

ASTRONOMIE ET PHILOSOPHIE

III - LE MODELE D'UNIVERS D'EINSTEIN ET LA RUSE DE DE SITTER

Dans l'élaboration de son modèle d'univers, Einstein était guidé par de rigoureuses considérations mathématiques qui l'amenaient à renoncer à l'infini-
nitude de l'espace et les mêmes équations de la relativité générale, qui lui avaient permis d'expliquer la gravitation comme une propriété géométrique de l'espace, lui permettaient de construire ce modèle d'univers, parachevant ainsi son rêve philosophique d'un espace fini, fermé mais sans borne, dont tous les points sont physiquement équivalents, dont "le centre est partout et la circonférence nulle part".

Notre conception instinctive d'un espace euclidien infini nous empêche d'imaginer commodément l'univers fermé d'Einstein. Nous pouvons cependant en donner une image satisfaisante si nous voulons bien renoncer à concevoir ses trois dimensions habituelles.

Sacrifions délibérément l'une d'elles pour nous représenter les propriétés géométriques de l'univers d'Einstein! Alors l'espace physique n'a plus que deux dimensions; c'est une surface. Avec cette convention, l'univers d'Einstein serait représenté par la surface d'une sphère. Seule cette surface, (cette paroi de la sphère) aurait une existence réelle. L'extérieur ou l'intérieur de la sphère et notamment son centre seraient dépouillés de tout sens physique.

Alors, sur la surface de la sphère, rien ne distingue un point d'un autre. Tous les emplacements sont équivalents pour explorer le monde et si la surface d'une sphère est bien un espace fini, que notre conception tridimensionnelle des choses permet d'englober d'un seul regard, un cheminement à la surface de la sphère ne rencontre pourtant jamais de borne. Ainsi l'image de la surface d'une sphère répondait bien au modèle d'univers voulu par Einstein, fini mais sans borne où "le centre est partout et la circonférence nulle part".

Plus que jamais l'idée de la courbure de l'espace prenait toute sa valeur. La relativité générale expliquait déjà l'attraction apparente qu'une masse semblait exercer sur son voisinage par cette courbure de l'espace. Mais à grande échelle, (les équations étaient là pour le dire) ce n'était plus un rêve de croire que, de masse en masse, de courbure en courbure, l'espace s'incurvait au point de se refermer sur lui-même, et cela à l'image de la surface régulière d'une sphère, parce qu'à grande échelle la répartition de la matière dans l'univers devait être parfaitement uniforme.

Ainsi de même que pendant des millénaires, les hommes avaient cru vivre sur une terre plate, de même le développement de la géométrie euclidienne avait profondément enraciné l'idée que l'espace universel devait être infini et sans courbure et la conception einsteinienne d'un univers courbe et fermé sur lui-même apparaissait en 1917 comme la plus révolutionnaire des idées philosophiques.

Cette image nouvelle du monde traduisait finalement un principe physique fondamental, le principe de Mach, selon lequel la structure géométrique de l'espace était déterminée par la matière de l'univers.

C'est alors que l'un des fidèles collaborateurs et amis d'Einstein, le mathématicien et astronome De Sitter se livra, envers l'auteur de la relativité générale et de la cosmologie naissante à une sorte de ruse où il devait faire exceller sa virtuosité mathématique. Il montra que le modèle d'univers trouvé par Einstein n'était pas le seul compatible avec les équations de la relativité générale. Il en existait un autre, qu'on appela évidemment le modèle de De Sitter, qui avait toutes les propriétés géométriques de celui d'Einstein (courbure sphérique, espace fini,

refermé sur lui-même) mais qui, de plus, avait l'étrange propriété d'être un espace vide de toute matière.

Il importait peu finalement de savoir si l'espace de De Sitter pouvait avoir valeur représentative vis à vis de l'univers réel. L'espace astronomique est si peu peuplé, les distances entre les étoiles, et encore plus entre les galaxies, si grandes, qu'un modèle mathématique vide est encore, en somme, une bonne approximation de la réalité.

Mais philosophiquement, et c'est là la ruse de De Sitter, le problème se situait ailleurs. Qu'un univers vide puisse, selon les équations, avoir une géométrie courbe qui le referme sur lui-même, voilà qui ébranlait profondément le principe de Mach, puisque, d'après ce principe, c'était la matière de l'univers, et cette seule matière qui provoquait la courbure de l'espace.

Ainsi le rêve d'Einstein s'écroulait. Il en éprouva certes une profonde déception mais, en parfaite objectivité scientifique, se rendit à l'évidence de la belle démonstration de De Sitter.

Il devait, dès lors, rester près de vingt ans sans s'adonner, au moins publiquement, à de nouvelles études cosmologiques. Mais, on peut penser raisonnablement qu'au plus profond secret de ses méditations, la cosmologie resta toujours la préoccupation première du génial savant. Il adopta en tout cas la seule attitude scientifiquement valable devant pareille mésaventure: attendre l'apport de l'expérience, en l'occurrence les découvertes que les observations astronomiques n'allaient pas tarder à moissonner après la mise en service du télescope de 2^m 50 du Mont-Wilson, qui était alors le plus grand du monde à cette époque.

Avec cet oeil géant, Hubble allait découvrir le royaume des galaxies mais surtout le plus gigantesque phénomène jamais observé, la fuite de ces galaxies avec des vitesses d'autant plus grandes qu'elles sont plus éloignées. Les grands télescopes révélaient l'expansion de l'univers. Ainsi l'univers était en train de grandir. Il était en évolution et cette découverte bouleversait les idées philosophiques les plus enracinées. Même pour le génie d'Einstein, avant la découverte de Hubble, l'immutabilité du cosmos n'avait jamais été remise en question. Un univers immuable et par là même intemporel, telle était la conception presque inébranlable qu'on se faisait du monde à cette époque. Il est émouvant de penser qu'Einstein lui-même se soit laissé prendre au piège de cette "évidence".

C'était là la source de toutes ses difficultés et l'erreur de son modèle. L'univers d'Einstein était immuable; sa géométrie était statique.

On sait démontrer aujourd'hui, de façon tout à fait générale, que tous les modèles statiques, compatibles avec les équations de la relativité générale, sont l'univers euclidien, le modèle d'Einstein et celui de De Sitter.

Que des esprits comme Einstein et De Sitter aient, à l'époque des premiers balbutiements de la cosmologie, mené leurs études de façon si exhaustive, force encore notre admiration.

Mais avec la découverte observationnelle de Hubble, nous savons désormais que la solution était ailleurs, dans des modèles non statiques, à géométrie variable.

Henri Andriolat

LA TOUR EIFFEL, TOUR D'HORLOGE

Dans un journal de grande diffusion, Télérama du 30 novembre 83 pour être précis, une suite de photos de l'ombre de la Tour Eiffel à différentes heures de la journée. Et ce titre "Moins pratique que la montre, mais tout aussi fiable, la Tour Eiffel donne l'heure aux parisiens. Il suffit de la suivre comme une ombre".

Question pour les lecteurs: quand un cadran solaire horizontal à style vertical est-il fiable ??