

Zeitschrift: Annuaire de l'instruction publique en Suisse
Band: 5 (1914)

Artikel: Revue astronomique
Autor: Maillard, Louis
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-110002>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Revue astronomique¹.

Les progrès de l'astronomie stellaire.

L'évolution chimique des étoiles. — La chimie stellaire, fondée sur l'analyse spectrale, a enrichi l'astronomie de faits importants et d'hypothèses hardies sur la constitution et l'évolution des mondes. La science actuelle a franchi de toutes parts les limites que lui avait assignées la dogmatique sagesse du positivisme ; certaines énigmes de l'Univers, décrétées jadis inabordables et insondables, se laissent peu à peu éclairer et circonvenir par les méthodes nouvelles ; on n'en lit pas encore le mot, mais on peut en épeler les premières lettres ; le reste est affaire de patience et longueur de temps : les perspectives sur l'avenir se devinent grandioses et brillantes.

Les classifications stellaires dérivées de celles du Père Secchi reconnaissent quatre types principaux :

1^o *Etoiles blanches ou bleues* :

raies métalliques rares et faibles, raies d'absorption de l'hydrogène très marquées (exemples : *Véga*, *Sirius*, *Procyon*, *Altaïr*) ;

2^o *Etoiles jaunes* :

spectres à raies fines très nombreuses (*Le Soleil*, *Arcturus*, *Aldébaran*, *la Polaire*) ;

¹ *Annuaires* : de 1910, page 161 ; de 1912, page 173.

- 3^o *Etoiles rouges ou orangées* : raies métalliques; nombreuses bandes obscures dont l'arête est tournée vers le violet (*Betelgeuse, Antarès, β Pégase*);
- 4^o *Etoiles de faible éclat rouge-rubis* : bandes dont l'arête est tournée vers le rouge, attribuées au carbone.

Actuellement, ces classifications sont devenues insuffisantes; les plus récentes sont basées sur les faits suivants :

Le spectre d'un corps incandescent est d'autant plus étendu vers le violet que la température du corps est plus élevée. En outre, le maximum d'éclat du spectre se déplace vers le violet à mesure que la température du corps augmente. Il existe donc un rapport déterminé entre la température d'une étoile et l'état de son spectre.

Si l'on place un corps dans une flamme, puis à l'intérieur d'un arc électrique, plus chaud, le spectre de bandes du corps gagne des raies fines; si l'on fait éclater l'étincelle électrique, encore plus chaude, entre deux fragments du corps, certaines raies de l'arc sont renforcées, d'autres disparaissent, tandis que se révèlent des raies nouvelles. On peut donc distinguer trois types principaux de spectres stellaires :

- spectre de la flamme* (bandes ou cannelures);
- spectre de l'arc* (raies fines);
- spectre de l'étincelle* (raies renforcées et raies nouvelles).

Quant aux nébuleuses, les unes ont un faible spectre continu, dans lequel ne se révèle aucune particularité: il s'agit là de masses extraordinairement lointaines et dont on ne sait rien, si ce n'est qu'elles existent; — les autres, caractérisées par quelques raies brillantes, sont des masses gazeuses incandescentes.

Ici intervient une hypothèse séduisante de M. Lockyer¹: De ce qu'un élément chimique donné émet, selon sa haute température, un spectre de type différent, le savant astronome croit pouvoir induire que *ce corps s'est transformé ou dissocié en des corps plus simples*. Ainsi dans un métal, les plus hautes

¹ Sir Norman Lockyer : *L'Evolution inorganique*.

températures, modifiant l'état primitif de l'atome, produiraient un *protométal*.

