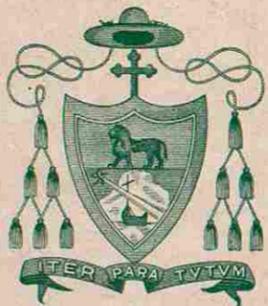


47
CCIO
2
1

THE
SIXTH
EDITION
OF
SCHEMES-NOES
OF
MILANS-NOES

QB47
M6
V.2
c.1

Q1116



EX LIBRIS
HEMETHERII VALVERDE TELLEZ
Episcopi Leonensis

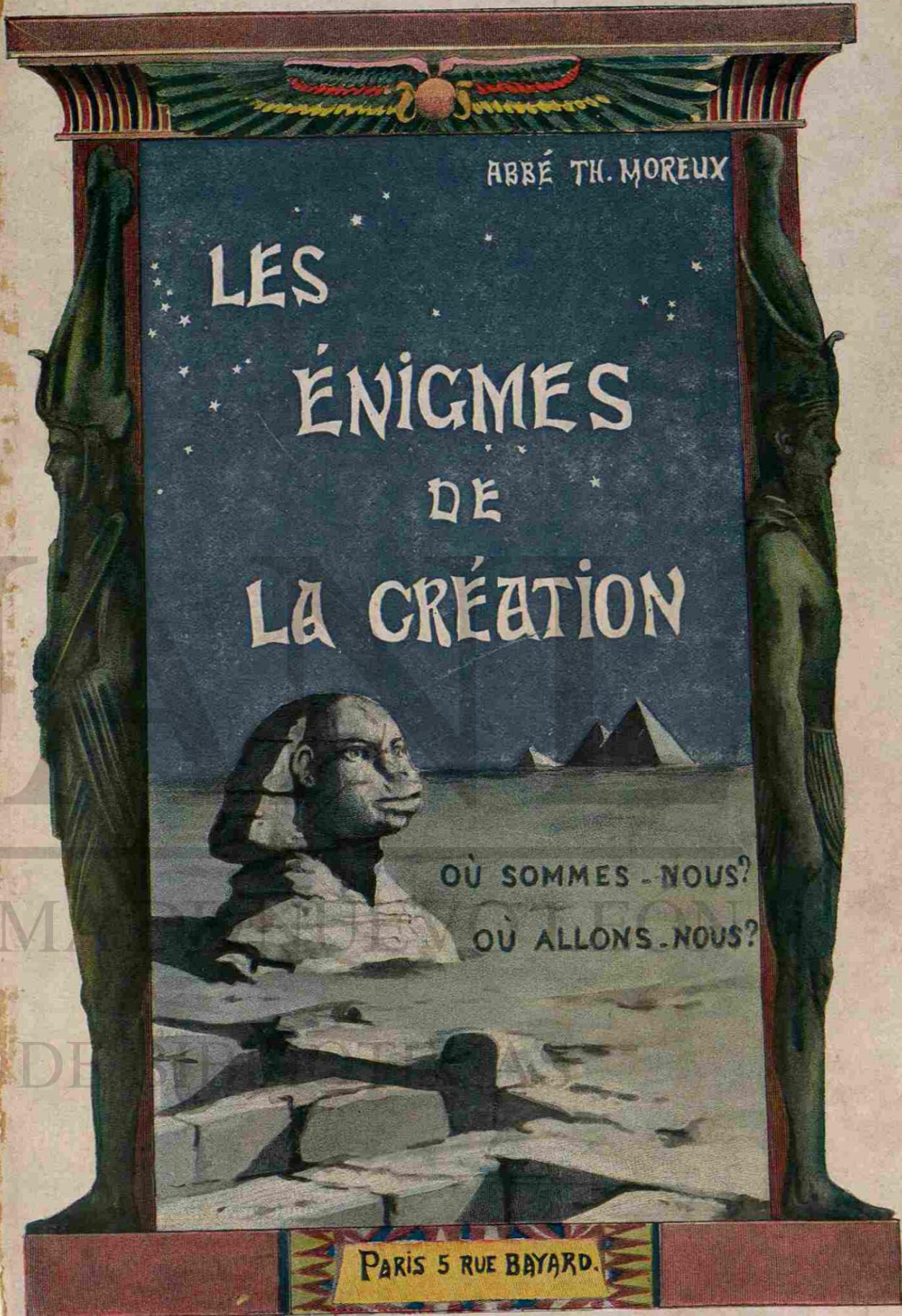


1080022467

ma quibus esta cubiata



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

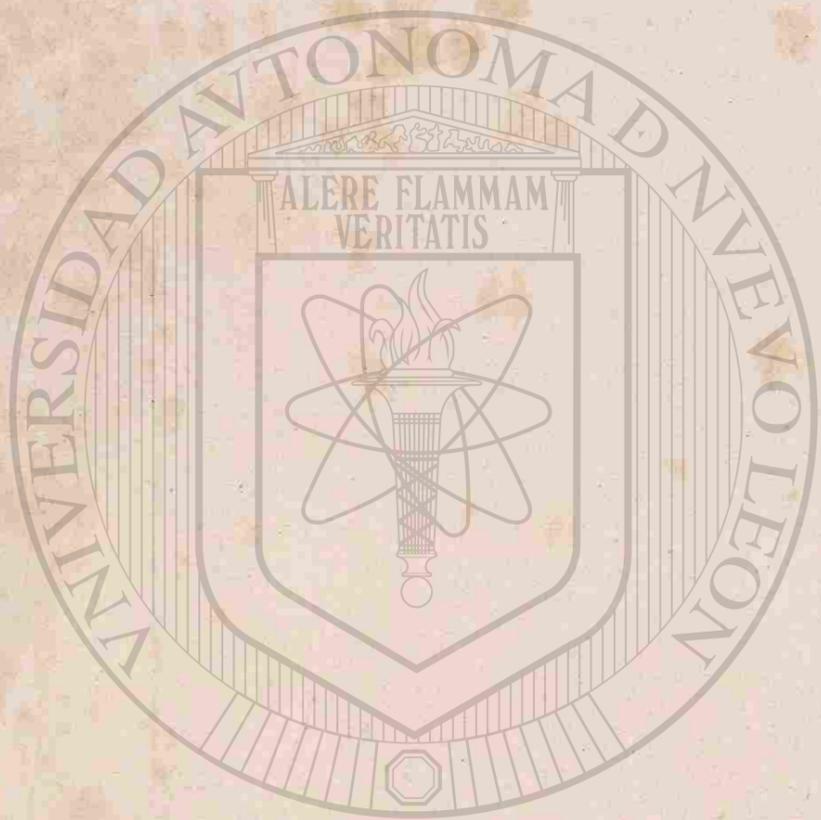


ABBÉ TH. MOREUX

LES
ÉNIGMES
DE
LA CRÉATION

OÙ SOMMES-NOUS?
OÙ ALLONS-NOUS?

PARIS 5 RUE BAYARD.



LES ÉNIGMES

DE LA
CRÉATION

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ABBÉ TH. MOREUX

Directeur de l'Observatoire de Bourges.

LES ÉNIGMES

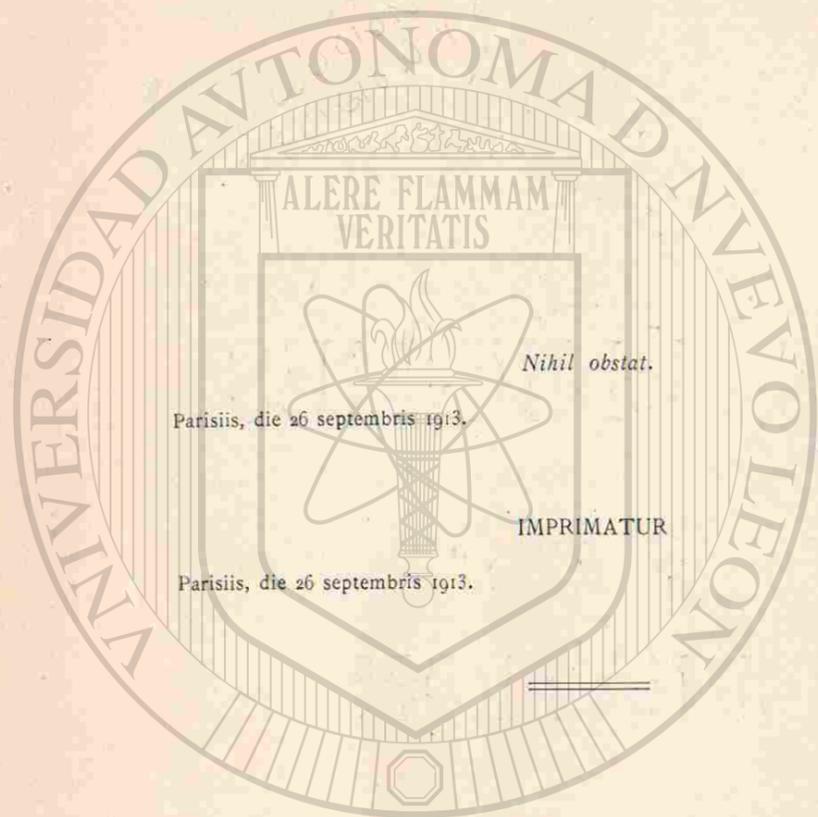
DE LA

CRÉATION

OU SOMMES-NOUS?

