

FRED HOYLE L'IRRÉDUCTIBLE

Fred Hoyle, l'un des plus grands astrophysiciens de son époque, a marqué de son empreinte plus de 50 ans de cosmologie. Aujourd'hui, à 78 ans, alors que beaucoup lui souhaitaient une retraite heureuse, il revient sur le devant de la scène en publiant une série d'articles que certains jugeront provocateurs. Hoyle ne croit pas au big bang et il ne le cache pas... C'est à Bornemouth, sur la côte sud de l'Angleterre, dans l'appartement où il travaille seul, sans subventions et à l'écart de l'establishment scientifique, qu'il a bien voulu répondre à nos questions.

Propos recueillis par Jean-Marc BONNET-BIDAUD

CIEL & ESPACE : *Vous avez décidé aujourd'hui de publier une nouvelle version de la théorie d'Univers stationnaire que vous avez défendue pendant longtemps. À l'heure où beaucoup considèrent le big bang comme une théorie cosmologique presque définitivement établie, il y a comme un paradoxe. Finalement, quels sont aujourd'hui vos arguments contre le big bang ?*

Fred Hoyle : Mes objections ont toujours été les mêmes : le big bang est une théorie qui ne démontre rien, mais qui renvoie tout à un début. On sait depuis le XIX^e siècle que les lois de la physique permettent, à partir des quatre dimensions, de faire des projections de l'espace à un temps donné. Or c'est tout simplement ce que fait le big bang : prenons un temps donné juste après une prétendue origine, spécifions toutes les conditions initiales et écrivons ensuite l'histoire de l'Univers ! Peut-on qualifier de "théorie" quelque chose où tout est fixé au départ de façon arbitraire, où tout réside dans le choix des conditions initiales, même les réponses à des questions aussi fondamentales que : "Pourquoi un rayonnement cosmologique dont la température est 3 K ? Pourquoi est-il uniforme ? Pourquoi les galaxies ?" Selon moi, c'est une théorie naïve et puérile, digne d'un enfant de huit ans. Mes objections à ce sujet rejoignent celles du mathématicien français Henri Poincaré : dans une série de conférences remarquables qu'il donna à

Saint-Louis (USA) en 1904, il définissait les systèmes mathématiques viables comme ceux pouvant s'énoncer avec un nombre minimum de mots. Autrement dit, si une théorie s'énonce en un nombre infini de spécifications, elle a de grandes chances d'être invalide. J'ai été très impressionné par ces idées. Mon point de vue en cosmologie peut tenir en dix mots, alors que les spécifications du big bang nécessitent peut-être... un milliard de mots !

C. & E. : *Il s'agit là d'une opposition presque esthétique, mais on a vu récemment des résultats impressionnants, notamment ceux du satellite Cobe qui a mesuré le fond cosmologique de l'Univers, ce fameux rayonnement à 3 K. N'est-ce pas une réussite spectaculaire du big bang ?*

F. H. : Soyons clair. Il s'agit presque là d'une escroquerie ! Le big bang n'a jamais prédit la température de ce rayonnement supposé cosmologique. Celle-ci dépend, là encore, entièrement des conditions initiales. Si l'on avait trouvé 10 K au lieu de 2,7 K, il aurait suffi de modifier les conditions initiales pour retomber sur nos pieds ! Ce n'est pas ce que j'appelle une prédiction. Dans cette théorie, la température peut varier de façon considérable et être aussi bien égale à 1 ou à 100 K. Ce qui la détermine au départ ? Le degré d'asymétrie entre matière et antimatière, un paramètre... inconnu qui peut être fixé arbitrairement. C'est bien là le problème. Jayant Narlikar, lui, va plus loin en affirmant que

non seulement cette forme de cosmologie dépend entièrement d'une physique invérifiable en laboratoire ni même par une quelconque observation astrophysique mais que, de plus, elle n'a fait aucune prédiction couronnée de succès depuis 30 ans. Constat terrible, mais néanmoins justifié...

