (ou des distances, cela revient au même) donne des temps de parcours raisonnables. Par exemple, pour un astronef voyageant à l'accélération constante de 1 g pendant la moitié du trajet, puis freinant uniformément pendant le reste du parcours, il faudrait 21 ans pour atteindre le centre de la Galaxie, 28 ans pour la galaxie d'Andromède, durées mesurées dans l'astronef. Sur la Terre, cela représenterait environ 17 000 ans et 2 000 000 d'années respectivement. Malheureusement, aucune source d'énergie connue ne permet d'obtenir ce genre de performances ; avec la réaction la plus énergétique connue (matière/antimatière), pour une charge utile de 50 tonnes, qui semble bien un minimum pour trente ans de voyage, il faudrait une fusée de 100 000 tonnes composée pour moitié de matière et d'antimatière ! Les voyages interstellaires sont donc tout à fait irréalisables dans le cadre de nos connaissances en physique théorique.

Pour terminer, citons les chiffres du rapport établi en 1969 par le physicien E. Condon à la demande de l'USAF, et portant sur 7 669 observations d'OVNI aux USA de 1953 à 1965 : météores 18 %, étoiles et planètes 12 %, autres objets astronomiques 1 %, avions et ballons 27 %, satellites 7,5 %, escroqueries caractérisées 3,5 %, divers 10,6 %, données insuffisantes 17 %, OVNI 3,5 %.

# U. A. I. GRENOBLE

24 août - 2 septembre 1976

La seizième Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale (U. A. I.) se tiendra à l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble, à Saint-Martin-d'Hères du mardi 24 août au jeudi 2 septembre 1976.

Rappelons que l'Union Astronomique Internationale tient ses Assemblées Générales tous les trois ans et dans des pays différents, membres de l'U.A.I. C'est ainsi que l'Assemblée Générale de 1970 a eu lieu à Brighton (Angleterre) et celle de 1973 en partie (Assemblée Générale) à Sydney (Australie) et en partie (Assemblée Générale extraordinaire) à Varsovie, Cracovie et Torun (Pologne) pour commémorer le cinquantenaire de la naissance de Nicolas COPERNIC.

L'Assemblée Générale de l'U.A.I. est un événement de très haute importance scientifique dans le monde de l'Astrophysique et de la Géophysique. Elle réunit plusieurs milliers de savants et de chercheurs du monde entier. Elle se déroule avec un programme scientifique extrêmement chargé : réunions des commissions, débats, conférences, discussions. Signalons aussi qu'elle est précédée et suivie par de nombreux Symposiums et Colloques qui s'organisent dans le pays accueillant (la France pour 1976) et des pays voisins de ce dernier. Dès la parution du «Bulletin d'Information» de l'U.A.I. - 1976 et du «Programme Préliminaire», nous donnerons à nos lecteurs, toutes informations concernant les sujets, les dates et les lieux de ces symposiums et colloques.

D'autre part, nous vous rappelons qu'avant et après l'Assemblée Générale, ainsi que pendant le week-end des 28 et 29 août 1976, des visites seront organisées aux Observatoires de Haute-Provence, du Pic du Midi, de Paris-Meudon, de Nice, à Nançay et au CERGA (Centre d'Etude et de Recherches Géodynamiques et Astronomiques), près de Grasse.

## COMITE EXECUTIF

Président : Professeur L. GOLDBERG, Kitt Peak National Observatory, Tucson, Arizona, U.S.A.

Vice-présidents :	J. G. BOLTON	(Australie)
	Ch. FEHRENBACH	(France)
	W. IWANOWSKA	(Pologne)
	P. O. LINDBLAD	(Suède)
	B. LOVELL	(Angleterre)
	E. R. MUSTEL	(U.R.S.S.)

Secrétaire Général : G. CONTOPOULOS (Grèce)

Secrétaire Général Adjoint : Edith A. MULLER (Suisse)

Secrétaire exécutif : A. JAPPEL (Grèce)

Conseillers auprès du Comité Exécutif : B. STROMGREN (Danemark) et C. de JAGER (Hollande)

## COMITE D'ORGANISATION

Président : J. KOVALEVSKY, CERGA, Grasse.