OU ALLONS-NOUS?

DESSINS ET ILLUSTRATIONS DE L'AUTEUR



O. ROLAND-GOSSELIN,
can. hon.

G. LEFEBVRE,
vic. gen.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FONDO EMETERIO
VALVERDE Y TELLEZ



Capilla Alfonso XIII
Biblioteca Universitaria

PARIS

5, RUE BAYARD, 5

47337

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN
Biblioteca Valverde y Tellez

QB47
M6
v. 2

LES ÉNIGMES DE LA CRÉATION

PAR M. L'ABBÉ MOREUX

4 volumes in-8° à deux colonnes, très nombreuses illustrations, photographies et dessins de l'auteur.

TOME I. — D'OU VENONS-NOUS?

Introduction : Les trois énigmes. — I. L'Univers et les Mondes. — II. La Genèse des Mondes. — III. Histoire du Système solaire. — IV. Histoire du Soleil. — V. Les Pourquoi? — VI. La naissance de la Terre. — VII. Les premiers Etres. — VIII. Les Etres géants de l'Epoque secondaire. — IX. Les Ages récents. — X. Le Problème de la Vie. — XI. L'Esprit et la Matière.

TOME II. — QUI SOMMES-NOUS?

I. Cerveau et Intelligence. — II. L'unité de l'Espèce humaine. — III. L'Homme descend-il du singe? — IV. La durée des temps géologiques. — V. A la recherche de l'Homme tertiaire. — VI. Les mésaventures de l'Homme tertiaire. — VII. Les plus anciens vestiges de l'Humanité. — VIII. L'Homme des Cavernes. — IX. L'Age du Renne. — X. Les dernières périodes de la Préhistoire. — Conclusion.

TOME III. — OU SOMMES-NOUS?

I. Où sommes-nous? — II. Notre planète. — III. La famille solaire. — IV. La Géographie du Ciel. — V. Notre amas stellaire. — VI. Les révélations de la lumière. — VII. L'âge des étoiles. — VIII. La Voie lactée. — IX. La structure de l'Univers. — X. L'Univers est-il infini?

TOME IV. — OU ALLONS-NOUS?

I. La chute des Mondes. — II. L'Apex solaire. — III. Les courants stellaires. — IV. L'avenir du Soleil. — V. L'avenir de la terre. — VI. L'agonie de notre planète. — VII. Pouvons-nous rencontrer une Comète? — VIII. Incendies célestes. Conclusion.

Chacun de ces quatre volumes, broché, 1 franc; port, 0 fr. 20. Relié, 1 fr. 50; port, 0 fr. 30.
Remises par quantité : 7/6, 15/12, 70/50, 150/100.

EDITION DE GRAND LUXE

Les tomes I-II : *D'ou venons-nous? Qui sommes-nous?* et les tomes III-IV : *Où sommes-nous? Où allons-nous?* ont été réunis et forment deux magnifiques volumes de grand luxe pour cadeaux, étrennes, récompenses scolaires, livres de bibliothèque et de sa'on :

Les Enigmes de la Création : D'ou venons-nous? Qui sommes-nous?

Les Enigmes de la Création : Où sommes-nous? Où allons-nous?

Chacun de ces deux beaux volumes in-4°, broché, 5 francs. Relié demi-bradel, 8 francs; demi-chagrin, tranches dorées, 10 francs.

Port, un colis de 3 kilos.

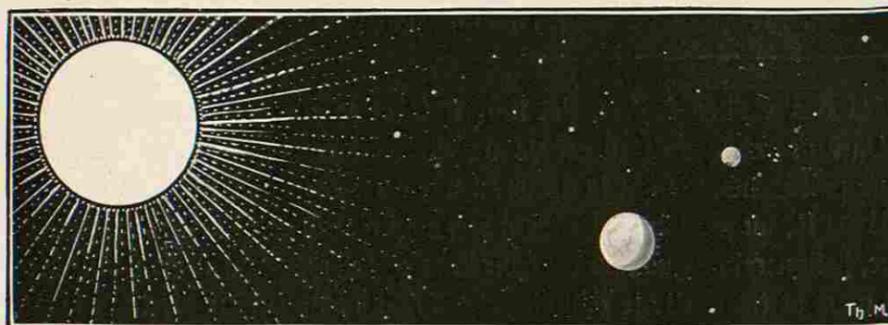
Bien spécifier l'édition et les titres des volumes.

MAISON DE LA BONNE PRESSE, 5, RUE BAYARD, PARIS.

PREMIÈRE PARTIE

OU SOMMES-NOUS?

011169



CHAPITRE PREMIER

OU SOMMES-NOUS?

Quelle étrange sensation je viens d'éprouver!

En cette nuit froide de décembre, alors que la Lune, répandant une dernière lueur sur le paysage endormi, effleurait l'horizon de son large croissant aux tons cuivrés, je suis monté à l'Observatoire et j'ai dirigé mon télescope sur la planète Mars.

Semblable à un rubis étincelant, elle trône dans le ciel non loin de Saturne aux anneaux dorés.

Il y a quelques mois à peine, elle était près de nous et, maintenant, la voici qui s'enfonce lentement dans les profondeurs célestes.

Mystérieux îlot perdu au sein de l'immensité, n'es-tu pas comme une énigme sans cesse renaissante offerte à notre science aux abois?

Pendant des semaines, tu as présenté aux astronomes terriens tes configurations bizarres, tes couleurs variées; tous les Observatoires ont tourné vers toi leurs instruments: appareils photographiques, modestes lunettes, télescopes géants; pendant plusieurs mois nous avons essayé de surprendre tes secrets, et, de nouveau, sans daigner nous satisfaire, tu continues ta course sur le chemin que te montre Celui qui dicte aux soleils des règles inexorables.

L'œil à l'oculaire, pendant cette nuit glaciale de décembre, j'ai poursuivi mes dernières recherches, j'ai contemplé des heures durant cette terre du ciel; j'ai dessiné ses pôles glacés, j'ai fixé ses teintes nuancées à l'infini: bleus pâles de l'azur, verts tendres des prairies, bleus verdâtres des épaisses forêts, blancheurs de neige fraîchement tombée, jaunes orangés avec des pointes de bistre comme sur les cuivres anciens, couleurs atté-

nuées des vieilles étoffes, j'ai tout noté et je n'ai pas encore compris.

Un à un, chaque détail est venu s'ajouter à ceux que j'avais aperçus les jours précédents. Bientôt je dresserai une carte martienne; un globe immaculé est là, sur ma table, attendant son emploi. Sur cette blanche sphère de stuc, j'alignerai ce que l'on est convenu d'appeler tes canaux, je distribuerai tes mers et tes oasis, je délimiterai tes continents ocreux et, l'œil rêveur devant ces configurations, j'essayerai de pénétrer davantage le mystère que le ciel pose depuis des siècles à l'esprit humain.

Étoile sanglante des nuits de la Chaldée, je t'ai contemplée autrefois dans les déserts de l'Afrique; plus rouge qu'Aldébaran, l'œil du Taureau, tu regardais passer les caravanes s'enfonçant dans les steppes brûlés. Et maintenant te voilà rapprochée par mes instruments puissants; comme en un défi voulu tu t'offres à moi dans toute ta splendeur, et je ne comprends pas encore.

Ici nous sommes plongés dans la nuit, tandis que chez toi, sur l'hémisphère tourné vers nous, il fait grand jour; seul un mince et obscur segment limite ton disque échancré; laisse mon esprit s'envoler vers cette plage lointaine que le Soleil ne touche pas encore!

Et tout à coup, dans le religieux silence des choses muettes, par cette nuit glaciale de décembre, au milieu de cette nature endormie, sous la clarté scintillante des étoiles, je me suis senti emporté là-bas, sur cette obscure région martienne qui regardait la Terre. Je vis alors se déployer dans le ciel les mêmes constellations: Orion au Sud, la Grande Ourse non loin du pôle céleste; entre le Chariot et la Polaire, le Dragon déroulait ses anneaux; dans la blanche Voie lactée, la brillante Cassiopée étalait ses étoiles clignotantes.

En moins d'une minute, il m'a semblé franchir des millions de kilomètres, et cependant le ciel, celui que je connais et qui m'est bien familier, se dessine à mes yeux comme si je n'avais point quitté ma patrie terrestre.

N'aurais-je pas rêvé? Ne suis-je pas plutôt sur la Terre?

Non, car là-bas, près de mon nouvel horizon, brille un astre inconnu: goutte étincelante de lumière, on dirait notre étoile du Berger; un tout petit point lumineux l'accompagne.

