



CHAPITRE IX

LA STRUCTURE DE L'UNIVERS

Nous avons vu au chapitre V que notre Soleil est situé à l'intérieur d'un amas composé de plusieurs centaines d'étoiles : ce sont les plus proches et généralement les plus brillantes.

Cet amas lui-même est sans aucun doute entouré par ce que nous pouvons appeler l'anneau *galactique* ; mais quelle est la structure et la véritable forme de cette ceinture apparente ? C'est précisément ce qu'il nous reste à déterminer.

Et d'abord, comment l'observation, à défaut des distances exactes des étoiles, pourra-t-elle nous renseigner sur le plan de l'Univers ?

Il est bien évident que si toutes les étoiles autres que celles de notre amas étaient uniformément distribuées dans une sphère énorme et que le Soleil fût placé près du centre, notre rayon visuel rencontrerait un nombre presque égal d'étoiles dans tous les sens.

Or, les travaux dont nous avons parlé montrent que tel n'est pas le cas.

Il reste donc deux hypothèses pour expliquer l'accroissement des étoiles à mesure qu'on approche de la Voie lactée.

Ou bien l'anneau galactique entoure une petite sphère remplie d'étoiles, ou bien nous sommes plongés au milieu d'une sorte de boule aplatie dont l'équateur est peuplé d'un nombre considérable d'astres brillants. C'est l'observation seule qui peut nous fixer sur la valeur de l'une ou l'autre hypothèse.

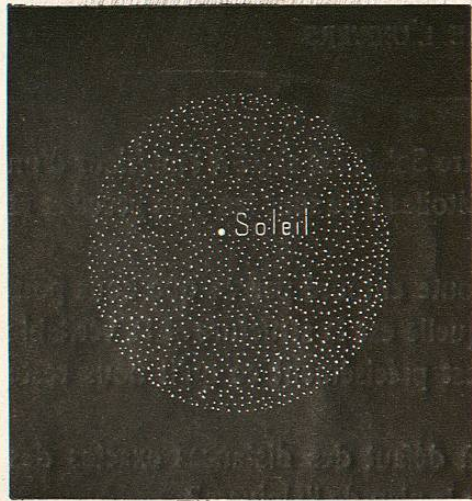
Un simple coup d'œil sur la voûte céleste, par une belle nuit d'hiver, nous montre à l'évidence que les étoiles deviennent de plus en plus nombreuses en approchant de la Voie lactée, mais ceci ne saurait nous renseigner

complètement. Il nous faut des données plus précises. Or, c'est ici que commence la difficulté.

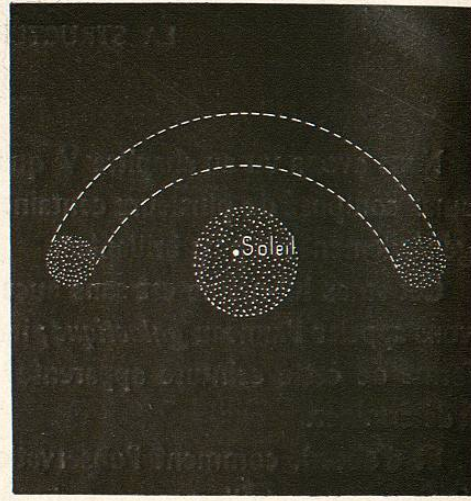
Ah! si la carte photographique du ciel était terminée; si nous avions repéré et catalogué toutes les étoiles enregistrées, le travail ne serait plus qu'œuvre de statistique! Malheureusement, nous sommes encore loin du but rêvé.

Nous serons donc obligés de nous contenter des catalogues d'étoiles mis à notre disposition par de patients chercheurs.

Commençons par les étoiles visibles à l'œil nu, ce sera une première



UNE PREMIÈRE HYPOTHÈSE CONSISTE À SUPPOSER NOTRE SOLEIL PLONGÉ DANS UNE SPHÈRE ÉNORME PEUPLÉE D'ÉTOILES



ON PEUT ENCORE SUPPOSER LE SOLEIL AU MILIEU D'UN AMAS ENTOURÉ D'UN ANNEAU D'ÉTOILES

approximation très utile. Répartissons-les sur un globe céleste à leur place exacte et traçons les limites de la Voie lactée. Que voyons-nous?

Sur 5 356 étoiles, 1 200 d'entre elles tombent à l'extrémité de la zone galactique dont les bords eux-mêmes réunissent la plupart des étoiles brillantes.