Vice-Présidents : Y. AVIGNON, Observatoire de Meudon  
J. LEVY, Observatoire de Paris  
J.C. PECKER, Institut d'Astrophysique, Paris.

Secrétaire Général : G. WLERICK, Observatoire de Meudon.

Trésorier : S. DEBARBAT, Observatoire de Paris.

Pour toute correspondance relative à la Seizième Assemblée Générale s'adresser au Secrétaire Général, Monsieur Gérard WLERICK, Observatoire de Meudon, 92190 - MEUDON.

## PROGRAMME DES ACCOMPAGNANTS

Responsable du programme des Accompagnants : Madame J. DELHAYE.

## ASSEMBLEE GENERALE

La saison 1975/76 de la Société Astronomique de Lyon a débuté le 22 novembre 1975 à la Salle des Réunions Industrielles au Palais du Commerce par une conférence de M. Andrillat, Professeur à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Cette conférence dont le texte sera publié dans un prochain bulletin, fut précédée comme chaque année de l'Assemblée Générale dont voici le compte-rendu :

Après quelques mots d'introduction prononcés par M. A. Terzan, Président de la Société, M. Prud'homme, Secrétaire, donne lecture du rapport moral :

### Rapport Moral - Saison 1974-1975

Voici, très résumé, ce qu'ont été les activités de notre société depuis le mois de Septembre 1974.

10 conférences sur des sujets très divers ont pu être mises sur pied et ont, nous l'espérons, intéressé nos membres.

Une conférence exceptionnelle du Professeur Evry Schatzman a également pu être organisée.

Le 23 novembre 1974, il y a donc presque exactement un an, une cérémonie du souvenir a réuni de nombreux membres de notre société autour de la tombe de notre regretté Lucien Simiand. Une plaque témoignant la reconnaissance de la S.A.L. à son dévoué serviteur a été déposée à cette occasion.

3 bulletins ont pu paraître en cours d'année ; nous espérons que le suivant, qui sera le n° 6, pourra être expédié vers fin janvier.

Enfin, une sortie en groupe, initialement prévue fin Juin mais que nous avons dû retarder pour des raisons d'ordre pratique, a été organisée le 19 octobre 1975 à l'Observatoire Radio-Astronomique de Nançay. Le Secrétaire s'excuse des mauvaises conditions dans lesquelles, par sa faute, s'est effectué le voyage de retour.

Le Secrétaire : R. PRUD'HOMME

Ensuite M. Thovert, trésorier, expose le rapport financier :

### Rapport financier - Saison 1974/75

I - Recettes : Nous avons eu 157 cotisants qui ont versé 3 807 F. Cotisation moyenne : 24,25 F

*Pour mémoire* : Saison 72/73 : 150 cotisants pour 2 740 F (moyenne 18,27 F)  
Saison 73/74 : 190 cotisants pour 3 999 F (moyenne 20,86 F).

Le nombre des cotisants a baissé, mais la cotisation moyenne a augmenté : environ 25 à 30 F.

Pour la saison 74/75 il y a eu : 26 cotisations de moins de 20 F  
72 cotisations à 20 F  
10 cotisations à 25 F  
32 cotisations à 30 F  
17 cotisations supérieures à 30 F  
(dont 14 à 50 F)

La conférence de M. le Professeur E. Schatzman à la salle de la Cigale, compte tenu de la réception du conférencier, se solde avec un boni de 0,48 F !!

Le voyage à Nançay, en revanche, apporte un boni de 183 F.

Finalement, les recettes pour l'exercice 74/75 se montent à 3 990,68 F.

II — Dépenses : La location de la salle des Réunions Industrielles se monte à 1 144,80 F.

Les dépenses pour 4 bulletins (n° 2, 3, 4, 5) plus les circulaires et affiches se montent à 3 378,25 F.