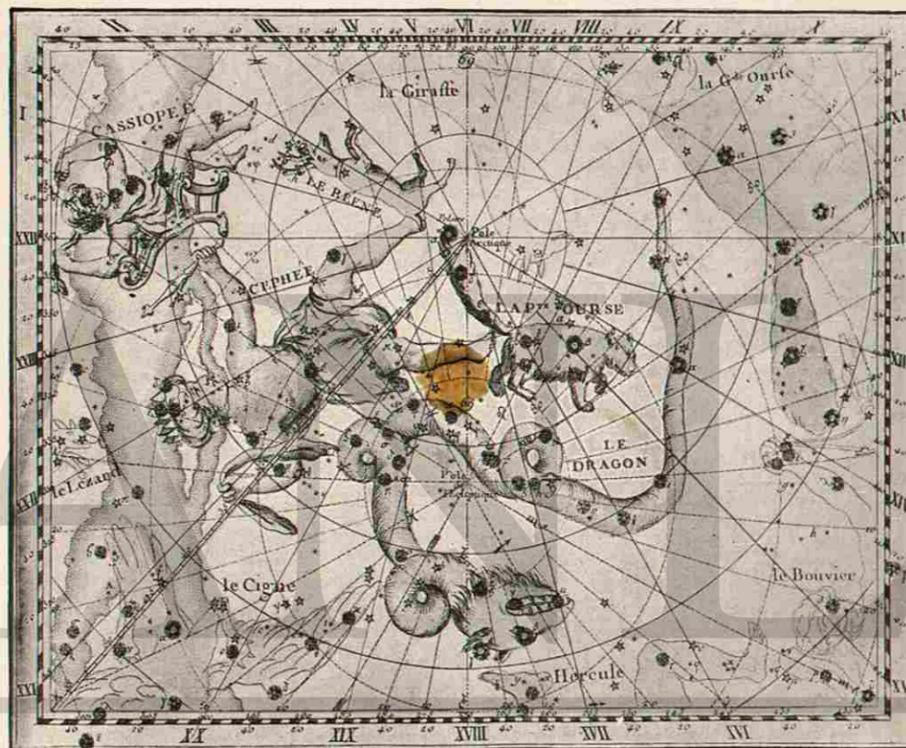
Plus de doute, c'est la Terre avec la Lune, son satellite.

Un télescope me les montrerait sous la forme de croissants éclairés par le Soleil, et quelques heures d'observations m'indiqueraient que cette Terre délaissée pour un instant se meut rapidement dans l'espace.

De l'observatoire que j'ai choisi, comme tu me parais minuscule, patrie aimée!

Globe infime, grain de poussière perdu dans le vide du ciel, tu tournoies sans cesse, emportant avec toi les générations qui se succèdent d'âge en âge.

A ta surface, la vie est apparue autrefois, et maintenant l'homme a pris possession de son domaine. Chaque jour, il explore des montagnes réputées jadis inaccessibles. Il s'est élancé à l'assaut de tes pôles qu'il commence



LE PÔLE CÉLESTE DE L'HÉMISPÈRE BORÉAL
(D'après une carte de l'Atlas de FLAMSTEED.)

à connaître. Il a sillonné tes mers et dressé des cartes de sa petite patrie. Il a fouillé tes entrailles pour en arracher les secrets; il a dénombré et délimité ses possessions; il connaîtra bientôt en détail la topographie du Globe où l'a rivé l'attraction et, lorsque son industrie aura établi ses usines des régions tropicales jusqu'aux déserts glacés du Groenland, l'homme se reposera satisfait.

Tous les jours, le laboureur courbé sur le sillon voit le Soleil se lever

à l'Orient, accomplir sa course, mûrir les moissons, rougir la grappe vermeille; chaque année, la trajectoire de l'astre subit alternativement les mêmes variations; tantôt, il passe élevé au-dessus de nos têtes; tantôt, l'hiver venu, ses rayons obliques suffisent à peine à éclairer la Terre.

Pourquoi ces changements?

Tous les mois environ, les phases de la Lune se succèdent dans le même ordre, sa douce clarté illumine nos nuits et guide le voyageur. Alors que le ciel semble tourner tout d'une pièce, la Lune se déplace parmi les constellations, tantôt précédant le Soleil annoncé par l'aurore, tantôt se couchant dans le crépuscule du soir. De quels éléments est composé ce globe mystérieux dont le disque, parsemé de taches, ressemble à un visage tourné vers la Terre?

Et ces étoiles qui scintillent là-haut, que sont-elles?

Et les comètes qui sillonnent l'espace, d'où viennent-elles?

Sur près de deux milliards d'hommes peuplant la Terre, combien se sont posé ces questions? Combien peu, sur un si grand nombre, se sont demandé où ils étaient!

Règle générale, l'homme reste passif devant la nature grandiose qui, de toutes parts, sollicite son esprit.

Pourrait-il en être autrement?

Qu'apprend-on à l'enfant dans nos écoles? Juste ce qui lui est nécessaire pour gagner sa vie.

L'étude de la nature lui est dispensée avec parcimonie.

Les merveilles de l'Univers, il ne les connaîtra jamais; ceux qui pourraient les lui enseigner auraient d'ailleurs le strict devoir de taire l'Auteur divin qui les a créées; ils lui diraient sans doute que la Nature aveugle a tout fait; c'est elle qui, sans le savoir, aurait tout ordonné vers une fin mystérieuse dont chaque jour nous dévoile un plan merveilleusement conçu et réalisé.

Ils enseigneraient à l'enfant ces théories décevantes où l'on essaye d'expliquer tout par le *hasard*, comme si le hasard n'avait pas été imaginé pour cacher notre ignorance des causes sans cesse en action dans l'Univers.

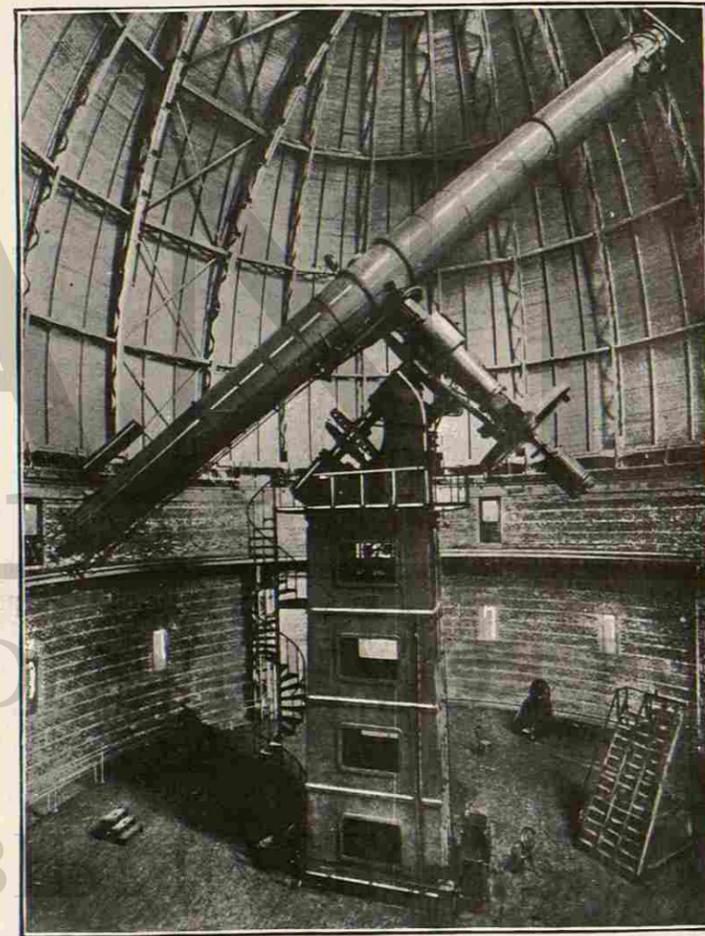
C'est aussi le hasard peut-être qui guide l'insecte dans des actes déconcertants pour notre science humaine?

Avez-vous vu travailler l'*Epeyre* de nos jardins? Savez-vous qu'en tissant sa toile cette araignée diligente accomplit son œuvre avec l'habileté consommée de nos ingénieurs?

S'agit-il, en effet, de poser, entre deux ou plusieurs points d'appui, une

série de câbles destinés à supporter une charge donnée, posez le problème à de savants techniciens, ils parviendront à le résoudre après de nombreux et pénibles calculs.

Pour trouver semblable méthode, l'araignée ne fait point tant de façons; en une minute, elle a choisi son emplacement, tendu ses fils, agencé sa toile. Détruisez son œuvre et changez les conditions du problème, la bestiole recommencera en variant ses points d'attache; elle n'hésitera jamais. Soumettez toutes ces formes aux discussions d'une savante analyse, et toujours vous reconnaîtrez que le problème a été résolu d'une façon parfaite. Toujours l'araignée a obtenu la plus grande résistance avec le minimum de matière.



LA GRANDE LUNETTE DE L'OBSERVATOIRE YERKES EN AMÉRIQUE.

