

ASTRONOMIE ET PHILOSOPHIE
Le retour à la cosmologie positiviste

Comme nous avons essayé de le montrer le désarroi de la cosmologie vers les années 1930, sa faiblesse, oserait-on dire, résidait paradoxalement dans son essor-même. Parce que les équations d'Einstein atteignaient à la plus grande généralité théorique, parce que d'excellents mathématiciens, comme Robertson, savaient en extraire de façon exhaustive toutes les solutions compatibles avec le principe d'homogénéité, ces solutions **apparaissaient** trop nombreuses. Comment choisir parmi elles la solution représentative de l'univers réel ? Pourtant cette difficulté de choix ne devait pas faire renoncer au cadre de la relativité générale. On avait bien vu l'échec de toutes les tentatives isolées dans d'autres hypothèses de base.

L'attente de nouvelles découvertes par l'observation astronomique aurait dû être, certes, la seule attitude de sagesse. Mais l'impatience de connaître, n'est-elle pas la motivation la plus impérieuse du chercheur ? Reprochera-t-on à Einstein, à Gold, à Bondi, à Hoyle, et à tant d'autres, d'avoir voulu, par la seule puissance de l'esprit, devancer des décades de lentes et patientes découvertes d'observations ?

Nous parlerons peu de la solution choisie par Einstein, avec l'aide de De Sitter. Le modèle d'Einstein-De Sitter de 1935 est, comme le dit Merleau-Ponty, un modèle d'économie logique. Constante cosmologique nulle, pression cosmique nulle, courbure spatiale nulle, le modèle est alors complètement déterminé. La géométrie de son espace est infinie et quasi euclidienne. Son expansion débute par une explosion primordiale. On notera que, chez Einstein, il n'y a pas dans ce choix, contradiction avec sa première attitude de 1917 qui l'avait conduit à un modèle fini d'univers. La difficulté d'alors, d'un univers infini concernait le potentiel de gravitation mais n'existait plus dans un modèle en expansion.

Quelles furent les raisons qui poussèrent Einstein et De Sitter au choix d'un tel modèle ? Cette "économie logique" de 3 constantes pour déterminer le modèle, cet appel à la raison suffisante, évoqueraient plus, chez des auteurs de moindre renommée, une sorte de coup de dés, une véritable loterie qu'une démarche scientifique. Une analyse un peu approfondie de la question montre qu'Einstein, renonçant en fait à toute solution cosmologique définitive, se résigne par le choix de ce modèle à une hypothèse de travail, basée sur l'analogie avec les expériences de gravitation. Si l'expansion est gravitationnelle, elle va en se ralentissant, comme la pierre qu'on lance en l'air. Cette remarque élimine déjà tous les modèles en accélération d'expansion.

Ceux qui restent, présentent tous une explosion primordiale, leur courbe d'expansion est, tout à fait à l'image des orbites gravitationnelles des comètes, elliptique, parabolique, ou hyperbolique. Or, que fait l'astronome devant la trajectoire d'une comète inconnue dont il ne voit qu'un tout petit tronçon, juste quand la comète est visible près du soleil ? Il décrit l'orbite à l'aide de la parabole. C'est, provisoirement, très suffisant car au périhélie, ellipse, parabole, hyperbole se confondent. Pour une raison analogue, Einstein choisit la solution parabolique qui détermine complètement l'univers, pour son étude immédiate, mais naturellement sans plus attacher désormais aucune valeur épistémologique à cette solution qui n'est qu'une hypothèse de travail. Notamment le caractère infini de l'espace n'y a aucune valeur de connaissance philosophique acquise.

Le choix de Bondi et Gold est guidé par un esprit tout différent. Si le choix des modèles est si vaste, n'est-ce pas parce que le principe de base est trop large ? Un principe plus restrictif permettrait sans doute de restreindre le choix, peut-être d'aboutir à une solution unique.

Ce principe hautement restrictif, Gold et Bondi allaient le déduire d'une généralisation du principe cosmologique d'Einstein, généralisation d'ailleurs mieux

adaptée aux progrès de l'astronomie qui venaient de révéler l'expansion de l'univers, et, partant, son évolution.