Les frais de bureau s'élèvent à 639,50 F auxquels il faut ajouter les frais de la plaque déposée sur la tombe de M. Simiand, soit 380,50 F.

Ce qui porte le total des dépenses à 5 543,05 F. Le déficit pour l'exercice 74/75 est donc de : 5 543,05 — 3 990,68 = 1 557,37 F.

Il est clair que la dépense de 4 bulletins par an plus la location de la salle des Réunions Industrielles n'est pas couverte par les cotisations. Il est nécessaire de trouver de nouvelles ressources. Un des moyens d'améliorer la situation financière est le recrutement de nouveaux membres et nous demandons à chaque adhérent de faire un effort dans ce sens.

Le Trésorier : G. THOVERT

L'assemblée, après lecture du rapport financier, donne quittus à M. Thovert pour sa gestion. Monsieur Terzan présente, après le rapport financier, la liste des membres du Conseil d'Administration. Cette liste, soumise à l'approbation des membres présents, est ainsi composée :

Mesdames Becker, Bloch, Lunel, Martel

Messieurs : Beaudoin, Bergeat, Bigay, Cicéron, Cros, Dumont, Jacob, Marichy, Nguyen Huu Doan, Proisy, Prud'homme, Saute, Sogno, Sondaz, Terzan, Thovert.

La composition du nouveau Conseil d'Administration ne soulève aucune objection et est adoptée à l'unanimité. Après la conférence de M. Andrillat, le Conseil s'est réuni pour procéder à la constitution du Bureau dont voici la composition :

Président d'Honneur : M. le Professeur J. H. Bigay  
Directeur de l'Observatoire de Lyon

Président : M. Terzan A.

Vice-présidents : Mme Martel M. Th., M. Sogno P.

Secrétaire : M. Prud'homme R.

Secrétaire adjoint : M. Dumont T.

Trésorier : M. Thovert G.

Trésorier adjoint : M. Beaudoin C.

Bibliothécaire : M. Cicéron A.

## L'HOMME ET LE COSMOS

La librairie Larousse, en coédition avec Paris-Match, vient de terminer sa collection MAITRISE du MONDE par la publication de l'excellent ouvrage de Jean-Pierre CARTIER et de Stéphane GROUEFF :

### L'HOMME et le COSMOS

La parution de cet ouvrage au grand public lyonnais a eu lieu le 13 novembre à 20 h 30 dans la salle des Cordeliers (Palais du Commerce) avec la conférence de Stéphane GROUEFF sur le thème :

«L'origine et la nature de l'Univers : ce que les savants modernes croient en savoir».

Cette conférence, richement illustrée par des diapositives, a été suivie d'un film du C.N.R.S. et de la D.G.R.S.T. sur l'éclipse de Soleil de 1973.

La soirée s'est déroulée sous la présidence de M. Ph. de la Cotardière, secrétaire-adjoint de la Société Astronomique de France. Assistaient à cette réunion, Mme M. Th. Martel, MM. A. Terzan, P. Sogno et de nombreux autres membres de la Société Astronomique de Lyon.

Nous avons le plaisir de reproduire dans ce bulletin le texte intégral de la conférence de Stéphane GROUEFF, que nous remercions pour cette autorisation.

Ce livre est composé essentiellement de deux grandes parties : l'Histoire de l'Astronomie, rédigée par Jean-Pierre CARTIER et la Cosmologie rédigée par Stéphane GROUEFF. Si nous n'insistons ici que sur la deuxième partie, c'est parce que la rédaction de l'Histoire de l'Astronomie, malgré les magnifiques illustrations et le respect de l'ordre chronologique des faits historiques, des grandes découvertes, des observations, des interprétations, des théories et des progrès scientifiques, ne nous semble pas approfondie et surtout rédigée avec un esprit critique.