Et l'on voudrait nous faire croire qu'en la circonstance cette solution élégante est due au *hasard*! C'est lui qui aurait enseigné cet acte admirable à la première araignée et qui, par hérédité, l'aurait fixé dans ses descendants!

Ainsi que j'ai eu l'occasion de le dire dans la première partie de cet ouvrage, le *monisme* n'explique rien, car il constate le progrès sans en donner de raison suffisante.

Les lois de la nature ne sauraient se créer d'elles-mêmes, pas plus que la matière.

C'est Dieu qui les a conçues et qui les fait se réaliser chaque jour.

Lui seul est présent à tous les phénomènes, quelque petits qu'ils nous paraissent; c'est Lui qui préside à tous les événements.

Il règle la vie du ciron, comme il anime de son souffle celle des soleils lointains.

D'une pensée, il a tiré de rien toute la matière, et par sa seule volonté il la peut faire rentrer dans le néant.

Et de même qu'Il est le Créateur des lois physiques, Il est la seule vraie base de la loi morale.

Mais notre société actuelle s'ingénie à le cacher: chaque jour, on cherche à nous persuader de l'animalité de notre origine, pour mieux nous autoriser à vivre la vie de la brute.

On enseigne à l'enfant que les bonnes actions sont les actions utiles, ce qui revient à glorifier la loi du plus fort.

Et l'on voudrait que tout homme sain de corps et d'esprit ne se révoltât pas contre semblables doctrines!....

En France, l'enseignement de l'Astronomie a presque disparu des programmes. On préfère incliner l'âme de l'enfant vers la Terre et les choses matérielles, car, en élevant son regard vers le ciel, il serait tenté peut-être de découvrir sa céleste origine et l'Auteur de ces merveilles.

On lui fait entendre que tout finit ici-bas. Son corps, ce serait lui tout entier: lui, cette substance inerte que le chimiste analyse dans ses creusets; lui, cette matière cérébrale que le physiologiste découpe en lamelles, qu'il prépare à grands frais pour la soumettre à la puissance de ses microscopes; lui, cet ensemble de cellules vivantes qui toutes concourent à un but commun et qu'anime le même souffle.

C'est en vain que la science humaine a cherché à scruter la matière pour en dessiner le dernier atome, et il apparaît de plus en plus à nos physiciens que leurs yeux, aidés des plus formidables instruments, ne le rencontreront

jamais; la dernière particule échappera toujours, très probablement, à l'imperfection de nos sens.

Et c'est cette même science qui s'étonne de ne pas apercevoir, de ses yeux impuissants, cette substance consciente et inétendue que Dieu a créée à son image, cette *âme* qui anime notre corps et lui donne la vie!

Si notre corps constituait notre *moi* tout entier, je comprendrais la morale sans Dieu et qu'il nous fallût vivre comme les animaux. Pourquoi l'homme chercherait-il à connaître le mystère de sa création; pourquoi s'occuper des astres, de l'Univers supraterrrestre; pourquoi calculer les éclipses, analyser la route des comètes? De quelle utilité creuser le problème de nos origines ou approfondir le mécanisme de la Vie: pourquoi chercher à prolonger notre existence ou contribuer aux progrès de l'humanité, puisque demain nous ne serons plus; pourquoi nous ingénier à comprendre la constitution du monde si nous ne jouons aucun rôle, si nous ne donnons aucune note dans ce concert sublime chanté à la gloire du Créateur?

Peu importe notre place dans l'Univers, puisque, rivés à la terre, celle-ci nous engloutira bientôt dans son sein et dispersera nos éléments aux quatre vents du ciel; puisque l'âme, d'après ces doctrines démoralisantes, ne serait qu'une entité inventée par la superstition des peuples!

En vérité, si nous ne sommes rien que de la matière, les conceptions purement intellectuelles ne sont point pour nous. La doctrine d'Épicure nous convient, la Terre seule est notre apanage; peu importe ce qui est à côté.

Celui-là seulement qui croit à l'existence de l'âme a le droit de se demander où il est, quel rôle il joue dans cet univers immense ouvert à ses investigations.

Seul, il a le droit d'apprécier sa supériorité sur ces mondes énormes tourbillonnant au-dessus de nos têtes, car en lui réside la *Pensée* qui le relie au divin Auteur de la nature.

Nous avons vu dans *D'où venons-nous?* et dans *Qui sommes-nous?* que, loin de pouvoir se passer de l'âme humaine, la science contemporaine, par ses déductions logiques, nous amène à prouver son existence.

L'homme peut donc se poser la question qui fait l'objet de ce chapitre: *Où sommes-nous?*

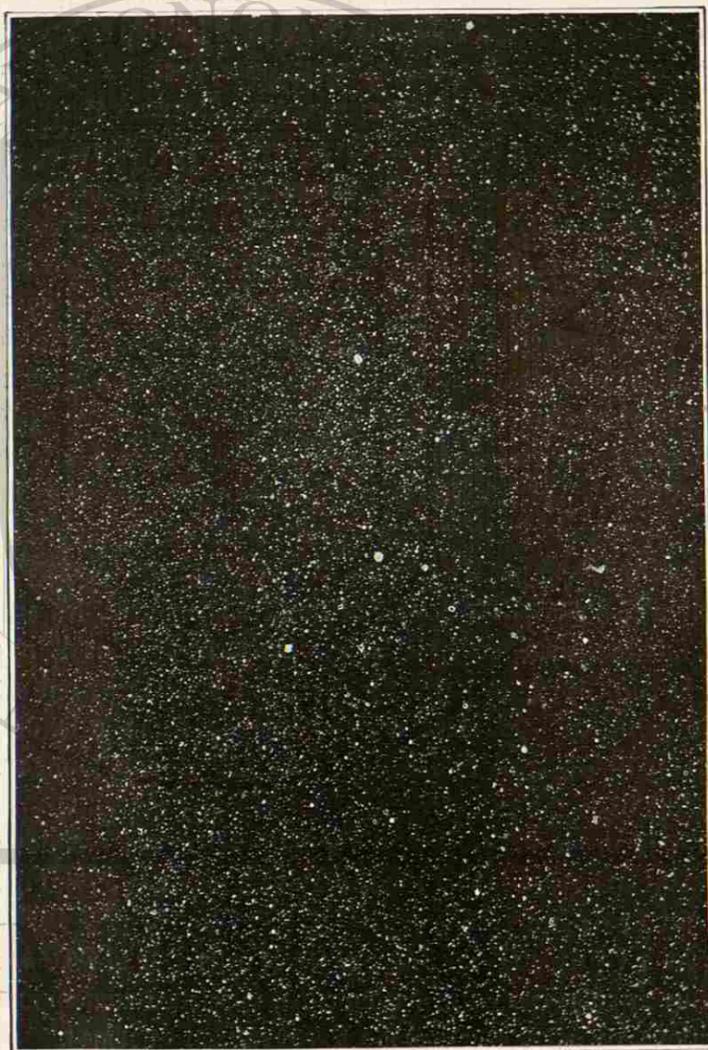
Évidemment, nous sommes sur la Terre, mais la Terre elle-même, où est-elle?

— Dans l'espace.

— Très bien. Faut-il encore préciser?

Lorsqu'on désigne un endroit, on le fait par rapport à un lieu déterminé, on le ramène à un point de repère.

Il y a donc lieu de creuser le problème et de chercher à pénétrer plus avant.



UNE RÉGION DE LA CONSTELLATION DU CYGNE D'APRÈS UNE PHOTOGRAPHIE
(Extrait du *Problème solaire*.)

Nous tournons autour du Soleil qui, à l'heure actuelle, répand chaleur et lumière sur les corps soumis à son attraction. Mais le Soleil n'est pas unique en son genre.

Le Soleil, l'Astronomie nous l'apprend, n'est qu'une simple étoile.

Or, les étoiles que nous enregistrons par millions sur nos plaques photographiques éclairent-elles d'autres planètes, d'autres mondes, des terres où la vie pourrait se développer comme sur la nôtre? Autant de points d'interrogation que la science pose devant nous.

Il y a là des questions dignes d'intéresser au plus haut point le penseur et le philosophe. Ce sont toutes ces questions qui vont nous occuper dans les chapitres suivants.

Une étude de notre propre séjour au point de vue astronomique s'impose donc avant tout.

La Terre est une véritable boule isolée dans l'espace.

Cette vérité que notre science actuelle a mise hors de doute n'est pas neuve précisément.

Les peuples anciens, beaucoup plus avancés en civilisation que veulent nous le faire croire nos historiens modernes, avaient des connaissances astronomiques très étendues. Les philosophes grecs étaient de véritables ignorants en comparaison des prêtres égyptiens, et j'étonnerai sans doute plus d'un lecteur en leur disant que les recherches récentes opérées sur la grande pyramide de Chéops montrent que ses constructeurs étaient de grands astronomes.

