

## ASTRONOMIE ET PHILOSOPHIE

### V- Les tentatives métaphysiques en cosmologie

Nous reprenons l'histoire de la cosmologie vers les années 1930. A cette époque, Einstein a depuis longtemps déjà renoncé au rêve d'un modèle d'univers unique et déduit des seules équations du champ de gravitation. Hubble a découvert le royaume des galaxies puis leur récession générale traduisant l'expansion de l'univers. C'est là, bien évidemment, la découverte du siècle la plus riche de connaissance, quelque chose d'aussi fondamental, d'aussi structural que la loi d'inertie.

Doit-on voir en effet dans le mouvement rectiligne et uniforme de la masse libre un mouvement particulier ou bien une structure de l'univers que nous analysons en terme d'espace et temps ? Pensez-vous quelquefois que la force d'inertie qui vous projette en avant, lors d'un coup de frein un peu violent, est en fait seulement la manifestation de l'interaction de votre corps avec l'univers tout entier ?

Doit-on de même étudier l'expansion de l'univers comme un mouvement de fuite de toutes les galaxies les unes par rapport aux autres ou comme une structure de l'univers lui-même, analysée aussi en termes d'espace et de temps ? Telle semble bien être la question fondamentale de la cosmologie.

Mais dans l'attente d'une analyse plus profonde de la question, rappelons la multiplicité contenue dans le modèle dynamique le plus général d'univers et la déception dont il entourait la solution cosmologique. Tous les types étaient dans ce modèle de Robertson: des espaces finis ou infinis, recouvrant l'infinitude du temps ou bien présentant, avec une explosion primordiale, une origine temporelle.

C'est donc l'époque où par réaction l'on vit fleurir maints essais cosmologiques basés sur des principes différents de ceux d'Einstein. Nous ferons, à quelques uns d'entre eux une place particulière, à cause de leur originalité ou de leur importance scientifique ou philosophique.

C'est ainsi que se détache le très extraordinaire exposé de Milne qui pose comme seule réalité dans un monde d'apparences le passage du temps et qui cherche à substituer en quelque sorte à l'objectivité spatio-temporelle habituelle une intersubjectivité d'observateurs fondamentaux, dotés de la conscience du temps qui passe et reliés par des signaux lumineux qui réalisent la correspondance entre leurs échelles de temps individuelles.

Naturellement, si les êtres humains sont de tels observateurs, tous ne sont pas nécessairement des êtres vivants et pensants. Ainsi, un atome d'hydrogène qui émet la radiation  $H\alpha$  de l'hydrogène réalise à sa manière une échelle de temps local que le signal lumineux reçu de la lointaine galaxie permet de comparer à notre propre échelle de temps.

Il faut alors rendre hommage à la virtuosité mathématique de Milne qui analysa, par la théorie des groupes, ces correspondances entre les différentes échelles de temps et déduisit de tout cela son modèle d'univers dont la métrique apparaissait curieusement comme un cas particulier des modèles de la relativité générale einsteinienne. L'expansion de l'univers s'y traduit très simplement: les termes spatiaux de la métrique, qui traduisent la géométrie de l'espace, comportent en facteur la variable  $t$ , temps de l'observateur fondamental. D'esprit profondément religieux, Milne voulut voir dans ce résultat le premier essai de cosmologie scientifique compatible avec le dogme chrétien. En effet, en  $t=0$ , l'univers n'existe pas puisque toute la géométrie s'annule avec le facteur  $t$ . Pour Milne, la solution  $t=0$  représente l'acte de création divine, transcendant à la raison humaine. C'est une véritable origine du temps et de l'espace qui existent par contre à tout instant postérieur à  $t=0$  et permettent alors la description rationnelle de l'univers dans le cadre de ses structures créées.

La géométrie de l'univers de Milne est euclidienne et son espace est donc

infini mais chaque observateur ne peut y explorer qu'une sphère, dont le rayon est le produit de la vitesse de la lumière par l'âge actuel de l'univers. Ce produit est en effet la distance parcourue par la lumière depuis le temps zéro qui est, en tant qu' instant de création, une limite des observables. Le modèle de Milne aurait eu, sans doute, une grande portée si Robertson, une fois de plus, n'avait démontré sa non-unité. En fait, des hypothèses initiales, il montra qu'on pouvait déduire non seulement le modèle de Milne mais tous les modèles dynamiques de la relativité générale einsteinienne. Nouvelle déception peut-être d'où émergeaient de bien faibles consolations: la souplesse des équations de la relativité générale à recouvrir les hypothèses les plus variées et une certaine confirmation des idées philosophiques, sinon religieuses, de Milne que l'univers est un monde d'apparences que des hypothèses aussi diverses que la loi de gravitation ou la correspondance entre échelles de temps peuvent décrire finalement en termes mathématiques identiques.