En ce qui concerne la partie «Cosmologie», le travail est présenté sous une forme tout à fait différente et originale. L'auteur voyage d'un observatoire, d'un laboratoire ou d'un centre de recherche à l'autre. Il rencontre les savants. Il interroge les chercheurs. Il reflète différentes théories ; il évoque les grandes étapes de l'avancement de nos connaissances sur la cosmologie, toujours en laissant la parole aux savants. Il décrit la théorie du «Big Bang» et l'hypothèse de la création continue avec une parfaite objectivité, laissant la discussion et la défense de ces théories à leurs auteurs. Il développe les grandes lignes de la Radioastronomie, des Quasars. Il termine par un chapitre intitulé «Vu de l'Espace, un univers insoupçonné». Une seule chose est regrettable : c'est que Stéphane GROUEFF n'ait pris contact qu'avec les savants et les chercheurs Américains. Où sont l'avis et l'opinion sur ces problèmes des autres savants ?

Espérons qu'un autre ouvrage du même auteur viendra combler cette lacune et que nous aurons le plaisir de le lire.

Le Bureau

# L'ORIGINE ET LA NATURE DE L'UNIVERS : CE QUE LES SAVANTS MODERNES CROIENT EN SAVOIR

Conférence par Stéphane GROUEFF

LYON - jeudi 13 novembre 1975

Le Cosmos, qui l'a créé, comment et quand ? A quoi ressemble-t-il, quelle est sa forme, quelles sont ses dimensions ? Pourquoi existe-t-il ? est-il éternel, est-il infini ? Et sinon, qu'y a-t-il eu *avant* sa création, qu'y a-t-il *au-delà* de ses limites ?

Qui parmi vous ne s'est pas posé ces questions à un moment ou à un autre ? On peut naturellement se dire : « Qu'est-ce que cela peut bien me faire si le Cosmos est éternel ou non ? Pourquoi dois-je m'intéresser à des questions aussi abstraites, comme « d'où vient le monde et où va-t-il ? ».

Pour moi, c'est le contraire qui est difficile à comprendre : comment peut-on ne pas se poser ces questions ? Imaginez un amnésique qui se réveille dans un endroit inconnu. Ne serait-il pas anormal s'il ne se posait pas la question « où je me trouve et comment ai-je échoué ici ? D'où je viens ? Et qui suis-je ? ».

Je ne pense pas que nous sachions davantage sur notre présence au monde que ce pauvre amnésique. Cependant, pour la plupart d'entre nous, ces questions relèvent de la philosophie, de la religion ou de la métaphysique, et non pas des sciences dites « précises ». Devant leur immensité vertigineuse, on se dit souvent que ce sont des questions futiles, concernant un sujet insondable et à jamais interdit à la connaissance humaine, des questions sans réponse possible. En effet, est-il possible de faire des observations scientifiques sur l'éternité, ou de mesurer l'infini, le néant et le commencement ? .

Eh bien, les savants qui se spécialisent dans la cosmologie répondent *Oui*, la chose n'est pas tout à fait impossible. Et ce ne sont pas des poètes, ou des mystiques ou des philosophes. Je parle d'astronomes très « terre à terre », si vous me pardonnez l'expression, d'astro-physiciens et de physiciens atomiques. Le public est souvent surpris d'apprendre que depuis 40 ou 50 ans, la cosmologie est devenue une science précise, qui se sert d'appareils courants — télescopes, spectrographes, caméras, antennes de radio et satellites artificiels — et qui a déjà trouvé des réponses concrètes à des questions qu'on croyait par définition abstraites. On se rend compte que des savants pragmatiques, souvent peu intéressés par la philosophie ou par la théorie, possèdent déjà des moyens techniques pour regarder des milliards d'années en arrière dans le passé, et des trillions de kilomètres dans l'espace. Des savants qui ne méditent pas sur l'Univers, mais l'examinent expérimentalement.

Ont-ils réussi à expliquer le Cosmos ? Bien sûr que non. Mais ils ont fait des observations surprenantes et ont découvert des phénomènes absolument insoupçonnés qui leur ont permis de se faire une idée raisonnablement précise du Cosmos. Ils ont élaboré quelques théories, basées sur des données scientifiques solides, expliquant la nature, le commencement et l'évolution de ce que nous appelons « l'Univers ». J'essayerai aujourd'hui de résumer les principales hypothèses actuelles.