Ils connaissaient la grosseur de la Terre, sa distance au Soleil, la durée de l'année solaire d'une façon précise, la marche exacte des planètes, et très probablement la densité de notre Globe.

Leurs sciences naturelles étaient beaucoup moins avancées, et si le récit de la Genèse donné par Moïse nous étonne par sa merveilleuse concordance avec les faits les plus certains et les plus généraux constatés et mis en relief par la géologie moderne, il ne faudrait pas en conclure que l'auteur sacré a puisé cette connaissance dans la science de son époque; son savoir avait certainement une autre origine.

Il y a lieu de croire aussi, d'après certains faits, que la rotondité de la Terre n'était pas inconnue de quelques peuples très anciens.

Comment cette vérité s'obscurcit-elle aux temps de la Grèce antique et de la Rome païenne, c'est ce que d'autres essayeront de vous expliquer.

Toujours est-il que les écrits des Pères de l'Église font souvent mention, et sans ambiguïté, de la rotondité de la Terre et de sa situation isolée dans l'espace.



LA RÉGION DE LA PAGE
PRÉCÉDENTE VUE A
L'ŒIL NU

Saint Basile, qui vivait au IV^e siècle, écrivait dans son Commentaire sur la Genèse : « La Terre, dont l'étendue est si vaste et le poids si considérable, ne s'appuie que sur elle-même. » (IV^e Homélie.) Ailleurs, il en donne la raison : « Il ne faut pas s'étonner si aucun soutien ne lui est nécessaire; elle est par son propre poids à la place qu'elle occupe. Ce serait contre sa nature de tomber plus bas, et il lui est aussi difficile de descendre que de s'élever. » (I^{re} Homélie.)

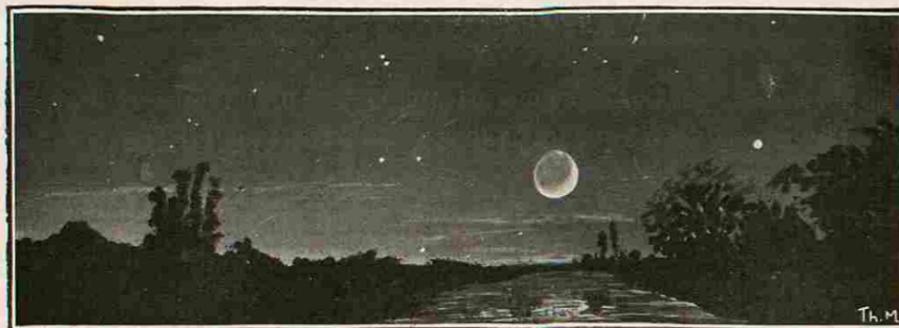
J'ai en ce moment le texte grec sous les yeux, il n'offre aucune ambiguïté.

Le chanoine Copernic et même Galilée n'ont donc rien inventé; ils ont tout au plus précisé et remonté le courant de leur époque. Mais, bien avant eux, saint Ambroise avait enseigné la même doctrine, et il est bien curieux de voir avec quelle aisance il commente le texte de Job : « Dieu a suspendu la Terre dans le vide. » Son illustre disciple saint Augustin enseignait les mêmes vérités. Dans son livre *De la Cité de Dieu*, il écrit cette phrase tout à fait significative : « La Terre se balance dans l'espace. »

En fait, notre science moderne ne saurait mieux s'exprimer, et en étudiant les mouvements dont notre Globe est animé, nous n'arriverons pas à un autre résultat.

Lorsque l'œuvre destructrice du Temps aura enfoui dans les entrailles du sol les monuments de nos civilisations européennes; lorsque, peut-être, de nouvelles hordes de barbares descendues de l'Asie centrale remplaceront nos générations qui se hâtent vers la décadence et la mort, l'esprit reprendra peu à peu ses droits et, lentement, il retrouvera ses anciennes provinces.

Et lorsqu'un archéologue de l'an 4000, attardé sur les ruines de nos Babylones modernes, exhumera d'antiques parchemins à demi rongés par les siècles, il sera tout étonné peut-être de constater que ses contemporains s'enorgueillissent de leurs découvertes. En supposant, par exemple, qu'il soit parvenu à déchiffrer quelques lignes de cet ouvrage, il sera stupéfait de constater que longtemps avant lui on s'était imaginé que la Terre était le jouet dans l'espace de toutes les influences cosmiques. Et il conclura ce que nous savons nous-mêmes, c'est-à-dire que l'histoire est un perpétuel recommencement. Continuons donc, sans nous lasser jamais, la recherche de la vérité, et loin de dédaigner les théories des philosophes anciens, ayons une pensée de reconnaissance pour ceux qui nous ont précédés, qui ont amassé les matériaux dont notre science se sert chaque jour, qui ont patiemment observé les faits et qui, ainsi, nous ont aidé à pénétrer plus avant vers la solution des grandes énigmes de l'Univers.



CHAPITRE II

NOTRE PLANÈTE

Lorsque l'auteur de la *Cité de Dieu*, il y a quinze siècles, enseignait à ses contemporains que la Terre se balance dans l'espace, il ne pouvait soupçonner toute la peine qu'éprouveraient les astronomes futurs à démontrer cette vérité.

Maintenant, nous sommes à même de prouver que le Globe terrestre ressemble à une véritable bulle de savon cherchant sans cesse son équilibre et oscillant au moindre souffle.

La découverte de ses mouvements est liée à l'histoire de l'Astronomie, et vous n'imaginez pas ce qu'il a fallu de travail, d'expériences et de calculs, pour arriver à vous apprendre quels mouvements divers vous éprouvez pendant qu'assis tranquillement dans un fauteuil, au coin du feu, vous parcourez ces pages.

Située à 149 495 000 kilomètres, en moyenne, de notre Soleil, la boule qui nous porte décrit autour de cet astre un chemin presque circulaire.

Si tous les jours de l'année vous examiniez à l'aide d'une lunette le disque du Soleil, vous ne tarderiez pas à vous apercevoir que sa grandeur subit en apparence des variations régulières. Il paraît plus ou moins gros suivant la saison : ceci provient de ce que nous sommes tantôt plus loin, tantôt plus près de cette grande source de chaleur. Voilà pourquoi je vous parlais d'un chemin *presque* circulaire.

Plantez deux épingles sur un carton blanc à une distance l'une de l'autre de 5 ou 6 centimètres; reliez-les par un fil non tendu de 10 à 12 centimètres, puis, à l'aide d'un crayon finement aiguisé, tendez le fil et tracez une courbe, vous obtiendrez une image de la route suivie par la terre et les planètes autour du soleil : c'est une *ellipse*.

Saint Basile, qui vivait au IV^e siècle, écrivait dans son Commentaire sur la Genèse : « La Terre, dont l'étendue est si vaste et le poids si considérable, ne s'appuie que sur elle-même. » (IV^e Homélie.) Ailleurs, il en donne la raison : « Il ne faut pas s'étonner si aucun soutien ne lui est nécessaire; elle est par son propre poids à la place qu'elle occupe. Ce serait contre sa nature de tomber plus bas, et il lui est aussi difficile de descendre que de s'élever. » (I^{re} Homélie.)

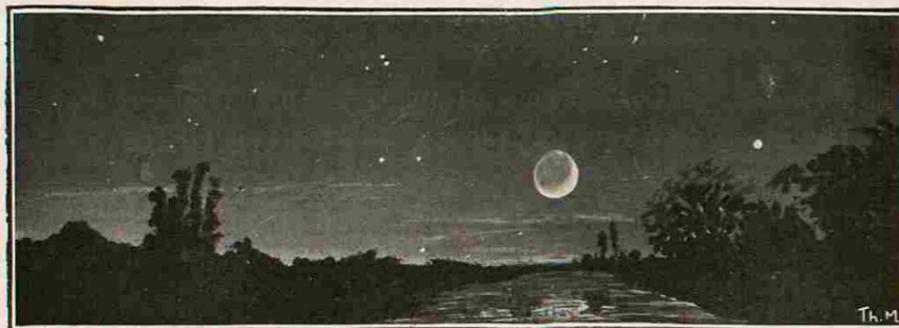
J'ai en ce moment le texte grec sous les yeux, il n'offre aucune ambiguïté.

Le chanoine Copernic et même Galilée n'ont donc rien inventé; ils ont tout au plus précisé et remonté le courant de leur époque. Mais, bien avant eux, saint Ambroise avait enseigné la même doctrine, et il est bien curieux de voir avec quelle aisance il commente le texte de Job : « Dieu a suspendu la Terre dans le vide. » Son illustre disciple saint Augustin enseignait les mêmes vérités. Dans son livre *De la Cité de Dieu*, il écrit cette phrase tout à fait significative : « La Terre se balance dans l'espace. »

En fait, notre science moderne ne saurait mieux s'exprimer, et en étudiant les mouvements dont notre Globe est animé, nous n'arriverons pas à un autre résultat.