Si l'on admet que l'évolution chimique des astres modifie les caractères typiques de leur spectre, on doit, après Kant et Laplace, classer à l'origine des mondes les nébuleuses. Ces nuages cosmiques sont constitués par des essaims de météorites, où des chocs incessants produisent une condensation progressive de la matière, avec dégagement de calorique ; des gaz se libèrent, dont les plus légers se répandent à la périphérie ; dans les spectres dominent les *raies brillantes* (raies d'émission) de l'hydrogène et de l'hélium. — Aux siècles des siècles, la concentration se poursuit ; la nébuleuse se transforme en une étoile, dont la température va croissant : la lumière continue des météorites centrales non-vaporisées traverse une atmosphère où se dégagent, en faible proportion, des vapeurs métalliques ; dans le spectre, des *raies sombres* (raies d'absorption) deviennent visibles. — La température croissant encore, les raies protométalliques apparaissent, et puis l'emportent sur les autres. — Tout au haut de l'échelle, enfin, prédominent les raies du protohydrogène. — Mais, une fois que les météorites sont complètement vaporisées, le bombardement interne cessant, l'étoile qui rayonne sa chaleur aux espaces va commencer à se refroidir ; dans l'ordre inverse de leur apparition, vont disparaître les raies de haute température.... jusqu'à ce que l'étoile complètement encroûtée devienne invisible ; invisible à tout jamais, à moins que, se choquant dans sa course contre un autre astre obscur, elle ne donne naissance à un nouveau monde.

Il peut donc arriver, semble-t-il, que des étoiles, émettant des spectres semblables, soient à deux phases différentes de leur évolution : les températures, du même ordre de grandeur, croissant sur l'une et décroissant sur l'autre. Alors, comment distinguer ? D'après les raies secondaires du spectre : raies des métaux à poids atomique faible dans la période ascendante, à poids atomique fort dans la période descendante de l'évolution stellaire.

En résumé, dans l'ordre des températures croissantes se placent :

les étoiles à spectres cannelés ;
les étoiles métalliques ;

*les étoiles protométalliques ;
les étoiles gazeuses.*

Précisant, M. Lockyer distribue les étoiles en divers groupes, suivant le stade de leur évolution. Chaque groupe est désigné d'après le nom d'une étoile-type ou, à défaut, de la constellation qui la possède ; nullement définitive, cette classification est susceptible de se compléter à mesure que se révèleront de nouveaux types d'étoiles. Actuellement, elle présente seize groupes stellaires, savoir :

Série ascendante.

Formes initiales : NÉBULEUSES.

- Groupes : 1. *Antarien* (*Antarès, α Scorpion*),
2. *Aldebarien* (*Aldébaran, α Taureau*),
3. *Polarien* (*Polaire*),
4. *Cygnien* (const. du *Cygne*),
5. *Rigelien* (*Rigel, β Orion*),
6. *Taurien* (const. du *Taureau*),
7. *Crucien* (const. de *La Croix*).

Températures croissantes

Température maximum.

- Groupes : 8. *Alnitamien* (*Alnitam*, du ceinturon d'*Orion*),
9. *Argonien* (const. australe *Argo, le Navire*).

Série descendante.

- Groupes : 10. *Achernien* (*Achernar, const. austr.*
Eridan),
11. *Algolien* (*Algol, β Persée*),
12. *Markabien* (*Markab, α Pégase*),
13. *Sirien* (*Sirius, α Grand Chien*),
14. *Procyonien* (*Procyon, α Petit Chien*),
15. *Arcturien* (*Arcturus, α Bouvier*),
16. *Piscien* (const. des *Poissons*).

Températures décroissantes

Formes finales : ETOILES ÉTEINTES.

Le groupe argonien est caractérisé essentiellement par les raies de l'hydrogène et du protohydrogène ; le groupe alnitamien, par la présence de l'hydrogène, de l'hélium, du proto-

silicium : à la température la plus haute correspond la chimie la plus simple. — Dans les groupes crucien et achernien, taurien et algolien, apparaissent d'abord l'hydrogène et l'hélium, puis l'astérium¹, l'oxygène, l'azote et le carbone. — Dans les groupes rigelien et markabien prédominent l'hydrogène, le protocalcium, le protomagnésium, le silicium. — Les raies métalliques sont visibles de plus en plus dans les groupes cygnien et sirien, polarien et procyonien, aldébarien et arcturien. Le Soleil est une étoile arcturienne où les éléments principaux sont : fer, calcium, manganèse, protostrontium, hydrogène; protofer, prototitane. — En plus des raies métalliques, on trouve dans le groupe antarien les cannelures du manganèse; celles du carbone dans le groupe piscien.