Le résultat le plus probant du big bang reste le calcul de l'abondance des éléments légers, calcul auquel j'ai participé et que tout cosmologiste vous citera aujourd'hui comme l'un de ses meilleurs arguments. Tout n'y est pas parfait — on justifie notamment encore assez mal les différences entre lithium, béryllium et bore —, mais l'explication demeure néanmoins cohérente. Et elle date de... 1967 ! J'avais abandonné la cosmologie après ces travaux mais, en 1986, j'ai réalisé qu'il fallait tout reprendre à la base. Une théorie qui ne donne pas de résultats pendant 30 ans ne peut être une bonne théorie.

C. & E. : *Jayant Narlikar, Geoffrey Burbidge et vous-même publiez donc aujourd'hui dans l'Astrophysical Journal⁽¹⁾ une théorie alternative, une cosmologie quasi stationnaire... En quoi diffère-t-elle du big bang ?*

F. H. : Tout d'abord, il ne s'agit pas encore d'une théorie complète, mais plutôt d'une vision nouvelle destinée notamment à débloquent cette fixation abusive sur le big bang. Pour échapper à cette impasse philosophique, à ce début qui n'est relié à rien, une possibilité consiste à considérer pour l'Univers des caractéristiques



nous avons bâti une théorie quasi stationnaire. Tout moment n'est pas équivalent, vous pouvez distinguer si l'Univers est en expansion ou en contraction mais néanmoins, sur un intervalle suffisamment long, les propriétés de l'Univers se renouvellent.

C. & E. : Il y a donc des similitudes avec la théorie que vous aviez proposée avec Bondi et Gold en 1948. Quelles modifications avez-vous apportées ?

F. H. : Il y a une différence fondamentale. La création de matière,

Fred Hoyle, à Cambridge en 1965. Depuis l'après-guerre, l'astronome britannique est considéré comme "l'enfant terrible" de la cosmologie. Partisan d'un Univers sans commencement, c'est lui qui, par dérision, baptisera big bang la théorie de l'explosion initiale.

au lieu d'être continue comme nous l'avions considéré à l'époque, intervient maintenant uniquement dans des zones de champ de gravitation intense aux moments de forte contraction de l'Univers. Il s'agit essentiellement d'épisodes très courts, séparés par de longues périodes, un peu comme le court moment de l'explosion dans le cycle de va-et-vient du moteur à quatre temps. Auparavant, l'évolution était trop violente, nous produisions notamment beaucoup trop de galaxies jeunes. Il est intéressant de constater que la création de matière en elle-même n'a jamais été un problème dans cette théorie, puisqu'elle s'effectue naturellement, comme la création de paires matière-antimatière. Contrairement au big bang classique où la "création" viole toutes les lois d'invariance, la production de matière est ici régie par des lois mathématiques très strictes avec l'introduction d'un

cycliques, pouvant se reproduire comme le font une plante ou un animal, avec des générations différentes. Vous voilà alors dispensés de ces conditions initiales arbitraires. Tout ce que vous avez à supposer, c'est que de nouvelles galaxies succéderont à celles observées aujourd'hui et ainsi de suite. Vos hypothèses tiennent en quelques mots : "L'Univers existe et il est tel que ses propriétés se reproduisent." Dans notre modèle, nous proposons que

l'Univers soit en oscillation perpétuelle, une phase de contraction succédant à une phase d'expansion. À chaque phase de contraction est associée une création de matière, dans une sorte de mini-big bang. La création de matière agit comme une perturbation, de telle sorte qu'au cycle contraction-expansion d'une durée d'environ 30 milliards d'années, se superpose une expansion générale sur au moins plusieurs centaines de milliards d'années. En ce sens,

champ scalaire C . Coïncidence amusante : les dernières versions inflationnaires du big bang font à présent appel à un champ similaire, mais baptisé ϕ . Les deux théories commenceraient-elles à se rejoindre ?
C. & E. : Il reste néanmoins le problème du rayonnement à 3 K, qui a constitué la pierre d'achoppement de la précédente théorie stationnaire. Comment êtes-vous parvenu à résoudre cette difficulté ?
F. H. : À vrai dire, plus facilement que



Théoricien de l'astronomie, Hoyle n'a jamais étudié l'Univers au télescope. En 1966, il rencontre Halton Arp, astronome au mont Palomar et farouche opposant au big bang. Arp, Narlikar, Burbidge et Hoyle publieront ensemble de nombreux articles scientifiques. Tous les ans, les quatre chercheurs se rencontrent pour discuter des nouvelles observations astronomiques, comme le rayonnement à 3 K ou les mirages gravitationnels, par exemple, et tentent de les rendre cohérentes avec leurs propres modèles cosmologiques.