Lorsque l'œuvre destructrice du Temps aura enfoui dans les entrailles du sol les monuments de nos civilisations européennes; lorsque, peut-être, de nouvelles hordes de barbares descendues de l'Asie centrale remplaceront nos générations qui se hâtent vers la décadence et la mort, l'esprit reprendra peu à peu ses droits et, lentement, il retrouvera ses anciennes provinces.

Et lorsqu'un archéologue de l'an 4000, attardé sur les ruines de nos Babylones modernes, exhumera d'antiques parchemins à demi rongés par les siècles, il sera tout étonné peut-être de constater que ses contemporains s'enorgueillissent de leurs découvertes. En supposant, par exemple, qu'il soit parvenu à déchiffrer quelques lignes de cet ouvrage, il sera stupéfait de constater que longtemps avant lui on s'était imaginé que la Terre était le jouet dans l'espace de toutes les influences cosmiques. Et il conclura ce que nous savons nous-mêmes, c'est-à-dire que l'histoire est un perpétuel recommencement. Continuons donc, sans nous lasser jamais, la recherche de la vérité, et loin de dédaigner les théories des philosophes anciens, ayons une pensée de reconnaissance pour ceux qui nous ont précédés, qui ont amassé les matériaux dont notre science se sert chaque jour, qui ont patiemment observé les faits et qui, ainsi, nous ont aidé à pénétrer plus avant vers la solution des grandes énigmes de l'Univers.



CHAPITRE II

NOTRE PLANÈTE

Lorsque l'auteur de la *Cité de Dieu*, il y a quinze siècles, enseignait à ses contemporains que la Terre se balance dans l'espace, il ne pouvait soupçonner toute la peine qu'éprouveraient les astronomes futurs à démontrer cette vérité.

Maintenant, nous sommes à même de prouver que le Globe terrestre ressemble à une véritable bulle de savon cherchant sans cesse son équilibre et oscillant au moindre souffle.

La découverte de ses mouvements est liée à l'histoire de l'Astronomie, et vous n'imaginez pas ce qu'il a fallu de travail, d'expériences et de calculs, pour arriver à vous apprendre quels mouvements divers vous éprouvez pendant qu'assis tranquillement dans un fauteuil, au coin du feu, vous parcourez ces pages.

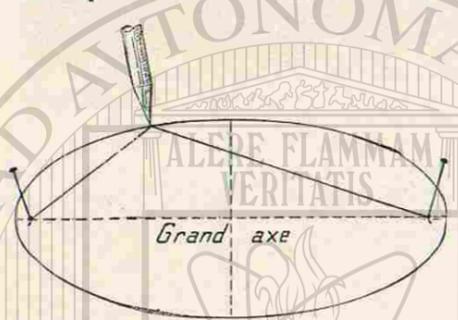
Située à 149 495 000 kilomètres, en moyenne, de notre Soleil, la boule qui nous porte décrit autour de cet astre un chemin presque circulaire.

Si tous les jours de l'année vous examiniez à l'aide d'une lunette le disque du Soleil, vous ne tarderiez pas à vous apercevoir que sa grandeur subit en apparence des variations régulières. Il paraît plus ou moins gros suivant la saison : ceci provient de ce que nous sommes tantôt plus loin, tantôt plus près de cette grande source de chaleur. Voilà pourquoi je vous parlais d'un chemin *presque* circulaire.

Plantez deux épingles sur un carton blanc à une distance l'une de l'autre de 5 ou 6 centimètres; reliez-les par un fil non tendu de 10 à 12 centimètres, puis, à l'aide d'un crayon finement aiguisé, tendez le fil et tracez une courbe, vous obtiendrez une image de la route suivie par la terre et les planètes autour du soleil : c'est une *ellipse*.

Le procédé que je vous indique n'est pas de mon invention et ne date pas d'hier; il y a beau temps que les jardiniers s'en servent pour tracer les ovales de nos pelouses.

Lorsqu'ils veulent obtenir des ellipses très allongées, ils écartent leurs deux piquets et rétrécissent le cordeau qui les joint.



DEUX ÉPINGLES PLANTÉES SUR UN CARTON ET UN FIL TENDU AU MOYEN D'UN CRAYON PERMETTENT DE TRACER UNE « ELLIPSE »

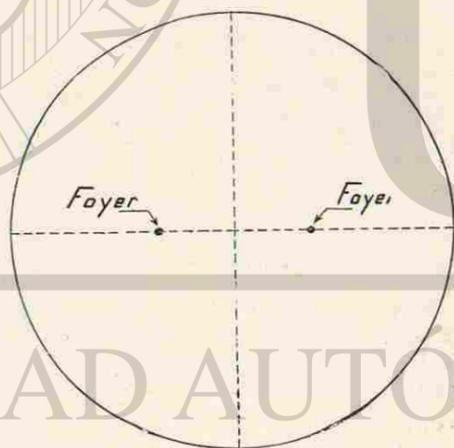
Ont-ils besoin d'une courbe presque circulaire? Ils rapprochent aussitôt les deux bâtons et l'ellipse prend une forme moins *excentrique*, pour employer l'expression des géomètres. Toujours dans le même style, les piquets ou les épingles ayant servi à tracer la courbe déterminent les *foyers* de l'ellipse.

A l'un de ces foyers, placez une orange qui représentera le Soleil, et sur la piste elliptique, lancez une toute petite bille d'écolier; voilà l'image de la Terre accomplissant son orbite en 365 jours $1/4$ environ.

D'un bout à l'autre de l'année, la Terre tourne autour du Soleil sans trêve ni repos, allant d'autant plus vite qu'elle est plus près de son foyer. Elle ne court pas dans ce trajet annuel de 936 millions de kilomètres, elle vole, elle fend l'espace comme un véritable obus; plus vite encore, puisqu'elle avance à la vitesse de 29 kilomètres 670 mètres par seconde.

Alors qu'une dépêche lancée de la Lune nous parviendrait en moins de deux secondes, savez-vous ce qu'il faudrait de temps au courant électrique pour parcourir la piste terrestre?

Imaginons un fil télégraphique figurant notre orbite; un employé lance sa dépêche qu'il doit recevoir au retour sur l'appareil placé à ses côtés. Avant que l'aiguille du récepteur indique que le courant a parcouru les 936 millions



COURBE NOMMÉE « ELLIPSE »
AVEC SES DEUX FOYERS

de kilomètres de l'orbite décrite par la Terre, notre employé peut aller déjeuner; il a exactement 51 minutes devant lui. Ces chiffres bien compris sont effrayants; il ne sont rien cependant en comparaison de ceux que nous réserve l'étude du monde stellaire.

Ainsi, nous voilà emportés dans le ciel à cette jolie vitesse de 29 kilomètres à la seconde; eh bien! ce n'est là qu'un premier mouvement.

Pendant que la Terre accomplit ce grand voyage d'une année, elle tourne 365 fois sur elle-même à la façon d'une toupie, présentant ainsi alternativement tous ses points vers le Soleil; et c'est ce deuxième mouvement qui nous donne la succession du jour et de la nuit.

Comme la Terre est tantôt plus près, tantôt plus loin du Soleil, vous pourriez vous imaginer que cette circonstance explique naturellement les chaleurs de l'été et les froids de l'hiver.

Pas du tout, et la meilleure preuve, c'est que le Soleil est moins éloigné de nos régions pendant l'hiver que pendant l'été. Alors que l'astre du jour, à la fin de juin, se trouve à 152 millions de kilomètres de la Terre, cette distance descend à 147 millions à la fin de décembre, soit une différence de 5 millions de kilomètres en chiffres ronds.

Cette faible variation, qui est tout à l'avantage de l'hémisphère austral où les saisons sont inversées par rapport aux nôtres, est d'ailleurs insignifiante.

Il y a donc une autre cause, et cette cause réside dans la hauteur plus ou moins grande du Soleil au-dessus de notre horizon.

Un instant d'attention, et vous allez comprendre.

Prenons une toupie tournant sur une table autour d'une lampe basse.

Si notre toupie possède une grande vitesse, elle tournera « droit sur son axe », c'est-à-dire verticalement sans pencher de gauche ou de droite.

Examinez la disposition du cercle qui limite l'ombre et la lumière, vous reconnaîtrez aisément que si la lampe est placée bien en face, ni trop haut, ni trop bas, ce cercle d'illumination coupera la toupie en deux; il passera par la queue et la pointe de votre jouet, c'est-à-dire par son axe. Chaque point de la toupie fera alors un demi-tour dans l'ombre et un demi-tour dans la lumière. La planète Jupiter est à peu près dans ces conditions, si bien que sur ce monde géant les jours, en toutes les régions, sont égaux aux nuits; les saisons ne peuvent exister.