Mais tout d'abord, comment, par quels moyens est-on arrivé à déterminer la composition chimique des étoiles, la structure des galaxies, leur âge, leurs mouvements, la façon dont elles naissent et meurent.

La technique principale dont on s'est servi n'avait rien de magique, rien de particulièrement inspiré, comme on aurait pu s'attendre, puisqu'on parle ici de sujets élevés comme « l'éternité de l'Univers » ou « la communion de l'homme avec le Cosmos ».

Non, il s'agissait de la technique bien prosaïque du déchiffrement de plaques photographiques et de spectrogrammes.

Voici en quelques mots comment on a trouvé la clé du code cosmique : la seule information qui nous parvient des étoiles est leur rayonnement. C'est très beau mais, à part quelques renseignements sur le mouvement des planètes, ou sur le nombre approximatif des étoiles et sur leur brillance, la lumière stellaire ne nous apprendait pas grand chose sur l'origine et la nature de l'Univers. Malheureusement, c'était pendant des millénaires, la seule piste dont disposait l'astronomie.

lumière à travers un prisme, comporte plusieurs raies verticales. Ces raies «raies de Fraunhofer» étaient très différentes, selon qu'il s'agissait de lumière provenant du soleil, des étoiles ou d'un autre corps lumineux. On découvrit que chacun des éléments chimiques donnait des raies spectrales spécifiques et distinctes. Ainsi, le spectre de n'importe quelle étoile, dévoilait sa composition chimique, la présence d'hydrogène ou d'hélium ou de tout autre élément. Mais ce n'était pas tout.

On a fait une découverte encore plus surprenante : les raies correspondant aux mêmes éléments chimiques n'étaient pas toujours situées aux mêmes emplacements. Les raies spectrales des galaxies se trouvaient mystérieusement déplacées par rapport à leurs positions habituelles. Décalées soit vers la partie violette du spectre, soit dans la plupart des cas, vers le rouge.

La physique expliqua ce décalage par ce qu'on appelle un «effet Doppler-Fizeau» : quand une source lumineuse se rapproche de nous, sa lumière montre un décalage vers le violet ; quand elle s'éloigne de nous, il y a un décalage vers le rouge (c'est comme le sifflet d'un train qui nous paraît de plus en plus aigu quand il s'approche de la gare, et de plus en plus bas à mesure que le train s'éloigne).

Transposé dans l'astronomie, l'effet Doppler menait à une conclusion vraiment bouleversante : puisque les spectres des galaxies montraient un décalage vers le rouge, ou un REDSHIFT, comme disaient les Américains, il s'ensuivait que toutes s'éloignaient rapidement de nous ! Toute la cosmologie moderne se base sur cette observation étonnante. L'histoire des théories actuelles est au fond écrite en grande partie en termes de «redshifts». Elle commence par la découverte d'Edwin Hubble, en 1924, que la nébuleuse d'Andromède ne fait pas partie de notre galaxie, la Voie Lactée, mais se trouve bien au-delà de ses confins et représente un autre monde, composé de milliards d'étoiles et situé à une distance jamais imaginée jusqu'alors : un million d'années-lumière ! Cette annonce causa sensation. Plusieurs astronomes se doutaient déjà que les nébuleuses spirales n'étaient pas des nuages dans la Voie Lactée, mais des «Univers-îles», trop éloignés pour qu'on puisse y distinguer les étoiles. Mais Harlow Shapley, par exemple, trouvait que l'idée d'autres galaxies était absurde et que l'Univers entier était enfermé dans les limites de la Voie Lactée.

La controverse était acharnée, mais personne n'avait des preuves, jusqu'au jour où Hubble mesura la distance d'Andromède. Elle dépassait de loin les dimensions de notre galaxie. Ainsi, il fut établi expérimentalement que l'Univers est infiniment plus grand qu'on ne le croyait et que chaque nébuleuse spirale représente une autre galaxie, un autre monde. Il y en a des milliards et chacune se compose de milliards d'étoiles.

