

LE CONCEPT D'UNIVERS ET LE PRINCIPE COSMOLOGIQUE

*(Feuilleton cosmologique: 2ème épisode)*

S'il est une science qui prédispose à la méditation philosophique, c'est bien l'astronomie. Par les investigations qu'elle porte si loin aujourd'hui dans le cosmos, elle explore désormais un espace immense et un passé très reculé. Quelle meilleure situation pour rediscuter, sous l'angle de la science moderne, les éternels problèmes de l'espace, du temps, de leur finitude ou de leur infinitude, de l'origine de l'univers, de son devenir et pour restituer enfin à sa juste place l'extraordinaire aventure de l'homme et de la pensée.

Certes l'astronome n'est pas journallement aux prises avec des problèmes de cette envergure et tel d'entre nous qui est aujourd'hui en train de mesurer le spectre d'une certaine étoile est aussi loin de ces préoccupations métaphysiques que s'il exerçait n'importe quel autre métier. Il sait pourtant que son travail sera le grain de sable apporté au gigantesque édifice de la Connaissance et c'est cette idée qui donne un sens à la profession qu'il exerce. Par ailleurs je crois profondément que le rôle essentiel de l'astronomie, son utilité si j'ose dire, est précisément de nous donner les moyens de mieux définir les rapports entre la Philosophie et la Science.

La cosmologie, étude de l'univers à grande échelle, est de ce point de vue particulièrement féconde. Restée très spéculative jusqu'au début de ce siècle, elle est devenue aujourd'hui une science précise, appuyée sur de nombreuses données expérimentales.

C'est l'essor de la cosmologie, sous l'impulsion du génie d'Einstein et des découvertes de l'Astrophysique, que je souhaiterais vous présenter au cours de quelques uns de ces articles et j'espère que vous voudrez bien m'accompagner sur cet aventureux chemin de l'esprit dont chaque détour offre à notre émerveillement les plus belles et les plus fantastiques perspectives sur le monde qui nous entoure. Ainsi faire de la science une poésie reste de nos jours peut-être la manière la plus profonde de s'instruire de choses essentielles.

Les exploits spatiaux des temps modernes nous ont familiarisés avec tout un vocabulaire astronomique, les mots de galaxies, d'années-lumière sont devenus d'un usage courant et plus ou moins confusément, les moins spécialistes d'entre nous se font quand même une idée de l'univers assez conforme aux résultats de l'astronomie actuelle: toutes les étoiles que nous voyons au ciel sont autant de soleils comme le nôtre, avec vraisemblablement leur cortège de planètes; elles sont groupées dans l'espace en une structure spiralée, la Galaxie, fourmillement d'étoiles qui dessine sur la voûte céleste la brillante et vaporeuse Voie Lactée. Enfin, bien au-delà, à des millions voire à des milliards d'années-lumière, d'autres galaxies, innombrables, de structure identique à la nôtre. Il est alors saisissant de rappeler que la première identification d'une galaxie en tant que telle remonte seulement à 1923. Jusque là, leurs images diffuses, les "nébuleuses" disait-on alors, donnaient lieu à diverses interprétations: nuages de gaz ou amas d'étoiles? Là n'était pas finalement le vrai problème. Il fallut surtout savoir si ces objets appartenaient à notre Galaxie ou bien étaient des objets extragalactiques, d'autres galaxies. Avec le plus grand télescope du monde d'alors, le 2m50 du Mont Wilson, Hubble, en 1923, identifia pour la première fois une étoile variable, une céphéide, dans la nébuleuse d'Andromède. C'était connaître la distance de la nébuleuse. Aucun doute ne subsistait plus: Andromède était une extragalactique. Bientôt des milliers, des millions d'autres galaxies seraient photographiées par Hubble sur les clichés du Mont Wilson.

Le concept d'univers venait littéralement d'éclater.

Avant la découverte de Hubble, l'univers, en effet s'identifiait à notre galaxie avec ses quelque 100 000 années-lumière de grandeur et son étrange structure de disque d'étoiles, aplati et spiralé. Désormais, l'univers s'étendrait sur des milliards d'années-lumière, uniformément peuplé de galaxies identiques à la nôtre. C'était le "Royaume des Galaxies" et je ne saurais trop recommander aux passionnés d'astronomie la lecture de l'ouvrage de Hubble qui, sous ce titre, le Royaume des Galaxies, nous entraîne à partager l'enthousiasme de sa découverte du monde cosmique.

Dès lors se posait une question fondamentale et d'ordre épistémologique. Ces galaxies dénombrées par milliards étaient-elles réparties au hasard dans l'espace, ce qui revient à dire uniformément à grande échelle ou bien constituaient-elles un édifice cosmique d'ordre supérieur, la Métagalaxie, à l'image des étoiles qui sont rassemblées dans la structure d'une galaxie donnée.

Il fallait pour répondre à cette question multiplier les observations. Ce fut le gigantesque travail qu'entreprit Hubble, en dépouillant des centaines de clichés du Mont Wilson. Il apparut alors que, localement, par petit nombre, les galaxies se groupaient certes en amas de galaxies mais que les amas de galaxies étaient répartis *uniformément* dans l'espace quelle que soit la direction de la région du ciel observé. C'était l'isotropie parfaite des observations, sauf évidemment dans la direction où notre propre galaxie fait écran sur le décor extragalactique.