Mais notre globe ne présente pas du tout la même particularité: son axe est penché de 23 degrés $1/2$ par rapport à la perpendiculaire au plan du chemin parcouru: un même point, suivant que la Terre se trouve à gauche

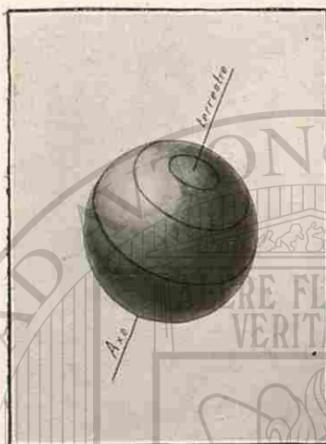


FIGURE DE LA TERRE QUI TOURNE AUTOUR DE SON AXE ET PENCHÉE SUR SON ORBITE (CHEMIN PARCOURU AUTOUR DU SOLEIL)

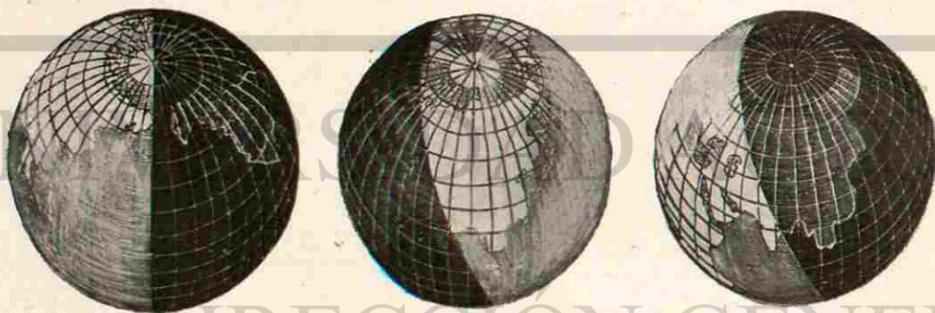
ou à droite du Soleil (été ou hiver), reçoit donc la chaleur et la lumière de l'astre selon des inclinaisons différentes. Or, vous avez dû remarquer que même en été, la chaleur varie suivant la hauteur du Soleil, à chaque heure de la journée. Un soleil qui raserait seulement l'horizon, comme il arrive parfois dans les contrées polaires, n'échaufferait jamais le sol qu'il éclaire. Cette différence de température est encore accentuée par une autre circonstance. En examinant attentivement la figure, vous découvrirez sans peine qu'en été un point tournant avec la Terre reste plus longtemps exposé à la lumière et à la chaleur. Les jours seront donc plus longs en été et les nuits plus courtes; dès lors, la chaleur reçue dans la journée trouvera

à peine le temps de se dissiper pendant la nuit.

Ainsi toutes les particularités de l'année : saisons, climats, jours plus ou moins longs, s'expliquent facilement par cette constatation des deux premiers mouvements de notre Globe.

Si le premier nous emporte à la vitesse de près de 30 kilomètres à la seconde, le deuxième nous fait pirouetter plus ou moins rapidement suivant notre éloignement de l'axe terrestre.

A l'équateur, où un point de la surface décrit la plus grande circonférence



AUX ÉQUINOXES (PRINTEMPS ET AUTOMNE) LE CERCLE D'ILLUMINATION PASSE PAR LES PÔLES. LES JOURS SONT DONC ÉGAUX AUX NUITS SUR TOUTE LA TERRE

EN ÉTÉ, L'HÉMISPÈRE BORÉAL RESTE PLUS LONGTEMPS EXPOSÉ AU SOLEIL. LES JOURS SONT DONC PLUS LONGS QUE LES NUITS DANS L'HÉMISPÈRE BORÉAL

EN HIVER, LE CERCLE D'ILLUMINATION N'ATTEINT PAS LE PÔLE NORD. LES JOURS SONT DONC PLUS COURTS QUE LES NUITS DANS NOS RÉGIONS BORÉALES

en 24 heures, un objet aura une vitesse de 465 mètres à la seconde. A Paris, cette vitesse n'est plus que de 365 mètres dans le même temps.

En 1909, lorsque Shackleton atteignit une latitude si élevée qu'il approcha à 165 kilomètres seulement du pôle Sud, il était de tous les humains celui qui marchait le plus lentement : la rotation de la Terre ne lui faisait décrire en cet endroit que 12 mètres à peine par seconde.

Un explorateur qui atteindrait le pôle ne ferait que tourner sur lui-même; pour un instant il s'identifierait avec l'axe idéal de la Terre; il supprimerait un de nos mouvements perpétuels!

A examiner les figures précédentes, on pourrait croire que l'axe terrestre, qui est penché en ce moment de $23^{\circ}27'$ et quelques secondes, regarde toujours le même point du ciel. Eh bien, là encore, en la circonstance, le repos n'existe pas. Evidemment, d'une année à l'autre, la différence est insignifiante, mais après dix ans, cent ans d'observations, on s'aperçoit, même sans instruments, que cet axe n'est pas fixe.

Reprenons notre toupie ou mieux un toton, simple bouton emmanché d'une allumette : l'axe sera mieux visible.

Faisons-le tourner et attendons : dès que le mouvement se ralentit, le toton se penche et l'axe décrit un cône.

L'axe du globe terrestre en fait tout autant, il décrit dans le ciel un immense cône en 25 818 ans. Ainsi le pôle céleste, qui nous est précisément indiqué par le prolongement de l'axe de la Terre, se déplace constamment sur la voûte du ciel; aujourd'hui, il se trouve près de l'étoile polaire, Alpha de la Petite Ourse, mais dans un peu plus de 13 000 ans, il sera voisin de la plus brillante étoile de la Lyre, et dans 25 000 ans il se rapprochera de sa position actuelle.

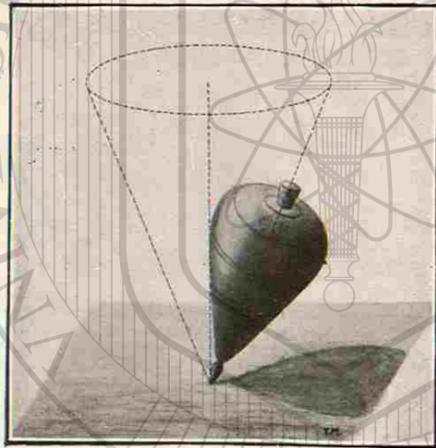
Voilà donc un troisième mouvement bien constaté : il est dû à l'action du soleil sur le renflement équatorial de la Terre.

En y regardant de plus près, les astronomes ont découvert que notre satellite, la Lune, imite le Soleil autant que faire se peut, naturellement. — Elle est bien petite, mais elle se trouve très proche de la Terre, et son attraction s'exerce d'une manière analogue à celle de l'astre central. Elle aussi déplace l'axe terrestre et le force à décrire un tout petit cercle autour de sa position moyenne en 18 ans $\frac{2}{3}$: et ce quatrième mouvement se combine avec le précédent pour donner lieu à une courbe assez compliquée.

A ces quatre mouvements viennent s'en ajouter beaucoup d'autres qu'il suffira d'énumérer.

On a coutume de dire que la Lune tourne autour de la Terre. Au point de vue astronomique, cette proposition n'est pas tout à fait exacte. En réalité, Terre et Lune tournent autour de leur centre de gravité commun, c'est-à-dire autour d'un point qui ne coïncide jamais avec le centre de notre Globe.

Cependant, comme la Lune pèse 80 fois moins que notre planète, le centre de gravité du système ne peut jamais être situé en dehors de la Terre. Le calcul indique qu'il se trouve au-dessous de la surface terrestre, à une profondeur voisine de 1 770 kilomètres. Ce point se déplace d'ailleurs constamment, et c'est autour de lui que nous tournons chaque mois. De même, la Terre et le Soleil tournent autour du centre de gravité système solaire.



L'AXE DE LA TERRE, COMME CELUI D'UNE TOUPIE, DÉCRIT UN CÔNE DANS L'ESPACE

Lorsque toutes les planètes, y compris la masse imposante de Jupiter, se trouvent réunies du même côté, il est facile de concevoir que ce centre de gravité soit fortement déplacé et que parfois il sorte même du globe solaire.

Les planètes à leur tour, suivant leurs positions variables, attirent plus ou moins la Terre et déforment son ellipse.

Ces perturbations offrent à l'astronome les problèmes les plus difficiles que l'esprit humain puisse aborder, et c'est leur étude qui a conduit Le Verrier à découvrir une planète jusqu'alors

inconnue : Neptune, qui gravite à près de 5 milliards de kilomètres du Soleil.

L'ellipse décrite par la Terre ne saurait pas davantage être regardée comme invariable dans l'espace. Tantôt elle s'aplatit, tantôt elle se dilate, à la façon d'un cerceau élastique, et sa plus grande dimension, qui reste toujours de même longueur, tourne elle-même en 21 000 ans.