nous le pensions. Une fois encore, le big bang ne prédit absolument pas la densité d'énergie contenue dans ce rayonnement. Celle-ci pourrait être quelconque, or elle s'avère environ dix mille fois plus faible que la densité d'énergie de la matière dans l'Univers. Ce rapport de conversion de matière en énergie est commun à de nombreux processus astrophysiques. La Nature a une tendance invétérée à transformer la matière en rayonnement. Restait à trouver le processus précis : quel genre de particules pouvait engendrer un rayonnement micro-onde sans absorber en même temps les ondes radio ou visibles ? J'avais, par chance, déjà travaillé sur les micro-particules. J'ai alors commencé à envisager l'existence de fines "aiguilles"

métalliques, quelque chose de microscopique, un millimètre de long pour un centième de micromètre de diamètre ! Invité un jour à une conférence en Inde, j'y évoquai cette idée pour le 3 K. À la fin, quelqu'un vint me questionner sur les applications astrophysiques de ces particules. Je lui répondis : "Vous voulez dire qu'elles existent vraiment !" C'était un Russe, qui avait travaillé sa vie durant sur le sujet. Par la suite, bien sûr, j'ai collaboré avec des experts métallurgistes pour calculer les propriétés de ces fines particules qui se forment lorsqu'on condense une vapeur métallique. Il se trouve qu'elles ont une opacité cent fois plus élevée en micro-onde qu'en radio ou en visible ! Simple coïncidence ? Rappelons-nous ce que

disait Einstein : "L'Univers est peut-être subtil mais il n'est pas malicieux !"

Disséminer ces particules métalliques dans l'espace s'avère relativement aisé. La production de métaux dans les galaxies se fait lors des explosions d'étoiles massives, les supernovae. Jusqu'en 1960, on pensait que tous les vestiges d'un tel cataclysme restaient confinés dans la galaxie, bloqués par le gaz interstellaire. Aujourd'hui, il est devenu évident que de nombreuses explosions interviennent en chaîne : la première balaye le gaz et les suivantes peuvent alors éjecter les métaux loin de la galaxie et constituer ainsi le fond uniforme observé.

C. & E. : *Tel que vous le présentez, le point de vue de la théorie quasi stationnaire paraît très fructueux. On peut alors s'étonner du très petit nombre d'astrophysiciens qui le soutiennent et travaillent sur ces hypothèses. À la dernière assemblée générale de l'Union astronomique internationale, à Buenos-Aires, J. Narlikar s'insurgeait contre le "conformisme ambiant" qui s'oppose à toute position dissidente au big bang et limite les moyens financiers et humains pour ce genre de travaux. Partagez-vous cette opinion ?*

F. H. : Je me féliciterais plutôt de ce conformisme. Moins il y a de challengers, et plus j'ai de chances, malgré les faibles moyens dont je dispose actuellement, de jouer encore un rôle. Plus sérieusement, je pense qu'il

serait fou de conseiller à un jeune de travailler sur ce sujet. Ou alors dans le but de démolir la théorie ! À mon époque, les choses étaient totalement différentes. J'ai eu la chance d'arriver dans un extraordinaire climat de remise en cause, en plein boom de la mécanique quantique, juste dix ans après les découvertes d'Heisenberg. Dans cette atmosphère, le seul moyen pour un jeune de faire carrière, c'était de trouver quelque chose auquel personne ne croyait et de démontrer sa validité. Aujourd'hui, c'est exactement l'inverse. Pour avoir du succès, il faut s'efforcer de trouver des preuves à ce que tout le monde souhaite croire. Comme Hermann Bondi le faisait remarquer récemment, ce manque d'esprit critique a

Hale Observatories

des effets catastrophiques. Lors d'une conférence, vous commencez à discuter une idée... Beaucoup d'auditeurs ne comprennent pas forcément de quoi il retourne, mais adoptent l'opinion de la majorité. À la conférence suivante, l'effet se reproduit et ils deviennent de plus en plus nombreux à partager la même opinion... À la fin, on n'invite même plus ceux qui sont d'un avis contraire : ils sont devenus très minoritaires et il n'y a plus de débat possible.