En supposant même que les formes nuageuses de la Voie lactée nous soient inconnues, la distribution des étoiles visibles à l'œil nu nous permettrait de tracer assez correctement le dessin général de cette immense formation.

Il y a donc là une indication tout à fait sérieuse. Il est évident, en effet, que si la répartition des étoiles était à peu près uniforme dans le ciel, la Voie lactée, qui n'occupe qu'une faible portion de la surface céleste, ne

contiendrait pas le cinquième des étoiles visibles à l'œil nu. Puisqu'elle les contient, nous pouvons déjà conclure que ces étoiles ont une tendance à se grouper autour d'elle, à faire partie intégrante de ce nuage lumineux. Les étoiles de notre amas font seules exception.

C'est ce que Proctor n'ignorait pas lorsqu'en 1872 il entreprit de faire la répartition, non plus des étoiles visibles à l'œil nu, mais de toutes celles que contient le catalogue d'Argelander, c'est-à-dire de 324 198 étoiles.

Cette fois, la conclusion fut plus intéressante; non seulement les étoiles comprises entre la première et la neu-

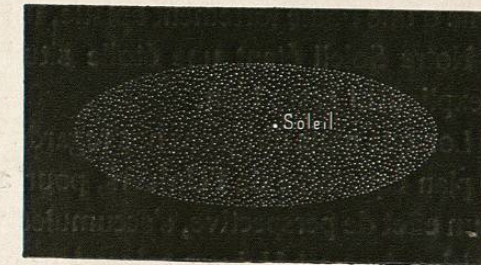
vième grandeur $1/2$ indiquaient nettement la forme générale de la Voie lactée, mais leur distribution en montrait toutes les particularités; c'est à tel point que, si la densité stellaire varie sur la carte, l'augmentation ou la diminution des étoiles coïncide avec une recrudescence de luminosité de la Voie lactée; ses fentes et ses déchirures y sont même nettement indiquées. Schiaparelli est arrivé aux mêmes conclusions.



M. PROCTOR, ASTRONOME ANGLAIS (1837-1888)

s'accorde le mieux avec la réalité.

La Voie lactée n'est donc pas un phénomène purement local, elle est intimement liée à la constitution intime de notre Univers stellaire; ce n'est



ENFIN, RESTE L'HYPOTHÈSE D'UNE BOULE APLATIE RENFERMANT DES ÉTOILES QUI ENTOURENT NOTRE SOLEIL

Autour de la Voie lactée, il a tracé des zones au moyen de parallèles distants de 20 en 20 degrés et il a compté le nombre des étoiles dans chaque zone.

Eh bien! la densité stellaire s'accroît dans ces zones à mesure qu'on approche de la Voie lactée.

Ceci nous prouve par conséquent que des deux dernières hypothèses soumises à notre choix, c'est la seconde seule qui

pas tout à fait le disque aplati d'Herschel ou de Struve, mais quelque chose d'approchant.

Les travaux de Seeliger indiqueraient en effet que notre Univers n'est pas contenu dans une enveloppe sphérique, mais que sa forme rappelle plutôt celle d'une boule fortement aplatie, un *ellipsoïde*, diraient les géomètres.

Notre Soleil étant une étoile située presque au centre, les apparences s'expliquent assez bien.

Lorsque nous dirigeons nos regards vers les régions de la Voie lactée, dans le plan équatorial de l'Univers, pour ainsi dire, les étoiles paraissent, grâce à un effet de perspective, s'accumuler vers ce plan. En réalité, deux mondes voisins dans cet Univers colossal peuvent être aussi distants l'un de l'autre



SEELIGER, ASTRONOME ALLEMAND,
CÉLÈBRE PAR SES TRAVAUX D'AS-
TRONOMIE STELLAIRE

que l'est de notre Soleil Alpha du Centaure, notre voisine, dont la lumière met plus de trois années pour parvenir à la Terre.

Portons-nous les regards vers les pôles de la Voie lactée, c'est le contraire qui se présente; notre rayon traversant l'Univers dans sa partie la moins épaisse, nous apercevons très peu d'étoiles.

En tenant compte des *jauges* remarquables d'Herschel, on arrive à des conclusions identiques; mais comme les télescopes géants de l'astronome hanovrien montraient des astres que Seeliger n'a pas utilisés, on trouve encore un plus grand nombre d'étoiles dans le plan galactique.