Il va de soi que bien des savants demeurent réfractaires à l'hypothèse d'une transformation ou dissociation pratiquement irréalisable des éléments chimiques simples soumis à de très hautes températures. M. Schuster explique les indications spectrales en remarquant ceci : si, sur une étoile, il n'existe pas de courants de convection, les gaz légers, notamment l'hydrogène, constituent une atmosphère qui absorbe les radiations infra-rouges et laisse passer les rayons lumineux; nous aurions là un type d'étoile gazeuse. — Si des courants de convection produisent un brassage continu des éléments, les raies métalliques deviennent visibles. C'est donc dans l'état physique de son atmosphère bien plus que dans le degré de son évolution et de sa température qu'il faudrait chercher la cause des faits constatés. Mais les observations récentes du Soleil excluent l'existence d'un mécanisme de ce genre, qui produirait une variation de température de 20 000° pour une différence de niveau de 100 kilomètres! A vrai dire, les déterminations de la température superficielle du Soleil comportent quelque incertitude (entre 5000 et 7000°). On nomme *constante solaire* le nombre mesurant, en calories-grammes, la quantité de chaleur reçue en une minute, aux limites de l'atmosphère terrestre, par une surface de 1 centi-

¹ Le spectre de l'hélium se présente comme celui d'un mélange de deux gaz, l'hélium et l'astérium (ou parhélium), inconnu sur Terre; d'autres éléments, tels que l'oxygène, présentent les mêmes apparences; aucun n'a pu être dissocié aux températures atteintes dans les laboratoires.

mètre carré, normale aux rayons du Soleil ; or, la dénommée « constante » varie entre 2,5 (Violle, 1875) et 1,95 (Abbot, 1910). Il faut donc renoncer à l'idée trop simpliste d'une température superficielle uniforme : les écarts peuvent atteindre, en quelques jours, un dixième de la radiation totale. Mais nous demeurons bien au-dessous des écarts thermiques énormes liés à l'existence de courants de convection gigantesques et invisibles.

Plus précis que la contre-hypothèse de M. Schuster sont les résultats des expériences de M. Fowler : en faisant éclater l'étincelle condensée d'une forte bobine au travers d'un mélange d'hydrogène et d'hélium on voit apparaître des raies nouvelles ; la présence d'un corps étranger pourrait donc suffire à modifier l'émission lumineuse ; il y aurait là un phénomène de résonance, sans modification de l'atome. — Mais le dernier mot n'est pas dit !

* * *

La température des étoiles. — La classification chimique permet de présumer l'ordre de grandeur des températures stellaires. La pyrométrie optique donne la température de l'arc voltaïque, soit 3700° : la limite inférieure, pour les groupes antarien et piscien, serait donc de 4000° environ. Pour les étoiles arcturiennes, le Soleil donne la température moyenne de 6000° . Plus haut?.... M. Lockyer avance « timidement » la supposition gratuite que la différence de température entre deux groupes consécutifs peut être aussi de 2000° à 3000° , ce qui fixe le maximum à $30\,000^{\circ}$.