Voilà à peu près la situation actuelle. Un conformisme ambiant d'autant plus accentué que, dans ces conditions, ce sont les plus âgés, les mandarins, qui accaparent les rênes du pouvoir. Alors que durant la révolution quantique, les mandarins furent balayés en deux ou trois ans ! Et pour cause : dépassés, ils ne comprenaient plus rien. Heisenberg me raconta un jour que, lors d'une conférence à la Royal Society de Londres, il avait eu l'impression que personne ne comprenait un traître mot à son exposé. À la fin, un jeune

homme de son âge était venu le voir. Un mois après, il avait reçu de lui un long article, qui discutait toutes ses hypothèses. C'était Paul Dirac. Personne d'autre n'avait compris Heisenberg... Une telle

À l'heure actuelle, tout concourt à accentuer encore le conformisme ambiant

révolution scientifique s'accompagne d'inévitables changements dans les orientations de recherche. Mais aujourd'hui, un scientifique de haut niveau a la responsabilité de 50 à 100 personnes, et les énormes problèmes sociaux et humains qui en découlent sont un frein terrible...

C. & E. : Vous évoquez à l'instant vos débuts. Comment s'est déroulée votre carrière et pouvez-vous citer les scientifiques qui vous ont le plus marqué ?

F. H. : Dans mon cas, Sir Arthur Eddington. Je n'ai jamais été l'un de ses élèves mais j'ai assisté à ses cours, non pas de relativité, mais de statistique. Et je dois dire que cela m'a fait douter de la valeur des statistiques ! Eddington était un très mauvais pédagogue, qui ne finissait jamais ses phrases. Mais il avait la singulière vertu de vous faire poser des questions essentielles. Une de ses convictions était que les étoiles constituent la source de tous les éléments chimiques. Le Français Jean Perrin avait semble-t-il eu la même idée vers 1920 et je ne sais pas qui, le premier, l'a véritablement formulée. À l'époque, le principal problème résidait dans la température des étoiles, apparemment beaucoup trop faible. Plus attiré alors par la physique théorique, je n'avais pas vraiment d'idée sur la question. Mais vint la guerre et je fus affecté à des études sur le radar. J'eus alors l'occasion de visiter une unité de marine basée à San Diego, en Californie, et durant un week-end, je m'éclipsai pour me rendre à

L'ANTICONFORMISTE

NÉ EN 1915 DANS le Yorkshire, Fred Hoyle a la chance de côtoyer les plus grands scientifiques de l'entre-deux guerres. À Cambridge, il assiste aux cours du prestigieux astronome anglais Arthur Eddington, fréquente les pères de la mécanique quantique, Heisenberg et Bohr, et travaille avec le physicien Paul Dirac. Moins "pur théoricien" qu'un Dirac qui établit l'existence de l'antimatière, moins observateur qu'un Hubble qui découvre l'expansion des galaxies, il ne revendique aucune découverte spectaculaire, mais son intuition et son incessant combat contre les idées reçues le mènent à une réussite impressionnante.

Il débute sa carrière de façon fracassante, en 1948, à la sortie de la guerre, dans le climat de révolution scientifique qui n'en finit pas de tout submerger depuis la découverte de la théorie quantique. Avec Thomas Gold et Hermann Bondi, il publie l'une des deux théories cosmologiques du xx^e siècle, celle de l'Univers stationnaire. Cette théorie sera opposée à une hypothèse plus créationniste, celle de l'explosion originelle, soutenue à la même époque par George Gamow, et que Fred Hoyle lui-même, lors d'une conférence, baptisera par dérision... "big bang". Son opposition notoire au big bang lui



Fred Hoyle, en 1967, est président de la Royal Society of Astronomy, et fonde l'Institut d'astrophysique théorique de Cambridge. Cinq ans plus tard, en opposition avec les institutions scientifiques britanniques, il abandonnera ses fonctions officielles.

permettra de résoudre l'une des grandes énigmes astrophysiques, celle de l'origine des éléments chimiques de l'Univers. Bataillant 20 ans durant contre l'avis dominant de Gamow, qui attribue à l'explosion primordiale la formation de tous les éléments, il montrera dans une série d'articles historiques que ce sont au contraire les réactions

nucléaires au cœur des étoiles qui permettent la construction des différents atomes. Au passage, il calculera en 1967 avec Robert Wagoner et William Fowler l'abondance des éléments les plus légers, abondance qui deviendra malgré lui l'une des trois preuves du big bang.