Edwin Hubble mesura les distances de galaxies de plus en plus éloignées. En même temps, il examinait les spectrogrammes de ces galaxies, aidé par son collaborateur, Milton Humason.

Nouveau coup de théâtre, en 1929. En comparant les distances des galaxies avec leur REDSHIFT, Hubble découvrit un rapport bien défini entre distance et redshift. Plus une galaxie est éloignée, plus grand, plus accentué était le décalage vers le rouge. La régularité de ce rapport indiquait clairement que le redshift des galaxies (donc leur vitesse de récession) était proportionnel à leur distance : les galaxies lointaines fuyaient plus vite que les galaxies proches. Les importants décalages spectraux indiquaient des vitesses à peine croyables, se chiffrant par plusieurs centaines de kilomètres par seconde.

Ainsi fut découverte la «Loi de Hubble», une des lois fondamentales en cosmologie. Elle dit que la vitesse avec laquelle les galaxies s'éloignent, augmente avec leurs distances.

Il était établi donc, à l'aide d'instruments, que nous vivons dans un univers en pleine expansion, dans lequel toutes les galaxies sont en train de s'éloigner à des vitesses non seulement vertigineuses, mais aussi proportionnelles à leurs distances. Comment pouvait-on expliquer cette surprenante fuite ? Hubble et ses collègues étaient des observateurs, et non pas des théoriciens. Ils ne faisaient que rapporter ce qu'ils observaient. C'était aux théoriciens d'interpréter ces données.

Comment les théoriciens avant 1930 imaginaient-ils le Cosmos ? Ils étaient tous influencés par Einstein qui concevait l'Univers comme un «continuum» à quatre dimensions (les trois dimensions de l'espace, plus la dimension du temps), dans lequel l'espace est courbe, sa courbure étant due à l'effet de la gravitation. Il expliquait la

gravitation non par une force, comme newton, mais par une déformation de l'espace autour de chaque corps céleste. Einstein disait que l'Univers ne changeait pas avec le passage du temps, il n'évoluait pas et restait toujours le même. L'Univers d'Einstein était statique.

La courbure de l'espace peut être positive, comme une sphère, et elle peut être négative comme une selle de cheval. Selon si l'on préférerait le modèle de la sphère, donc la courbure fermée, ou la selle, donc la courbure ouverte, on optait pour un espace fini, ou un espace infini. On avait aussi le choix entre les formules où le temps était invariable ou variable, ce qui signifierait un Univers statique ou un Univers en évolution.

L'un des premiers à tenir compte des observations des astronomes américains, était le mathématicien Georges Lemaître, de Louvain. Modifiant les modèles des principaux théoriciens de l'époque, le chanoine belge formula, en 1927, l'idée d'un Univers einsteinien, mais à rayons variables, c'est-à-dire un univers non statique, tenant compte de l'expansion des galaxies. Lemaître appela son modèle un « Univers homogène de masse constante et de rayon croissant ». Il marqua profondément la pensée de tous les chercheurs à venir.

« La masse de l'Univers est constante, disait l'abbé Lemaître. Son rayon croît sans cesse. La fuite des nébuleuses extra-galactiques est due à l'expansion de l'espace ». Lemaître concevait l'Univers comme un gigantesque polyèdre, contenant toutes les étoiles et galaxies. « En dehors de ce polyèdre, il n'y a rien. L'Univers est une bulle de matière plongée dans un océan de néant... L'espace ne se comprend que là où il y a de la matière... L'espace est dans les corps ; l'espace absolument vide ne peut être que le néant et donc n'existe pas ».

Lemaître se plongea ensuite dans la physique atomique et fut fasciné, comme les astronomes et physiciens modernes, par l'étrange similarité entre le monde de l'infiniment petit et celui de l'infiniment grand. Il arriva ainsi à une nouvelle vision de l'origine du Cosmos, connue comme « l'Hypothèse de l'Atome Primitif ».