On obtient des résultats moins imprécis en *admettant* que les lois de Stephan et de Wien s'appliquent aux températures stellaires¹. En premier, M. Nordmann, astronome à l'Obser-

¹ LOI DE STEPHAN-BARTOLI (1884) : *Le rayonnement d'un corps est proportionnel à la différence des quatrièmes puissances des températures absolues du corps et du milieu environnant.*

LOI DE WIEN (1894) : *La longueur d'onde correspondant au maximum d'émission d'un corps est inversement proportionnelle à la température absolue de ce corps.*

Ces lois ne sont vérifiées que par les corps absolument noirs ; une enveloppe opaque pour l'énergie rayonnante, et renfermant des corps quelconques, rayonne comme un corps absolument noir, pourvu que toutes les parties de cet espace fermé soient à une même température. Il s'agit ici d'un cas-limite, non applicable à tous les corps ; ainsi, le rayonnement du

vatoire de Paris, observant les spectres de quelques étoiles-types au moyen d'un pyromètre hétérochrome, a déterminé l'ordre de grandeur des températures absolues, T . — Depuis, M. Rosenberg, de l'Observatoire Osterberg, à Tübingen, a évalué les températures de 70 étoiles brillantes (1^e à 3^e grandeur), en comparant les intensités relatives des diverses régions des spectres stellaires au moyen de la photographie. Le tableau suivant met en regard quelques-uns des résultats des deux méthodes.

Désignation de l'étoile.	T_1	T_2	Groupe spectral.	
δ Persée	18 500°	15 500°	Algolien	(11)
ε Persée	15 200	23 000	Crucien	(7)
β Persée (<i>Algol</i>)	13 300	12 000	Algolien	(11)
α Lyre (<i>Véga</i>)	12 200	22 000	Sirien	(13)
α Persée	8 300	6 500	Polarien	(3)
α Petite Ourse (<i>Polaire</i>) .	8 200	5 200	»	(3)
α Petit Chien (<i>Procyon</i>) .	6 800	7 000	Procyonien	(14)
γ Cygne	5 620	5 100	Polarien	(3)
Soleil	5 320	4 950	Arcturien	(15)
α Cocher (<i>Capella</i>)	4 720	4 500	»	(15)
β Andromède	3 700	2 650	Antarien	(1)
α Taureau (<i>Aldébaran</i>) . .	3 500	2 150	Aldébarien	(2)

T_1 = température absolue, d'après M. Nordmann (1910).
 T_2 = » » » M. Rosenberg (1913).

Les travaux de M. Rosenberg attribuent à certaines étoiles des températures excessives; à la surface de 13 étoiles (18 %), T serait compris entre 20 et 30 mille degrés; 10 » (14 %), T » » » 30 et 50 » » sur une étoile (γ Pégase), T atteindrait 400 000°!

platine est beaucoup plus faible. Sous cette réserve, la loi de Stephan a été reconnue exacte entre -180° (air liquide) et $+1260^\circ$: échelle très vaste en tant qu'elle mesure des températures terrestres, mais combien restreinte par rapport aux températures stellaires! C'est donc par une extrapolation hardie qu'on suppose la loi applicable, comme une première approximation.

Pour les températures relativement basses, les mesures de M. Rosenberg sont confirmées par celles qui ont été faites à l'Observatoire de Potsdam (MM. Wilsing et Scheiner); mais l'écart devient manifeste pour les valeurs supérieures de T. D'autre part, la méthode de M. Nordmann est sujette à des erreurs expérimentales qui s'élèvent du 8 au 24 % de T; pour l'étoile δ *Persée*, l'incertitude n'est pas inférieure à 4000°!

Bien que la concordance des résultats soit loin d'être parfaite, la classification chimique se tient; nul doute que, par la suite, les méthodes s'améliorant, les astrophysiciens ne parviennent à serrer de plus près la vérité.

* * *

La distribution des étoiles. — Il est commode de rapporter la position des groupes stellaires à celle de la Voie lactée. Rapelons que cet amas, qui fait le tour entier du ciel, est composé d'une multitude innombrable d'astres; son plan moyen, le *plan galactique*, est incliné de 62 degrés, donc la droite des *pôles galactiques* de 28 degrés environ, sur l'équateur céleste.