Anticonformiste, Hoyle l'est et l'a toujours été, ce qui ne lui vaut pas que des amis. Après un séjour de dix ans à l'observatoire de Hale aux États-Unis, il devient président de la Royal Society of Astronomy et, en 1967, fonde le prestigieux Institut d'astrophysique théorique de Cambridge qu'il dirigera jusqu'en 1973. Date à laquelle il quittera tout poste officiel par opposition à la politique de recherche anglaise.

S'il a été fait chevalier par la Reine en 1972, beaucoup ont trouvé scandaleuse l'attribution en 1983 du prix Nobel au seul Fowler pour des travaux en grande partie accomplis sur des idées de Fred Hoyle et en collaboration avec lui.

Après une éclipse de plus de dix ans, durant lesquels il s'est passionné pour des hypothèses très controversées sur l'origine de la vie, Hoyle est revenu à la cosmologie, avec un esprit critique exacerbé par ce qu'il juge être les incohérences du big bang.

Big bang contre steady state LA GUERRE DES COSMOLOGIES

DEPUIS PLUS DE cinquante ans, deux conceptions du monde s'affrontent, deux théories cosmologiques rivales qui ont connu chacune au gré des époques succès et échecs. Tout les oppose. L'une, le big bang, l'explosion primordiale, propose un univers "créationniste" où toute la matière est créée au début dans une expansion initiale. L'autre au contraire, le "steady state", l'Univers stationnaire, suppose un univers "cyclique" où création de matière et expansion sont continuellement entretenues. Les faits les plus récents ont semblé donner raison à la première au point que la seconde est aujourd'hui largement inconnue du grand public, mais la tendance pourrait encore s'inverser.

Au départ, le big bang a l'avantage chronologique : il apparaît en effet dès 1931 avec le concept "d'atome primitif" de l'abbé Lemaître, qui lui donne sa note créationniste et un certain parfum "religieux". Mais déjà Einstein lui-même cherche à revenir à un Univers statique et éternel en ajoutant un terme, la célèbre constante cosmologique, à ses équations. Paradoxalement, la découverte, à la même époque, de l'expansion des galaxies par Edwin Hubble n'offre pas au big bang la confirmation attendue : l'expansion mesurée donne à l'Univers un âge inférieur à celui de la Terre ! La partie semble perdue pour le big bang et, en 1948, il ne subsiste que quelques farouches optimistes, comme George Gamow, pour vouloir néanmoins calculer les propriétés de l'Univers primordial.

l'observatoire du mont Wilson. J'avais une lettre d'introduction d'Henry Russell pour le directeur et ce dernier désigna Walter Baade pour me piloter. Baade travaillait sur les supernovae, à une époque où beaucoup de scientifiques étaient déjà enrôlés dans le projet de bombe atomique. Mais Baade était allemand... Personnellement, je n'ai jamais travaillé sur la bombe et j'espérais secrètement qu'elle ne se fasse pas. J'ai toujours été heureux que les supernovae soient plus puissantes que leur bombe ! Walter Baade et moi nous sommes liés d'amitié et avons beaucoup discuté. Je fus bientôt convaincu que, dans une supernova, la température était suffisante pour permettre la fabrication des différents éléments chimiques. Une fois la guerre terminée, je rentrais à Cambridge et fis les

La même année, trois bouillants astrophysiciens anglais de Cambridge, Hoyle, Bondi et Gold, forgent une nouvelle théorie d'une esthétique quasi parfaite. Leur modèle, le *steady state*, est fondé sur le principe cosmologique parfait — un Univers semblable en tous lieux et en tout temps, le Graal des astrophysiciens. Cette théorie connaît un énorme succès et domine toutes les années 1950. Pourtant, progressivement, de nouvelles mesures de l'expansion redonnent à l'Univers du big bang un âge plus raisonnable. Les deux cosmologies sont alors au coude à coude. La découverte en 1964 d'un rayonnement diffus de 3 K dans l'Univers fera finalement pencher la balance du côté du big bang. Les partisans du *steady state* ne peuvent pas offrir d'explication à ce rayonnement, alors que ceux du big bang l'attribuent de façon plausible à l'écho lumineux de l'explosion primordiale.