Le concept d'univers allait naître de cette observation de l'uniformité, bientôt érigée en principe.

Il importe de bien voir à quel point cette notion d'uniformité de l'univers à grande échelle est fondamentale et cela, d'autant plus qu'elle n'est nullement apparente à l'échelle locale, où l'esprit est au contraire frappé par l'extrême diversité de la nature.

Mais du point de vue de la philosophie de la connaissance qui nous intéresse aujourd'hui, on remarquera que la diversité est, dans un certain sens, vide d'enseignement. Par exemple si la terre est pour moi cet alpiniste qui gravit le sommet de cette montagne, et ce ruisseau et cet arbre en fleurs au fond de la vallée, je ne sais de la terre que cela et cela seulement. Je ne sais ni pourquoi la pierre tombe comme elle tombe, ni pourquoi se produisent, ni a fortiori quand se reproduiront, les marées ou les saisons. Mais si, avec un certain recul d'esprit, qui n'est plus tellement spéculatif aujourd'hui puisque c'est la vision que le cosmonaute a de la terre, je conçois celle-ci comme une sphère parfaite de densité uniforme, ce concept d'uniformité me permet alors d'atteindre aux lois fondamentales qui constituent une connaissance très profonde du concept "terre" s'appliquant aussi bien aux détails de sa diversité qu'à son tout.

La pierre tombe comme elle tombe, suivant la loi précise de la gravitation newtonienne, parce que c'est vrai que, malgré les montagnes et leurs vallées ou les flèches de nos cathédrales, la terre est une sphère parfaitement uniforme.

Cette surprenante constatation prouve seulement que la diversité du monde est négligeable devant son uniformité. Il y a dans la structure que l'uniformité donne à la réalité des choses une vérité d'ordre.

C'est cette vérité que pouvait désormais nous livrer le concept d'univers uniforme, alors qu'autrefois limité à notre galaxie, sa diversité même ne pouvait conduire à aucune cosmologie.

Le principe cosmologique allait bientôt surgir de cette première grande découverte par Hubble du royaume uniforme des galaxies. Il s'énonce ainsi.

A un instant donné, les apparences de l'univers, ainsi que les lois de la physique sont les mêmes en tout point de l'espace.

Cela signifie entre autres choses que si nous habitons Andromède au lieu d'habiter notre galaxie, nous découvririons que les lois de l'optique ou la loi de la gravitation sont les mêmes que sur terre et que l'aspect général du cosmos y est aussi le même. On trouverait par exemple le même nombre de galaxies par unité de volume d'espace, et cela quelle que soit la direction d'observation.

H. Andrillat

£ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £ £

L'OURSE ET LA COMETE

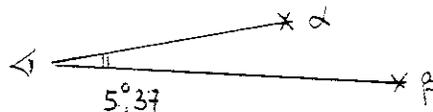
Dans la nuit du 10 au 11 mai 1983 les membres du club d'astronomie de l'Université du Maine ont suivi la progression rapide de la comète IRAS-ARAKI-ALCOCK à travers la constellation de la Grande Ourse. Des clichés ont été pris par plusieurs d'entre eux.

I - DEPLACEMENT DE LA COMETE.

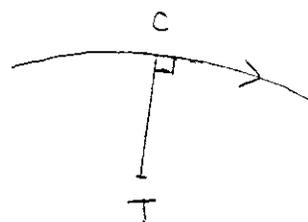
Le document représente deux photographies du même champ d'étoiles prises pendant la même nuit. Les instants des prises de vue sont indiqués en TU.

Reporter sur un papier calque les deux positions de la comète ainsi que les étoiles  $\alpha$  et  $\beta$  de la Grande Ourse. L'angle entre les étoiles  $\alpha$  et  $\beta$  est de  $5,37^\circ$  (séparation angulaire).

On fait l'approximation suivante: les distances linéaires sur le cliché sont proportionnelles aux distances angulaires entre les étoiles.



Calculer le déplacement angulaire de la comète entre les deux instants de prise de vue.



II - VITESSE.

Le passage de la comète au périhélie (point de sa trajectoire le plus rapproché de la Terre) s'est produit à un instant très proche des instants de prise de vues. On peut donc admettre que la ligne de visée était sensiblement perpendiculaire à l'orbite de la comète. La distance de la comète était à cet instant  $TC = 45 \times 10^6$  km (nous l'avons échappé belle!). Donner une estimation de la vitesse de la comète par rapport à la Terre. Montrer en particulier que la comète ne pouvait pas devenir un satellite ... de la Terre (dommage pour les astronomes amateurs!) en comparant sa vitesse à la vitesse d'évasion d'un corps placé à la distance TC de la Terre.

Rappel: vitesse d'évasion  $v_e = \sqrt{2 GM / R}$

avec  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $M = 5,977 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R = TC = 4,5 \times 10^9 \text{ m}$

voir à ce sujet Méthodes de l'Astrophysique (L.Gouguenheim) page 184.

J.P. Rosenstiehl