Le point de départ n'est plus une nébuleuse, comme on apprenait à l'école, mais un atome unique, contenant la totalité de la matière et de l'énergie existantes, concentrées au maximum. La désintégration de cet atome primitif a donné lieu, par une cascade de décompositions successives, aux atomes qui subsistent encore aujourd'hui. L'expansion de l'Univers, que nous observons, est la conséquence de la désintégration de cet atome primitif.

L'abbé Lemaître publia son hypothèse en 1930. Le Russe Alexandre Friedman avait déjà proposé un modèle mathématique d'un Univers non-statique, mais il resta inconnu à l'Occident. En Amérique, on mesurait avec succès le redshift des galaxies lointaines ; Hubble avait annoncé sa loi sur le rapport entre distance et vitesse des galaxies. Le résultat de tout cela était une nouvelle image du Cosmos qui mena à l'hypothèse de *l'Expansion de l'Univers*, expliquant la fuite des galaxies par une explosion gigantesque survenue il y a plusieurs milliards d'années, et dite « le Big Bang ». Le cosmos est né de ce Big Bang.

Personne n'expliqua cette théorie mieux que le physicien russo-américain George Gamow. Il en fit un merveilleux récit, partant de l'idée que le Cosmos n'était pas éternel, mais qu'il a été créé à un moment précis, à une date que nous pouvons d'ailleurs calculer. L'Univers a eu un commencement, disait Gamow, et depuis cette « création » singulière, il est en pleine expansion, qui se poursuit toujours. Voilà pourquoi toutes les galaxies s'éloignent rapidement.

Il serait naturellement absurde de penser que la Terre occupe une position centrale dans l'Univers. Non, si les galaxies fuient la Terre, elles se fuient aussi les unes des autres. C'est comme un ballon sur la surface duquel on aurait collé un grand nombre de points et qu'on gonfle lentement. Un observateur placé sur un de ces points aurait l'impression que tous les autres points s'éloignent de lui simultanément dans toutes les directions.

L'Univers est en expansion, expliquait Gamow, parce que au cours d'une période précédente de son histoire, il s'était contracté jusqu'à un état très dense, puis a explosé poussé par les forces formidables, résultant de la compression de sa matière. Si l'on prenait au hasard une galaxie, et si l'on divisait sa distance par sa vitesse de récession, on trouverait le chiffre qui représente le temps écoulé depuis que cette galaxie nous fuit. Gamow écrivait : « la merveilleuse conséquence des observations de Hubble est que ce chiffre sera le même, quelles que soient les galaxies que vous choisissez. Il en résulte ainsi

qu'à une époque déterminée et calculable dans le passé lointain, toutes les galaxies, qui sont maintenant si vastement dispersées, se trouvaient étroitement serrées ensemble. Ce chiffre constant représente l'âge de l'Univers, mesuré depuis le Big Bang.

Toutes les galaxies, y compris la nôtre, ne sont que les fragments résultant de cette gigantesque déflagration, projetés dans toutes les directions, tels les éclats d'un obus. Gamow situait cet éclatement originel, le «Big Bang», à environ 2 à 4 milliards d'années ; mais ce chiffre a été par la suite augmenté à plusieurs reprises.

L'image de l'Univers offerte par la théorie du Big Bang était vraiment inattendue : car l'esprit conçoit plus facilement le Cosmos comme étant statique, éternel et infini, n'ayant ni commencement, ni fin. Mais la majorité des savants accepta l'hypothèse de l'Univers en expansion, car elle seule tenait compte des redshifts observés.

Gamow la résumait ainsi : «L'Histoire commence par le stade embryonnaire de l'Univers, lorsque toute la matière était comprimée en une petite sphère. Cet état extra-dense ne dura guère, car l'expansion rapide ramena en quelques heures la densité de l'Univers à celle de l'eau. Vers cette époque, le gaz se divisa en sphères, qui constituent maintenant les diverses étoiles et galaxies, et qui continuent à s'éloigner les unes des autres».

Selon Gamow, la matière originelle se composait entièrement de particules sub-atomiques —neutrons, électrons et protons libres—, en mouvement trop rapide pour pouvoir former des atomes.