Trente ans plus tard, le big bang reste le modèle dominant, au point d'avoir totalement éclipsé toute autre tentative d'interprétation. La théorie a certes convaincu une majorité d'astrophysiciens, mais certains, dont Fred Hoyle, continuent de lui trouver de nombreux défauts. Des travaux comme ceux qu'il a publiés récemment avec Jayant Narlikar, Geoffrey Burbidge et Halton Arp sont là pour montrer que la faiblesse des "preuves" observationnelles laisse encore beaucoup de champ à diverses possibilités, y compris celle de voir réconcilier les deux théories concurrentes.

premiers calculs en 1946. Malheureusement pour moi, peu de temps après, Gamow publiait ses résultats sur les éléments formés dans le big bang. Il était soutenu dans son opinion par la majorité de la communauté scientifique, en particulier par les gros laboratoires américains et par Enrico Fermi lui-même, qui avait une grande influence. Pendant cinq ans, je fus à contre-courant et quelquefois prêt à abandonner. Mais en 1952, Martin Schwarzschild observa que les étoiles proches du Soleil avaient des compositions très différentes en éléments lourds... Puis l'astronome Paul Merrill découvrit l'existence du technétium dans les étoiles... Autant de faits inexplicables par le big bang. Ironie du sort : Merrill figurait parmi les astronomes les plus orthodoxes

mais, honnête, il publia ses résultats. Aujourd'hui, ce n'est pas toujours le cas. Si quelque chose est découvert qui ne cadre pas avec ce qu'on attend, on le glisse dans un tiroir et on n'en parle plus.

J'étais sûr de mes calculs mais il subsistait encore une difficulté de taille : l'impossibilité de passer facilement de l'hélium au carbone, à cause de l'instabilité du béryllium. J'imaginai alors qu'il devait exister un état excité du carbone, encore inconnu et dont je prédis l'énergie précise. Lorsque les expériences en laboratoire eurent lieu, elles confirmèrent mon hypothèse. Cette fois, j'eus le Caltech (l'Institut technologique de Californie) de mon côté et cela fit une grosse différence pour convaincre tout le monde.

C. & E. : Vos succès ont été unanimement reconnus et pourtant vous n'avez pas eu le prix Nobel, qui fut attribué en 1983 à William Fowler pour des travaux dont vous étiez pourtant le principal instigateur. Comment l'expliquez-vous ?

F. H. : Tout simplement : le jury Nobel n'aime pas que l'on discute ses décisions. Or en 1968, le prix de physique a été attribué à Martin Ryle et, conjointement, au seul Antony Hewish pour la découverte des pulsars. Je me suis clairement opposé à ce dernier choix : Hewish était directeur de recherche mais tout le travail avait été effectué par son étudiante, Jocelyn Bell, qui aurait dû au moins être citée.

C. & E. : Depuis ces dernières dizaines d'années, il y a eu beaucoup de découvertes, celles des quasars, des lentilles gravitationnelles, l'hypothèse des trous noirs massifs... Comment tout cela s'intègre-t-il dans votre théorie ?

F. H. : Le problème particulier pour les quasars, c'est leur distance déterminée par leur décalage vers le rouge. Sont-ils proches ou très lointains ? Je ne peux pas trahir mon ami Halton Arp, je pense qu'il a démontré que certains au moins sont proches malgré leur décalage. Mais je crois que la controverse se poursuit tout simplement parce que les deux côtés ont raison. Certains quasars sont effectivement très lointains. Quant à leur nature, soyons clairs : il n'y a aucune preuve de ces trous noirs massifs. Prenez simplement une masse de gaz avec une densité de 10^6 à 10^8 atomes/cm³ et une source d'énergie intense, et vous obtiendrez un spectre de quasar. Burbidge, le premier, a calculé

l'énergie nécessaire et l'on a vite songé au champ de gravitation d'un objet dense. Aujourd'hui, je pense qu'il y a toujours un paradoxe : autour d'un trou noir, on s'attend à un mouvement de chute vers le centre. Or