— Les masses composant le système solaire sont situées à peu près dans le plan. — Bien qu'on l'ait comparée, en gros, à un disque ou à une meule, la voie lactée a une forme très accidentée. Dans l'hémisphère boréal, elle passe près du *Grand Chien* et d'*Orion*, traverse *le Cocher*, *Persée*, *Cassiopée*, *Céphée*; dans la constellation du *Cygne*, elle bifurque; l'une des branches se dirige sur *Ophiucus*, l'autre traverse l'*Aigle* et le *Sagittaire*, pour rejoindre la première près de l'étoile α du *Centaure* (*Proxima*). La distance angulaire des deux branches atteint 19 degrés.

A l'œil nu, la Voie lactée a une apparence bien différente des autres régions du ciel; cela provient de l'énorme accumulation des astres dans le plan galactique. Quelle variété de formes, quel épanouissement merveilleux de richesses stellaires dans cet anneau pâle et lointain! Des amas d'étoiles isolés, des nébuleuses en grand nombre; des courants nébuleux entraînant des essaims d'étoiles; des millions d'étoiles à raies brillantes, englobées dans des nébuleuses; des régions très denses, à l'aspect de «lait caillé»; des régions presque vides d'étoiles; des lacunes totales, comme l'obscur «sac à charbon» de l'hémisphère austral. Ce foisonnement désordonné

d'objets célestes si divers, semble interdire d'assimiler la Voie lactée à un Tout, qui serait un Monde d'ordre supérieur. Et pourtant...

Pourtant, l'augmentation du nombre des étoiles du pôle au plan galactique est hors de doute ; elle a déjà été mise en évidence par le grand observateur William Herschel. Pour un champ déterminé, voici les nombres relatifs des étoiles, à des distances angulaires croissantes, à partir du pôle galactique :

Distances angulaires.	Nombre d'étoiles dans l'hémisphère.	
	nord.	sud.
0 à 15 degrés	4 %	5 %
15 à 30 »	5 %	5 $\frac{1}{2}$ %
30 à 45 »	7 %	7 $\frac{1}{2}$ %
45 à 60 »	12 %	11 %
60 à 75 »	22 %	22 %
75 à 90 »	50 %	49 %

Vers les points communs au plan galactique et à l'équateur céleste, Struve a observé des condensations marquées d'étoiles et de nébuleuses. Enfin, les amas d'étoiles et les nébuleuses à raies brillantes sont beaucoup plus nombreuses dans la Voie lactée que partout ailleurs. Il n'en va pas de même des nébuleuses à faible spectre continu, dont la répartition dans le ciel est quelconque¹.

A présent, quelle est la distribution des étoiles des divers groupes chimiques ? Dans quelles directions en trouve-t-on le plus grand nombre, et à quelles distances du Soleil ?

Lord Kelvin a eu l'idée d'assimiler la Voie lactée à une masse gazeuse et de la soumettre aux théorèmes de la théorie cinétique des gaz ; dans les deux cas, on a affaire à des systèmes d'un très grand nombre de points matériels (les étoiles ou les molécules) ; dans les deux cas, ces points agis-

¹ John Herschel, fils de William, avait tracé une zone d'étoiles brillantes dans l'hémisphère sud ; Gould compléta cette découverte en montrant que des étoiles brillantes sont semées le long d'un grand cercle incliné de 25 degrés sur le plan galactique. Les plus belles étoiles de l'hémisphère austral sont disposées le long de cette *Voie étoilée*, qui rencontre la Voie lactée dans la *Croix du Sud* et au point diamétralement opposé, dans *Cassiopee* ; cinq cents étoiles environ, de première, seconde et troisième grandeur, paraissent former cet essaim, indépendant de la Voie lactée.

sent les uns sur les autres, et leur action diminue rapidement quand la distance augmente.

