

DEUXIÈME PARTIE ⁽¹⁾

M. Paul COUDERC, *Astronome à l'Observatoire de Paris*, nous a donné un résumé de la Conférence qu'il a faite le 2 mars devant des membres de l'Union des Physiciens et de l'Association des Professeurs de Mathématiques. Nous l'en remercions vivement, car nous pensons que nos membres de province seront heureux de pouvoir connaître les sujets traités dans les Conférences pédagogiques d'Astronomie constituées avec l'aide de M. DANTON, Directeur de l'Observatoire.

I. Structure de la galaxie

La Voie Lactée, bande de largeur irrégulière, de structure chaotique, divisée même en deux branches du Cygne au Centaure, partage sensiblement la sphère céleste en deux parties égales. Galilée (1610), à la lunette, confirme l'intuition de Démocrite (vers — 400) : il s'agit d'une accumulation d'étoiles fines et serrées.

Au XVIII^e siècle, apparaissent les idées justes sur sa nature : ce n'est pas un ruban d'étoiles, mais une immense banquise d'étoiles, la *Galaxie*, de forme très aplatie, qui étend sa nappe à de grandes distances ; le Soleil et les étoiles visibles à l'œil nu en font partie et on croira, jusqu'en 1918, qu'ils y occupent un domaine central. Ces précurseurs sont Wright (1750), Kant (1755), Lambert (1761). La Voie Lactée est un effet de perspective, la tranche d'un disque vu de l'intérieur.

William Herschel précise ces idées, en essayant des mesures, dès 1785. Il fait 3.400 *jauges* : recensements d'étoiles, grandeur par grandeur, dans des aires choisies. Il démontre la *concentration* galactique progressive des astres faibles.

A son époque, aucune distance stellaire n'était connue (première dis-

(1) Adresser, soit au Président, soit à M. HUISMAN, II, rue Jacques-Cœur, Paris (4^e), toute communication destinée à la Deuxième Partie du *Bulletin*.

tance, 1836-1840). Il prend pour *unité* la distance moyenne des étoiles de première grandeur (unité qui n'a malheureusement aucun sens physique, à cause de l'extrême diversité des distances individuelles). Puis, ayant admis que l'éloignement est l'unique facteur de la décroissance d'éclat apparent, il propose pour dimensions de la « meule de moulin » 850 unités de diamètre, 150 unités d'épaisseur.

Malheureusement l'échelle des éclats intrinsèques est prodigieusement étendue : de Rigel (magnitude absolue visuelle $M_{vis} = -5,75$) à l'étoile BD + 4° 4048.B ($M_{vis} + 19,25$), le rapport des luminosités est 10 milliards. Toutes les statistiques qui ne tiennent pas compte de ce facteur sont viciées gravement.

L'échec de toutes les statistiques approfondies, jusqu'en 1916, est évident, puisqu'elles n'ont même pas réussi à découvrir que le Soleil n'est pas central dans la Galaxie. Toutefois on prend conscience de l'immensité des dimensions. Citons les résultats de :

Seeliger 23.000 a.l. sur 6.000 a.l. d'épaisseur,

Kapteyn 55.000 a.l. sur 11.000 a.l. d'épaisseur.

L'erreur héliocentrique était corroborée par les apparences de la Voie Lactée, qui ne sont pas dissymétriques de façon évidente, et par la décroissance *apparente* des densités d'étoiles quand on s'éloigne du Soleil dans n'importe quelle direction.

Etude des amas globulaires par Harlow Shapley (Mont-Wilson, 1916-1918. — La solution du problème réside dans la *sélection* d'objets ayant un éclat intrinsèque connu. Shapley s'est servi des Céphéides, dont, avec Miss Leavitt, il avait découvert la propriété : la période de variation d'éclat détermine leur magnitude absolue. En fait, il utilisa les Céphéides à courte période (environ 8 heures) qui abondent dans les amas globulaires et qu'on nomme variables du type RR Lyrae, chacune équivalant à cent Soleils.

Les amas globulaires, au nombre d'une centaine, ont, sur la voûte céleste, une répartition synétrique par rapport à la Voie Lactée et s'accumulent dans la direction du Sagittaire. Ayant admis que ces amas étaient dynamiquement dépendants de la Galaxie, il en conclut que le centre de leur système était confondu avec celui de la Galaxie. Le problème était de trouver la distance de chaque amas et de construire un modèle réduit de leur organisation spatiale.

Ayant recensé 1.300 RR Lyrae dans 62 amas, et établi leurs distances, — ayant ensuite évalué la distance des amas restants au moyen de leur magnitude totale calibrée, ou de leur diamètre apparent — il put annoncer les résultats suivants :

Le centre de la Galaxie se trouve à la longitude 327°, dans le Sagittaire. Le Soleil se trouve à 30 ou 35.000 années-lumière de ce centre.

Le diamètre total (mal défini) de la Galaxie doit être voisin de 80.000 a.l.

Le Soleil est plus près du bord ; aux 2/3 d'un rayon à partir du centre.

Ces résultats sont des valeurs *rectifiées*, car, depuis 1930, une absorption interstellaire discrète a été mise en évidence qui atténue l'éclat apparent des objets et les fait croire plus loin qu'ils ne sont en réalité.