Guetter les signaux en provenance d'autres civilisations me semble assez peu sérieux

pour les quasars, c'est exactement l'inverse qui se produit, une violente expulsion de matière vers l'extérieur. Pour moi, il s'agit tout simplement d'une manifestation de cette création de matière dont j'ai déjà parlé.

cules, dites de Planck et dont le comportement reste encore trop mal connu. C'est peut-être heureux : une théorie par trop prédictive a de grandes chances d'être prématurément et injustement invalidée, les exceptions qui dérogent à la règle étant toujours découvertes les premières !

C. & E. : *En dehors de la cosmologie, vous avez également beaucoup travaillé sur l'origine de la vie, domaine dans lequel vos idées ont été plus que controversées. Quelles sont-elles précisément ? Pensez-vous qu'il existe une vie extraterrestre ?*

F. H. : Entre la cosmologie et la biologie, j'ai quelquefois l'impression d'être Dr Jekyll et Mr Hyde. Mes travaux astrophysiques sont plutôt bien considérés alors que ceux qui touchent à l'origine de



1993 : Sir Fred Hoyle, à Bornemouth, continue toujours ses travaux cosmologiques. Au fil des années, la théorie de l'Univers stationnaire, qu'il avait forgée avec Bondi et Gold, a sensiblement évolué et ressemble de plus en plus à certains modèles de la théorie du big bang ! Pour Hoyle, l'Univers est en oscillation perpétuelle, une phase de contraction succédant à une phase d'expansion.

de méthane de Titan, le satellite de Saturne, est due à la présence de certaines formes de vie ?

De toute évidence, la vie résulte d'une lente et longue élaboration. Or depuis ces dernières années, on voit s'accumuler les preuves d'une apparition très précoce de la vie sur Terre, par exemple dans certaines roches très primitives du Groenland. Entre la fin de la formation de la planète Terre et l'émergence de la vie, l'intervalle de temps devient désormais beaucoup trop court. La fenêtre se referme... La vie, au moins sous une forme élémentaire, pourrait très bien s'être développée ailleurs et avoir inséminé la Terre lors de chutes de météorites. À mon avis, ce processus se poursuit encore actuellement et certaines épidémies qui ont marqué l'histoire humaine sur l'ensemble du globe pourraient provenir du ciel. Paradoxalement, les astronomes restent peut-être les plus fortement opposés à ce genre d'idées. Pourtant, ces questions sont actuellement des plus excitantes et il se peut que nous soyons très proches de la solution. Imaginez que la Nasa maintienne ses projets d'atterrissage sur une comète et que nous y découvriions des micro-organismes ou des virus. C'est autrement passionnant que les petits hommes verts... ■

1 : F. Hoyle, G. Burbidge et J.V. Narlikar, "A Quasi-steady Cosmological Model with Creation of Matter", The Astrophysical Journal, 410, 1993, p. 437.



Les quasars sont des centres de création où la contraction gravitationnelle est stoppée par une pression négative.

C. & E. : *Finalement, quels tests observationnels pourrait subir cette théorie quasi stationnaire ?*

F. H. : Un des principaux tests serait la détection directe, malheureusement encore hors de portée, d'ondes gravitationnelles associées aux mini-big bangs ou de leurs effets sur la fréquence des pulsars binaires. Contrairement au big bang où la création de matière est par définition unique, invisible et indécélable, nous prédisons l'apparition de certaines nouvelles parti-

la vie sont jugés hérétiques. Je suis par exemple peu favorable aux recherches de signaux radio provenant d'autres civilisations, les expériences de type Seti. Cette démarche me semble assez peu sérieuse. Tout ce que l'on paraît attendre, c'est de savoir s'il existe des êtres avec qui jouer au football ! C'est une attitude puérile. Le résultat a de fortes chances de se révéler sans cesse négatif et finalement décourageant. Il vaut mieux procéder étape par étape et rechercher d'abord activement les traces de l'apparition de la vie dans le Système solaire. Par exemple près des planètes géantes : est-ce que l'atmosphère