Somme toute, au lieu d'être uniformément répandues dans la sphère aplatie dont nous avons parlé, les étoiles de la Voie lactée seraient plutôt groupées dans un anneau immense ressemblant à ce que nous voyons dans la nébuleuse annulaire de la Lyre.

Ainsi, de déductions en déductions, la science moderne approche peu à peu de la solution de ce grand problème : la structure réelle de l'Univers.

La théorie de l'anneau n'explique pas tout cependant; elle ne rend pas compte en particulier de la division en deux branches de la Voie lactée sur le tiers environ de sa longueur. Et puis, que signifient ces amas brillants, ces taches lumineuses, ces alignements manifestes, à la façon de certaines formes nuageuses dans notre atmosphère? On dirait qu'un souffle puissant

a dispersé, comme une véritable poussière, les étoiles accumulées dans les espaces célestes; comment rendre compte des déchirures qui sont réelles? Pourquoi ces interruptions?

En réfléchissant à toutes ces particularités, Proctor a tenté un nouvel essai de reconstitution.

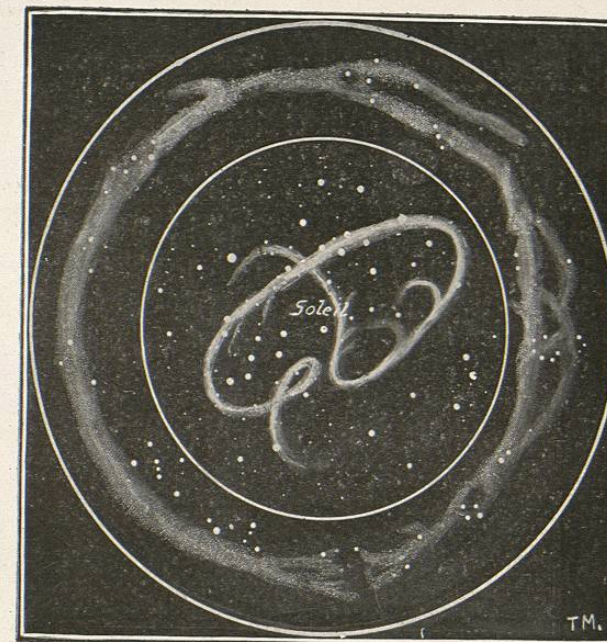
Il supposait que la Voie lactée n'est qu'une vaste traînée d'étoiles; mais cette traînée, loin de représenter un anneau, ressemblerait à un immense serpent étendu en ovale avec les deux extrémités ramenées vers

le centre. C'est à cet endroit qu'une sorte de vide se manifesterait. D'autre part, la branche principale émettrait de nombreuses ramifications se repliant parfois sur elles-mêmes. Enfin, en supposant que la traînée principale se déroule, non plus dans un seul plan, mais au-dessus et au-dessous suivant une surface gauche, on aurait l'explication du dédoublement de la Voie lactée sur une grande portion de son parcours.

Pour rendre compte de cette dernière particularité, Celoria avait déjà émis l'hypothèse de deux anneaux inclinés de 20 degrés l'un sur l'autre.

Quoique peu vraisemblables, ces diverses théories étaient un acheminement vers l'explication d'un fait très remarquable et dont les anciens n'avaient pas tenu assez compte : la différence de luminosité entre certaines parties de la ceinture galactique.

Par une belle nuit claire du mois d'août, l'observateur le moins attentif peut remarquer la grande supériorité d'éclat de la Voie lactée près de l'Aigle,



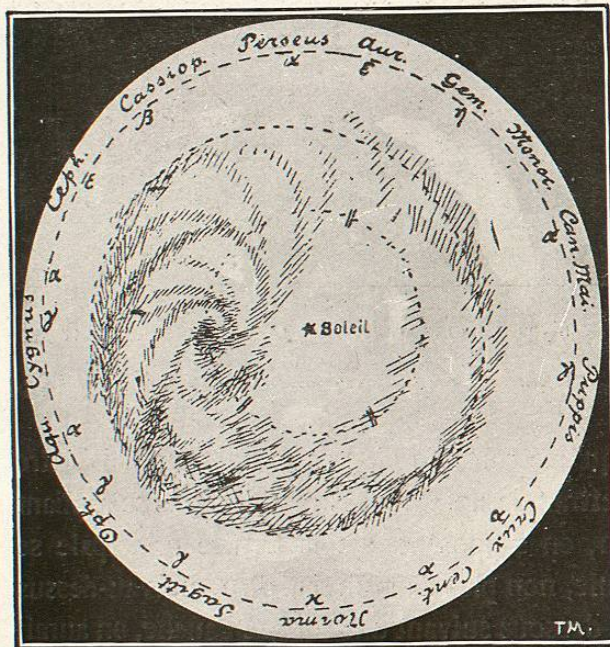
D'APRÈS PROCTOR, LA VOIE LACTÉE RESSEMBLERAIT
A UN SERPENT REPLIÉ SUR LUI-MÊME
Dans la couronne extérieure, la Voie lactée telle qu'elle nous apparaît.