L'hypothèse a permis à Henri Poincaré d'évaluer l'ordre de grandeur du rayon moyen de l'anneau galactique à 10^9 unités astronomiques, c'est à-dire à 1000 fois la distance de la Terre aux étoiles les plus proches¹; puis l'ordre de grandeur du nombre des étoiles de la Voie lactée à 1000^3 , soit un milliard. Si la comparaison était exacte, les vitesses des étoiles devraient, comme celles des molécules, être distribuées dans tous les sens, d'une manière absolument irrégulière². Or, tel n'est pas le cas : la Voie lactée n'a donc pas encore atteint l'état qui permettrait de l'assimiler à un gaz et de lui appliquer les lois de l'équilibre statistique ; il faudrait plutôt la comparer à la *matière radiante*, extrêmement raréfiée, des tubes de Crookes.

Voici, résumés en deux mots, les résultats d'un très grand nombre d'observations : les étoiles gazeuses sont plus nombreuses que les autres dans le plan galactique ; les étoiles protométalliques, métalliques ou à spectre cannelé paraissent distribuées, sans préférence, dans toutes les directions. Il n'y a donc pas de localisation de certains éléments chimiques dans les régions déterminées du ciel. Quant aux nébuleuses à raies brillantes, on les rencontre surtout dans les mêmes régions que les étoiles gazeuses. Les étoiles à raies brillantes sont probablement enrobées dans des nébuleuses.

Les *Novæ* sont surtout fréquentes dans le plan galactique. On peut expliquer l'apparition soudaine de ces étoiles temporaires par le choc de deux étoiles éteintes : destruction de forces vives, production de chaleur et de lumière, puis retour à la nébulosité ; — ou bien par la rencontre de deux nébuleuses : car le spectre d'une *Nova* présente parfois côté à côté des raies brillantes et des raies obscures ; cette coexistence semble révéler que deux séries de particules se meuvent en sens contraire ; la nébuleuse existait invisible avant le choc, dont elle est la cause et non la conséquence. Ces deux expli-

¹ L'unité astronomique est le rayon moyen de l'orbite terrestre. L'ordre des distances du Soleil aux étoiles « voisines » est d'un million d'unités. *Proxima (a Centaure)* est à près de 400 000 unités.

² A l'exception d'une composante due au mouvement du système solaire vers l'apex (direction de Véga, *a Lyre*).

cations, dues l'une à M. Arrhenius, l'autre à M. Lockyer, ne s'excluent pas; les deux genres de phénomènes sont possibles; et c'est bien dans la Voie lactée que les chances de choc sont les plus nombreuses¹.

Les distances du Soleil aux étoiles peuvent être calculées au moyen de leur parallaxe; mais cet angle, toujours inférieur à 1", n'est supérieur à 0",05 que pour une centaine d'étoiles. Dans certains cas, la détermination des petits mouvements propres donnera des renseignements sur l'ordre des distances; car, pour autant qu'il s'agira de vitesses moyennes, ces mouvements paraîtront d'autant plus faibles que les astres seront plus éloignés de l'observateur. Si l'on peut admettre, pour certaines étoiles apparentées par l'état de leur spectre, que les déplacements sont parallèles au plan galactique, la détermination des deux composantes de leur vitesse donne la parallaxe et la distance au Soleil². Or, les travaux de MM. Monck et Kapteyn établissent que les étoiles gazeuses, puis les étoiles protométalliques ont le moindre mouvement propre; il en est de même pour un petit nombre d'étoiles métalliques rassemblées dans le plan galactique; les étoiles métalliques à grand déplacement n'ont aucun rapport de position avec la Voie lactée.

¹ Des recherches sur les *Novæ* de la *Couronne boréale* et du *Cygne* ont montré des raies brillantes (hydrogène, hélium, magnésium); on en observe de semblables sur le pourtour du disque solaire; plus récemment l'étude spectroscopique des étoiles nouvelles du *Cocher* (1892), de l'*Aigle* (1899), de *Persée* (1901), des *Gémeaux* (1912), a prouvé que dans leur période décroissante, elles se rapprochent de plus en plus de la constitution nébulaire.