Mais la *rotation de la Galaxie* (Lindblad et Oort, 1925) a confirmé l'essentiel des résultats de Shapley : le Soleil tourne autour du centre, à raison de 275 km./sec. (en direction de Céphée). Il effectuerait cinq tours de Galaxie par milliard d'années. La masse totale, qui contrôle cette rotation, avoisine 200 milliards de fois la masse solaire.

En outre, le *bulbe central* de la Galaxie vient d'être détecté en infra-rouge. Il semble que les régions visibles du Sagittaire appartiennent à une spire bien fournie, à 6.000 a.l., tandis que notre Soleil se situerait dans une spire extérieure, allant de la Carène au Cygne et à Céphée. Une région relativement vide nous séparerait du Sagittaire.

La physique de la diffusion montre que des particules de *fumée*, ayant un diamètre compris entre 0,1 et 0,3, sont beaucoup plus efficaces que tous autres matériaux. Leur effet est sélectif (Loi de Mie, en λ^{-1}).

Des graviers, ou blocs, ont une efficacité pratiquement nulle et leur effet serait *neutre*. Des électrons sont diffusants, mais avec une efficacité médiocre et sans sélectivité.

Enfin, des atomes ou poussières ultra-fines ont un pouvoir faible et une sélectivité en λ^{-4} (Loi de Rayleigh, bleu du ciel).

Les gaz manifestent leur présence :

1° dans les nébuleuses, par des raies brillantes singulières (raies du Nébulium, raies interdites de O II, O III, N II, N₂, etc...);

2° par les *raies stationnaires*, dans l'espace interstellaire. Ces raies traduisent la présence de nombreux atomes et de molécules (CH, CH⁺, CN). Elles révèlent la rotation de la Galaxie, la distance des étoiles où on les décèle, la distribution du gaz cosmique, les conditions du milieu.

Mais il faudrait une masse de gaz cent fois supérieure à celle de la Galaxie pour produire *seulement* les effets d'absorption visibles dans les nébuleuses sombres de Barnard. Les particules solides sont responsables des absorptions visibles ou discrètes qui se traduisent par :

les aires opaques, la division de la Galaxie en deux branches, la zone d'absence des spirales, les bandes équatoriales dans les autres Galaxies, les déficiences des statistiques stellaires sur certaines aires, les nébuleuses à spectre continu, les excès de couleur de certaines étoiles O ou B, les nodules de distance incorrects, les singularités des amas ouverts étudiés par Trumpler.

Les analyses en six couleurs à la cellule photo-électrique (Stebbins) ont montré que la diffusion est sélective en λ^{-1} et se trouve la même partout. Il s'agit donc des particules de diamètre 0,2 environ (1 milliard d'atomes). Une quantité 10⁻²⁶ g./cm³ suffit aux effets constatés.

Donc, *c'est la fumée qui absorbe*. La masse quasi-totale interstellaire est, au contraire, constituée de gaz.

Ce gaz est le résidu de formation des étoiles ; il en engendre encore, du reste (globules). Il se groupe en nuages, animés de vitesses analogues aux vitesses stellaires et occupant 5 % du plan galactique.

Les poussières sont charriées par le gaz, comme dans l'air que nous

respirons, à raison de *une* par hectomètre cube. Les atomes d'hydrogène, selon le nuage, sont de 20 à 50 par cm^3 . On compte en outre un atome lourd par litre.

Entre les nuages, la densité tombe à moins de 0,1 atome par cm^3 .

II. Le milieu intersidéral

Jusqu'en 1930, « les astronomes ne croyaient pas à l'existence d'un milieu général absorbant, mais ils en avaient peur ».

En effet :

1° les grandes distances reposent sur le module ($m-M$) et m serait faussé ;

2° les températures, reposant sur l'énergie reçue en deux couleurs, sont viciées par la sélectivité de l'absorption ;

3° un milieu résistant peut fausser la dynamique admise (par les frottements), pourrait engraisser les étoiles et renverser le sens de leur évolution ;

4° la cosmologie repose sur les valeurs de la densité moyenne de la matière visible...

Le fantôme a pris corps et a perdu ses caractères menaçants. L'absorption existe, elle est grande, mais nous avons appris à en tenir compte. La densité intersidérale n'est pas telle que l'évolution change de sens, ni la dynamique de caractère. Cependant, nos idées cosmologiques ont été transformées.

On voit, de place en place, des nébuleuses brillantes gazeuses, comme celle d'Orion. Eddington a calculé, d'après la décroissance des atmosphères vers l'extérieur, qu'à la frontière de deux nébuleuses voisines, là où leurs extensions extrêmes sont mitoyennes, la densité doit atteindre, en moyenne 10^{-24} g./ cm^3 . C'est un minimum.

Ort, d'après la dynamique des étoiles en notre voisinage, et spécialement par l'ordre de grandeur des composantes des vitesses *normales* au plan galactique, a établi que la densité moyenne, dans notre coin, est de $6 \cdot 10^{-24}$. Or, les étoiles connues n'entrent que pour moitié dans ce nombre. Il y a donc autant de matériaux épars que de matériaux concentrés, soit $3 \cdot 10^{-24}$ g./ cm^3 .

Ce qui fait, en moyenne, deux atomes d'hydrogène par cm^3 .

J. COUDERC,

Astronome à l'Observatoire de Paris.