C. EASTON
ASTRONOME HOLLANDAIS

par rapport à la région opposée, la Licorne. Si nous divisons l'anneau galactique en deux parties par un diamètre joignant la Croix du Sud à Cassiopée, le nombre des étoiles est plus faible dans la moitié comprenant les Gémeaux, la Licorne et le Grand Chien que dans la moitié renfermant les belles régions du Cygne et du Sagittaire.

Dans cette dernière constellation, les taches sont si brillantes qu'à moins de supposer l'existence d'accumulations stellaires gigantesques, nous sommes forcés d'admettre que cette partie de la Voie lactée est bien plus rapprochée de nous que la moyenne.



LA STRUCTURE DE L'UNIVERS
(D'après l'astronome EASTON.)

de nous que la moyenne. Toutes les autres particularités ont été assez bien étudiées par Easton, qui a imaginé l'hypothèse suivante: nous savons aujourd'hui que la plupart des nébuleuses ont une structure en spirale. (Voir *D'où venons-nous?*) La grande nébuleuse originelle, celle qui a donné naissance à tous les mondes, à tous les soleils de l'Univers, n'aurait pas une autre forme. Cette spirale immense émettrait dans toutes les directions d'immenses tentacules, qui auraient formé en se condensant des nébuleuses plus petites et finalement des amas d'étoiles au sein de la grande masse primitive.

Notre amas aurait ce privilège, si c'en est un, d'occuper une partie voisine du centre de l'amas principal, situé dans la direction du Cygne. En outre, ces spirales galactiques ne seraient pas toutes dans le même plan.

J'ai donné autrefois dans la revue *le Cosmos* mes idées personnelles sur cette formation gigantesque. Sans vouloir épuiser à fond le sujet, qu'il me soit permis d'y revenir ici et d'expliquer d'une façon générale comment je conçois la structure et la formation de l'Univers stellaire.

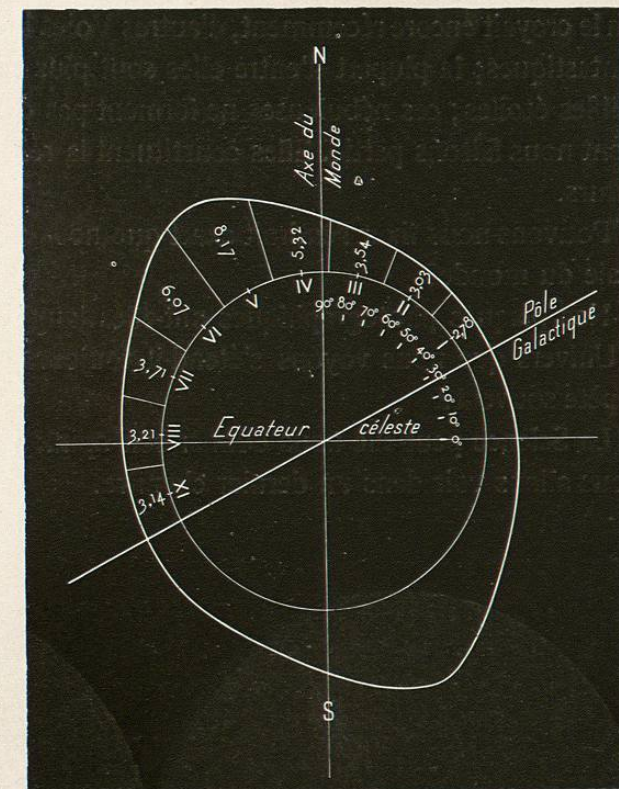
Il y a d'abord un fait qui a été mis en relief tout récemment.

Alors que les étoiles augmentent en nombre à mesure qu'on approche de la Voie lactée, le nombre des nébuleuses diminue d'autant. Excepté les nébuleuses planétaires qui forment un groupe tout à fait à part, on dirait que les vraies nébuleuses se sont réfugiées loin du plan galactique et se sont groupées autour même des pôles de ce plan.