Comment les premiers éléments chimiques furent-ils formés ?

— Quand le gaz primordial commença à se refroidir, la condensation des particules subatomiques s'ensuivit. Les noyaux légers se constituèrent d'abord. Des neutrons se collèrent à eux, formant les noyaux lourds. Des électrons s'ajoutèrent, et ainsi les atomes furent créés. Gamow calcula que la formation d'éléments commença 5 minutes après la compression maximale et s'acheva 30 minutes plus tard. Tous les éléments ont été créés pendant ces 30 minutes.

Aujourd'hui on pense généralement que si l'hydrogène et l'hélium auraient pu être formés dans le Big Bang, les éléments plus lourds, par contre, ont été créés plus tard, par les réactions thermo-nucléaires à l'intérieur des étoiles.

Quel est, d'après la théorie du Big Bang, l'ultime destin du Cosmos ? Depuis l'époque de Hubble, les savants se disputent au sujet du «ralentissement de l'expansion». Si la vitesse des galaxies fuyantes, selon la loi de Hubble, augmente de façon constante, les galaxies sur le graphique devraient être alignées sur une ligne droite. Mais certains graphiques montrent que les amas les plus lointains commencent à dévier de la ligne droite, que leur mouvement s'accélérait. On pourrait en conclure que, il y a un milliard d'années, l'expansion universelle était plus rapide qu'aujourd'hui.

Cette «décélération» est très discutée en cosmologie, car si les galaxies s'écartent toujours à la même vitesse, l'expansion de l'Univers ne s'arrêtera jamais. Ce sera la preuve que nous vivons dans un monde infini, qui, bien qu'ayant eu un commencement, n'aura jamais de fin, ni dans le temps ni dans l'espace.

Par contre, si l'expansion diminue avec le temps, freinée (par la gravité ou par quelque autre facteur), la vitesse de fuite des galaxies en sera graduellement ralentie, jusqu'au moment où l'expansion s'arrêtera. L'Univers arrivera à une limite dans l'espace, qu'il ne dépassera jamais. Les galaxies se mettront alors à reculer, comme des obus tirés en l'air qui retombent quand ils perdent leur vitesse. Ainsi, les galaxies retourneraient après plusieurs milliards d'années à leur point de départ.

Le processus se répéterait alors : ultracondensation de la matière, big bang, et nouvelle expansion. Au lieu du cosmos infini et éternel, nous serions en présence d'un univers à l'état de pulsation.

L'idée du Big Bang, c'est-à-dire la création unique d'un Univers limité dans le temps et dans l'espace, un Univers en expansion qui avait eu un commencement bien défini, et qui aura probablement une fin, n'était pas admise par tous les cosmologues. Une hypothèse rivale, préconisant la permanence, l'infinité et l'éternité du Cosmos, fut lancée avec grand éclat en 1948, par trois jeunes savants extraordinairement brillants de Cambridge. On l'appela l'Hypothèse de la Création Continue.

*Suite de notre article dans le prochain numéro...*

## ERRATUM

*Dans le bulletin n° 6 nous avons attribué la conférence «La relativité» à M. PATUREL.*

*Cette conférence était, en fait, due à M. ADAM, Astronome à l'Observatoire de LYON.*

*Nous demandons à MM. ADAM et PATUREL ainsi qu'à tous nos membres, de bien vouloir nous excuser pour cette erreur.*

### **Notre couverture :**

*Le grand radiotélescope de Nançay.*

*Photo : R. Prud'homme.*

Société Astronomique de Lyon

69230 — Saint-Genis-Laval

Sommaire

- 1 — Hommage à Georges THOVERT.
- 2 — Approche du problème de la vie  
extra-terrestre *par G. Adam.*
- 5 — UAI Grenoble
- 6 — Assemblée générale
- 8 — L'homme et le Cosmos
- 9 — L'origine et la nature de l'Univers : ce que les  
savants modernes croient en savoir  
*par Stéphane Groueff* (1re partie)

Prix : 5 F