Une autre approche de la solution cosmologique fut essayée par l'illustre physicien Dirac en recherchant systématiquement un rapprochement entre la cosmologie, étude de l'infiniment grand, avec la microphysique, étude de l'infiniment petit. Le point de départ de ces considérations avait été déjà posé depuis longtemps par Eddington qui s'était intéressé aux grands nombres sans dimensions. Il va de soi qu'une longueur, par exemple, sera mesurée par un nombre aussi grand que l'on voudra à condition que l'on choisisse une unité de mesure assez petite. Cela est sans intérêt. Mais le rapport de deux grandeurs physiques de même nature est indépendant des unités, c'est un nombre sans dimensions qui n'est jamais très grand. C'est alors une chose surprenante de trouver un rapport fantastique, de l'ordre de  $10^{40}$ , entre la force électrostatique et la force gravitationnelle de deux électrons en présence. C'est aussi une chose surprenante de retrouver ce même rapport,  $10^{40}$ , entre le rayon de l'univers d'Einstein et la plus petite distance atomique que l'on sache exister. Même si l'univers statique d'Einstein n'est pas représentatif de l'univers en expansion, il est une bonne représentation d'un modèle fermé en expansion à l'instant actuel. Et Eddington voyait dans cette similitude de ces grands nombres une preuve de la finitude de l'espace. Certes, il est dangereux de trop jouer avec les nombres; on tombe vite dans le piège attirant de la science ésotérique. Que n'a-t-on pas fait dire aux dimensions des grandes pyramides ? Mais des Eddington ou des Dirac avaient trop de sens physique pour risquer à ce jeu plus que des hypothèses et c'est avec une grande sagesse que Dirac vit dans les grands nombres la signature de l'âge de l'univers.

Ces grands nombres sont inexplicables autrement. Pour Dirac, les nombres sans dimensions sont en effet de deux sortes: les uns sont de l'ordre de l'unité; ils sont, ou comportent, les constantes fondamentales de la physique, invariantes avec le temps cosmique. Les autres sont des grands nombres; ils dépendent directement du temps cosmique. Ainsi Dirac pose son "principe fondamental". Deux grands nombres sont reliés par une relation simple avec des coefficients de l'ordre de 1. Puisque certains dépendent du temps cosmique, tous en dépendent. L'existence de grands nombres traduit donc à la fois une évolution de l'univers et une origine à cette évolution. Mais contrairement à Eddington, qui, comme nous le rappelions plus haut, avait cru déduire de ces grands nombres la finitude de l'espace, Dirac déduit, au contraire, de son principe l'infinitude de l'univers. En effet, si l'univers était fini, sa masse devrait être constante or, exprimée en masse atomique, ce serait un grand nombre qui devrait au contraire, d'après le principe de Dirac, varier au cours du temps.

Curieuse époque d'incertitude cosmologique où l'on vit ainsi les passions religieuses et philosophiques s'immiscer dans les problèmes scientifiques; où l'on vit Dingle traiter la théorie de Milne de "cosmolâtrie" parce que celui-ci avait posé a priori l'infinitude de l'espace, comme la seule hypothèse, selon lui, compatible avec la majesté de Dieu, cependant qu'un abbé Lemaître cherchait, dans l'hypothèse de la désintégration d'un Atome Unique, l'explication de l'explosion primordiale de l'univers, préférant ainsi une hypothèse scientifique à toute allusion au dogme religieux, dans le souci d'éviter, disait-il, toute familiarité avec Dieu. C'était l'époque aussi où les plus grands noms de la recherche physique s'adonnaient aux découvertes de coïncidences entre les grands nombres cosmiques, tels des alchimistes se livrant à quelque exercice de magie. Il était grand temps qu'un vent de positivisme soufflât à nouveau sur l'esprit de la recherche pour faire taire les querelles et reposer le problème cosmologique en termes précis.

Henri Andriolat