J'admets donc qu'au début, toute la matière composant l'Univers visible était répandue à l'état de diffusion extrême dans une sphère à peu près ronde.

Comme je l'ai déjà expliqué dans *D'où venons-nous?* l'étude des lois mécaniques montre qu'un aplatissement s'en est suivi; ce vaste système était toutefois dans des conditions très différentes de notre nébuleuse solaire. Pas de soleil central unique, mais des amas particuliers se groupant près du centre; en même temps il y a eu tendance à la formation d'un anneau analogue à celui qui a donné naissance chez nous à la planète Jupiter. La résistance des matériaux a amené peu à peu une forme vaguement spiraloïde. Mais ici il faut éviter une confusion dans les nébuleuses spirales, chaque globule brillant donnera naissance à une étoile, tandis que dans notre grande nébuleuse, ces globules énormes ont formé à leur tour des parties distinctes, d'autres nébuleuses, dans la nébuleuse-mère, si bien qu'il en est résulté des amas gigantesques d'étoiles de toutes sortes.

L'amas dont fait partie notre Soleil serait peu éloigné du centre. Quant aux pôles de cette immense formation galactique, vidés de bonne heure au profit du plan équatorial, on comprend que la matière ait subi



PLUS ON S'ÉLOIGNE DU PÔLE DE LA VOIE LACTÉE
ET PLUS LES ÉTOILES SE MONTRENT NOMBREUSES

là-haut dans son évolution une sorte de retard. Ce qui le prouve surabondamment, c'est la distribution des étoiles les plus anciennes (étoiles rouges), qui sont pour la plupart fort éloignées de ces régions peu avancées. Tous les Soleils de la Voie lactée doivent donc, en cette hypothèse, tourner à l'intérieur de leurs amas propres, et ces amas, à leur tour, sont sans doute animés de vitesses particulières qu'il est encore difficile de déterminer.

En tout cas, ce qui est certain, c'est que les nébuleuses ne sont pas, comme on le croyait encore récemment, d'autres Voies lactées situées à des distances fantastiques; la plupart d'entre elles sont plus rapprochées de nous que les faibles étoiles; ces nébuleuses ne forment pas des Univers distincts de celui dont nous faisons partie. Elles constituent la réserve des amas et des soleils futurs.

Pouvons-nous fixer l'endroit exact que nous occupons dans la partie centrale du monde?

Nos plaques photographiques ont-elles jaugé tous les espaces célestes? L'Univers que nous voyons s'étend-il toujours? Est-il infini, comme on le répète souvent?

La Science peut-elle nous donner son opinion sur ce point, c'est ce que nous allons voir dans un dernier chapitre.



GROUPEMENT DES NÉBULEUSES AUX PÔLES DE LA VOIE LACTÉE
(D'après PROCTOR.)



CHAPITRE X

L'UNIVERS EST-IL INFINI?

Lorsqu'on veut préciser la distance du Soleil au centre de notre Univers, nous ne savons sur quelles bases certaines appuyer nos calculs. Au moyen de considérations assez ardues, les astronomes évaluent néanmoins cette distance à 30 années de lumière au moins, à 600 ans au plus. Ces indications restent donc extrêmement vagues.

S'agit-il de fixer la distance des plus lointaines étoiles, l'indécision augmente encore.

Et d'abord une question préalable va se poser : Qu'appelons-nous dernières étoiles? Après celles que nous voyons, y en a-t-il d'autres, puis d'autres encore, et ainsi de suite? Quand nous arrêterons-nous? Avons-nous d'ailleurs une raison de nous arrêter? En d'autres termes, le nombre des étoiles est-il infini?

Pour un philosophe, cette question n'a pas de sens. Un nombre est toujours une quantité *déterminée*. Quelque grand que vous supposiez un nombre d'objets réels, on pourrait parvenir à les compter.

Vouloir assembler le mot *nombre* et le mot *infini*, c'est commettre une absurdité, ou plutôt c'est donner une signification à ce qui n'en a pas, c'est abuser du langage.

Alors, direz-vous, que veut dire le mot *infini*, en mathématiques? Ne rencontre-t-on pas à chaque instant dans les livres d'*Analyse* des phrases de ce genre : « Cette quantité croît jusqu'à l'infini », ou bien « devient infiniment petite ».

Oui, les mathématiciens emploient ce langage et ils ont tort, évidemment, mais ils le savent, et cela ne tire pas à conséquence; ils