M. Deslandres, directeur de l'Observatoire de Meudon, suggère qu'une éruption volcanique généralisée à la surface d'un astre encrouté pourrait dégager une atmosphère brillante, comparable à la chromosphère.

D'après sa parallaxe, la *Nova* de 1912 est distante de 300 années-lumière: son exaltation se serait donc produite au commencement du 17^e siècle.

² Si le mouvement propre d'une étoile permet d'évaluer directement sa vitesse tangentielle, la vitesse radiale, composante dans la direction du Soleil, est déterminée en appliquant le principe de Doppler-Fizeau. A tout déplacement d'une source lumineuse dans la direction de l'observateur correspond un déplacement des raies spectrales, vers le violet si la source se rapproche, vers le rouge si elle s'éloigne; la vitesse de la source peut se déduire de l'examen du spectre, comparé à des spectres témoins.

Mouvements propres.	Nombre des étoiles		
	gazeuses et protométalliques	métalliques	à cannelures
1', 39	3	51	—
0 , 52	12	66	1
0 , 35	14	66	—
0 , 24	34	124	—
0 , 18	35	67	3
imperceptible	79	35	1

A la distance minimum, il y a 94 % d'étoiles de la troisième catégorie; à la distance maximum, il n'y en a plus que 30 %. Donc, les étoiles les plus chaudes se concentreraient dans le plan galactique, et d'autant plus qu'elles sont plus éloignées. Mais la lumière subit une absorption plus ou moins forte dans les espaces interstellaires. Reste à savoir si dans ce plan s'exerce peut-être une absorption plus intense sur les rayons bleus que sur les rayons rouges? A cette question, il est, pour l'heure, impossible de répondre.

La prédominance des étoiles jaunes près du Soleil, des étoiles blanches ou bleues aux plus grandes distances; la distribution ellipsoïdale des trajectoires dans la région centrale; tout un ensemble de caractères communs crée une analogie étroite entre la Voie lactée et les grandes nébuleuses en spirale: celles-ci sont sans doute aussi des mondes de mondes; et leur immense éloignement seul empêche de les résoudre. Un soleil, arrivant dans une nébuleuse, attire à lui les météorites déjà formés, et accroît ainsi sa masse. D'après M. Arrhenius, les étoiles d'un amas auraient été ainsi captées successivement par la masse nébulaire, comme des moucherons retenus par une toile d'araignée. La Voie lactée conserverait la forme d'une gigantesque nébuleuse, aujourd'hui disloquée et en majeure partie disparue.

* * *

Les courants d'étoiles. — Imaginons deux nuages stellaires, c'est-à-dire deux essaims, où les étoiles se meuvent indistinctement en tous sens, à peu près comme les molécules d'un gaz. En plus des mouvements propres de ses éléments, chaque nuage est animé d'une translation d'ensemble. Supposons une rencontre, avec pénétration réciproque des deux nuages:

Un observateur, placé quelque part dans la région devenue commune aux essaims fictifs, ou placé sur le Soleil, aurait dans les deux cas un spectacle analogue. Si les étoiles ne participaient qu'aux mouvements d'ensemble des deux nuages, on les verrait se mouvoir en deux vastes courants A et B, avec des vitesses égales et parallèles, leurs directions formant un angle de 100 degrés environ. Mais les mouvements propres vont compliquer les apparences et diminuer, sinon détruire, le parallélisme et l'égalité des vitesses. Il n'en reste pas moins que toutes les études faites depuis dix ans confirment une tendance générale des mouvements stellaires dans deux directions préférées. Cette tendance se retrouve chez les étoiles les plus brillantes, comme chez les plus faibles ; elle se manifeste dans le mouvement radial comme dans le mouvement tangentiel. En outre, l'un des courants (B), riche en étoiles vieillies, est très pauvre en étoiles gazeuses, notamment en étoiles à hélium (moins de 10 %).