D'après le principe cosmologique d'Einstein, de 1917, toutes les lois de la physique devaient être les mêmes partout, en tous les points de l'univers. A cette époque, le modèle était imaginé comme un modèle statique et, par conséquent, l'évolution de ces lois physiques au cours du temps n'avait pas à être envisagée. Mais que l'univers évolue, conformément à l'observation de l'expansion de l'espace, prouvée par la récession des galaxies, alors se posait aussitôt le problème suivant : certes, à un instant donné, les lois de la physique sont bien les mêmes en tous les points de l'espace, mais, d'un instant à l'autre, restent-elles les mêmes ? Gold et Bondi sont ainsi amenés à poser le "principe cosmologique parfait" : toutes les lois physiques sont les mêmes en tout point de l'espace et en tout temps.

Ainsi partout et toujours, l'univers reste identique à lui-même l'expansion n'en est d'ailleurs qu'une structure. Cette identité de l'univers avec lui-même partout et toujours valut au modèle le nom de modèle stationnaire. Il apparaît comme un modèle particulier de Robertson. L'expansion y est accélérée, même plus précisément exponentielle. Elle couvre l'infinité du temps. Ainsi à chaque instant elle se manifeste avec le même taux ; elle dure de toute éternité et se poursuivra indéfiniment. L'espace est infini, euclidien mais chaque observateur découvre un horizon à ses observables. Les lois de la physique sont immuables.

Il est inutile d'insister, après l'énumération de telles propriétés, sur la très haute valeur philosophique d'un tel modèle, pièce de choix pour les spécialistes de l'épistémologie. C'est évidemment le seul modèle qui assure l'espoir de la connaissance totale, l'univers tout entier étant, à tout instant, identique à la partie que tout observateur peut découvrir dans la limite de son horizon. Mais plus encore par cette propriété d'assurer la plénitude de la connaissance, l'opinion scientifique devait être frappée par une propriété secondaire, corollaire très révolutionnaire du principe cosmologique parfait. Le modèle de Gold et Bondi présente la propriété de la création continue de la matière. En effet, d'après le principe de ces auteurs, la densité de matière doit être constante, la même en tout lieu et en tout temps. Mais cette densité est le rapport de la masse au volume qui la contient et ce dernier augmentant à cause de l'expansion, la masse doit donc augmenter pour que la densité reste constante. Le taux de cette création continue est d'ailleurs extraordinairement faible et tout à fait indécélable, au point que la loi de conservation de la masse reste une bonne approximation des faits dans ce modèle.

Quelques années plus tard, Hoyle devait développer une théorie tout à fait analogue. En fait il déplaçait les principes. Prenant la propriété de création continue comme principe, il établissait que cette hypothèse, jointe à celle d'un espace infini euclidien, déterminait complètement la solution des équations de relativité générale. Une fois de plus, ces équations montraient leur souplesse à s'adapter à des hypothèses supplémentaires. Le modèle de Hoyle, à création continue, n'était pas essentiellement différent de celui de Gold et Bondi. Il avait notamment le contenu du principe cosmologique parfait comme propriété fondamentale.

C'est une curieuse chose, devant des attitudes philosophiques contraires qui avaient essayé de poser leurs a priori à la place des résultats trop divers d'une cosmologie naissante, par exemple à côté d'une théorie cosmologique d'inspiration religieuse comme celle de Milne qui avait essayé d'introduire l'acte divin mais instantané de la création dans les équations de la cosmologie, à côté de l'attitude des cosmologistes d'inspiration marxiste qui posaient au contraire a priori la matière créée et impérissable, c'est une chose curieuse de voir le retour du positivisme scientifique s'imposer, pour quelques années du moins, par cette idée révolutionnaire de la création continue. Et si, pour le plus grand regret des philosophes, les découvertes astronomiques récentes durent laisser sans lendemain les modèles de Gold, Bondi et Hoyle, du moins sachons y découvrir un bel exemple de la liberté de l'esprit scientifique !