Il est bien naturel de tenter une explication des faits sans recourir à l'hypothèse de la rencontre de *deux* nuages stellaires. Supposons un amas très allongé, où les étoiles ont d'abord des mouvements très faibles et de sens quelconque ; soumises à leurs attractions mutuelles, elles vont se rapprocher, en tombant des deux extrémités de l'amas vers la région centrale. Il y aura donc deux courants, de directions opposées ; et l'on peut situer l'orbite terrestre par rapport à ces courants de façon à les voir sous l'angle de 100 degrés.

Seulement, dans ce cas, les deux courants devraient avoir des nombres semblables d'étoiles des divers types ; et cela n'est pas. De plus, la vitesse des deux courants devrait augmenter avec l'attraction, de la périphérie au centre : or, toutes les recherches faites dans les grands observatoires des Etats-Unis, d'où nous vient aujourd'hui la plus forte lumière, prouvent que la vitesse relative de A et de B doit être à peu près la même, quel que soit le type d'étoiles considéré. Il faut donc en revenir, avec M. Kapteyn, à l'hypothèse de la pénétration réciproque de deux nuages ; c'est celle qui, pour le moment, rend le mieux compte des faits.

Il reste alors à expliquer pourquoi le courant B contient si peu d'étoiles à hélium. L'examen de quelques systèmes physiques d'étoiles va nous renseigner. Dans le groupe *Scorpion*-

Centaure nous rencontrons toutes les variétés d'étoiles gazeuses ; dans *les Pléiades*, la série est moins complète ; dans les groupes des *Hyades* et de la *Grande Ourse*, nous ne trouvons plus une seule étoile à hélium. Le courant B se compose donc à peu près comme ces deux derniers groupes, les plus avancés dans leur évolution chimique. En partant de la matière cosmique, nous devons trouver d'abord dans les systèmes d'étoiles de fortes nébulosités ; elles diminuent à mesure que se poursuit la transformation en étoile. Par conséquent, la matière nébulaire, qui existe encore dans A, est épuisée dans B.

Aux deux courants de M. Kapteyn, Schiaparelli veut en adjoindre un troisième, dont le Soleil ferait partie ; chacun des trois nuages stellaires ayant une translation d'ensemble. Les étoiles dont le déplacement est insensible ne seraient pas alors nécessairement très lointaines ; appartenant au troisième nuage, elles auraient une translation analogue à celle du Soleil : leur mouvement relatif serait donc nul. Et tout ceci est encore à vérifier.

* * *

A quoi aboutissent toutes ces vastes et savantes recherches, toutes ces longues séries d'observations minutieuses, de mesures délicates, de calculs ingrats ? La conclusion, nous la trouvons dans ces lignes, où se reflètent comme en un clair miroir l'esprit de science et de philosophie d'un grand et modeste chercheur¹ :

Mon but a été de prouver, non qu'il y avait beaucoup de fait, mais beaucoup à faire : non que nous étions entrés dans cette terre promise — ouverte à la vue humaine depuis que le premier homme regarda le ciel — mais simplement que quelques chemins sont ouverts, par lesquels nous pouvons en approcher peu à peu.

Nos problèmes prennent une forme plus définie ; et même si nous ne pouvons jamais les résoudre complètement, rappelons-nous la parole du poète :

Si Dieu tenait dans sa main droite la Vérité, et dans sa

¹ *La Structure de l'Univers*, par J.-C. Kapteyn (de l'Université de Groningen). — *Scientia*, novembre 1913.

gauche l'ardent désir de la vérité, qui n'exclut point l'erreur — et s'il me demandait de choisir, je m'inclinerais devant lui en disant : « Père, donne-moi ce que contient ta main gauche ; la Vérité pure ne peut être que pour toi seul. »

Lausanne, juin 1914.

LOUIS MAILLARD

Professeur à l'Université de Lausanne.

DEUXIÈME PARTIE