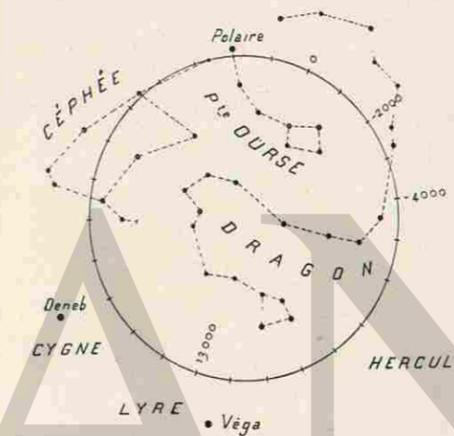
L'inclinaison de l'axe de la Terre, toute attraction de la Lune mise à part, oscille aussi quelque peu. En ce moment sa valeur, qui atteint $23^{\circ}27'9''$ (1911), décroît d'un peu moins d'une minute par siècle; si elle continuait ainsi, la Terre serait redressée l'an 3683; il n'y aurait plus alors ni hiver, ni été; les saisons auraient disparu et les jours seraient en tout temps égaux aux nuits, comme sur la planète Jupiter. Mais ceci n'arrivera jamais, car la variation est simplement périodique : c'est un léger balancement, et rien de plus.

Voici un autre mouvement plus étonnant peut-être, et que les savants ont découvert tout récemment. Vous savez sans doute que chaque endroit est repéré sur nos cartes d'une façon précise.

On compte d'abord sa distance à l'équateur : c'est la *latitude* du lieu ; puis une seconde distance à un premier méridien, celui de Paris par exemple : c'est la *longitude*.

Tout Observatoire, en s'installant, détermine ces deux nombres; en d'autres termes, il note sa véritable place sur le globe terrestre. Or, vous voyez d'ici la stupéfaction des astronomes le jour où ils ont découvert que

leurs Observatoires changeaient constamment de place. C'était à n'y pas croire. Le déplacement est presque insignifiant, assez sensible toutefois pour fausser la position des étoiles sur les cartes célestes. Cette constatation n'ayant été déduite que des observations faites dans l'hémisphère boréal, on décida en 1901 d'envoyer une expédition astronomique aux antipodes de l'Europe centrale, dans les îles Hawaï. Les résultats furent concluants, et il fallut s'avouer cette fois que l'axe de la Terre, même en le supposant fixe dans l'espace, ne perce pas l'écorce en un point invariable et



DÉPLACEMENT DU PÔLE CÉLESTE DEPUIS L'AN 4000 AVANT J.-C. JUSQU'EN L'AN 13000

L'axe terrestre décrivant un cône, le pôle céleste paraît se déplacer suivant une circonférence. Toutes les 25 818 années, le pôle revient au même endroit du ciel.

constant. Voilà pourquoi, à propos de la grande et récente discussion de Cook et de Peary, on a pu dire qu'il était impossible d'atteindre le pôle. Un observateur qui se flatterait en effet de mettre le pied exactement sur l'emplacement du pôle, précisément parce qu'il ne bougerait pas, ne pourrait rester au pôle même de la Terre : celui-ci se déplaçant constamment, ce serait bientôt au tour des points voisins d'être successivement sur le prolongement de l'axe terrestre.

Mais, et c'est là où nous toucherons du doigt la stupéfiante précision de nos observations modernes, ce déplacement est extrêmement faible et ne dépasse pas 6 dixièmes de seconde d'arc, soit une vingtaine de mètres depuis le commencement des observations.

Un déplacement d'une minute d'arc dans la position du pôle changerait

le lieu de tous les points du Globe de 2 kilomètres environ, exactement 1 852 mètres.

On peut se demander à quelle cause sont dus ces faibles déplacements.

Pour le faire comprendre à nos lecteurs, on me permettra de citer l'histoire du chat de M. Marey.

Il y a quelques années, l'Académie des sciences fut saisie d'un problème intéressant qui eut un grand retentissement et fut bientôt connu du public sous le nom de la *Question du chat*; il s'agissait de savoir si un chat, conformément à l'opinion générale, lancé en l'air

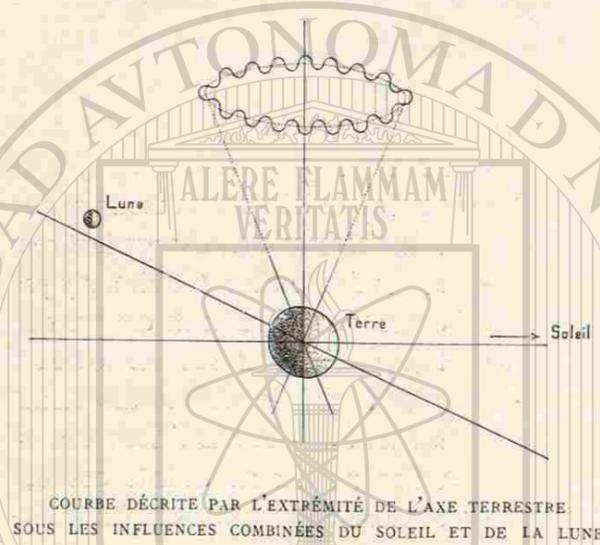
dans n'importe quel sens, pouvait toujours trouver le moyen de retomber sur ses pattes.

Certains académiciens, s'appuyant sur un théorème de Mécanique, qui veut qu'un corps solide ne puisse changer de position en tombant, toute question de résistance de l'air étant mise à part, soutenaient qu'un chat ne peut faire exception à la règle. Or, M. Marey confondit tout le monde en présentant à l'Académie des épreuves photographiques montrant la réalité du fait.

Et cependant la Mécanique ne pouvait avoir tort. Comment concilier la théorie avec les faits?

Il fallait établir une distinction entre un corps inanimé et un chat capable de modifier ses mouvements intérieurs et, par conséquent, capable, par l'allongement de ses pattes en tel ou tel sens, de se retourner dans l'espace.

Et en fait, si nous chargeons la Terre d'une masse pesante déposée en un endroit précis, nous pourrions arriver à déplacer le pôle. J'ai démontré (*Cosmos*, 1906) comment un train suffisamment pesant qui se déplacerait à la surface de la Terre pourrait changer la position du pôle terrestre. Pour une déviation du pôle de 1 852 mètres, l'énergie capable d'effectuer un pareil travail en une année devrait être fournie par une machine d'une puissance de



4 810 milliards de chevaux-vapeur (1). Bien que les déplacements du pôle soient beaucoup moindres, jamais l'homme ne produira sans doute d'aussi gigantesques travaux à la surface de sa planète. Mais, ce que nous ne pouvons faire, la nature l'accomplit tous les jours sous nos yeux.

Chaque année, la chaleur solaire, en évaporant la surface des océans, déplace un poids d'eau fantastique; nous pouvons l'évaluer en moyenne à 720 milliards de kilogrammes. Or, si l'on remarque que cette eau est en grande partie transportée dans les régions polaires, où, en tombant, elle se distribue irrégulièrement, on conçoit que son dépôt sous forme de pluie, de neige ou de glace, produise un chargement différent de la surface terrestre et soit suffisant, ainsi que je l'ai montré il y a quelques années, pour provoquer un léger balancement de la Terre.

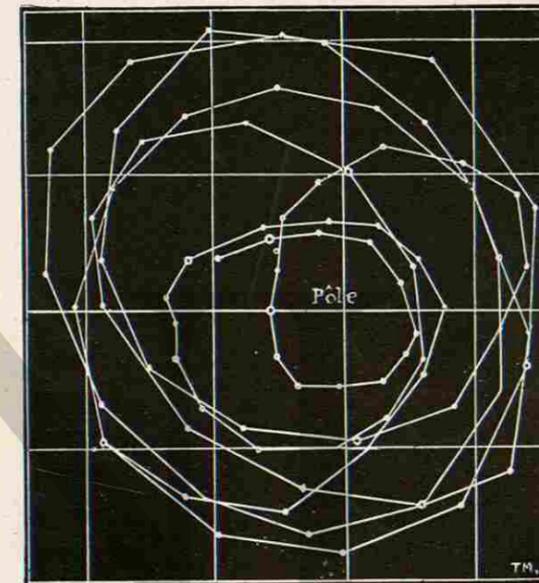
Cette explication est d'autant plus plausible que les changements de direction des courbes se produisent suivant les saisons.

En ces derniers temps, des mesures extrêmement ingénieuses viennent de mettre

en évidence un autre mouvement de la Terre dont personne ne se doutait.

Notre globe est assimilable à une balle élastique qui se gonfle en raison de l'attraction de la Lune et du Soleil. Jamais l'écorce terrestre n'est à la même distance de son centre. Ce mouvement, comparable à une véritable respiration, déplace chaque jour et chaque nuit le niveau des continents et des mers. A chaque instant nos édifices et nos villes soudés au sol s'élèvent et s'abaissent comme lui, et l'amplitude de cette singulière respiration atteint jusqu'à 40 centimètres par rapport au niveau moyen.

(1) Un cheval-vapeur équivaut à une puissance de 75 kilogrammètres par seconde. Voir *D'où venons-nous* ? p. 44.



OSCILLATION DU PÔLE DE LA TERRE DEPUIS 1900
L'axe de la Terre perce l'écorce du Globe en des points variables suivant l'époque des observations, mais l'écart entre le pôle idéal et le pôle vrai n'est jamais très grand.

Ainsi, vous qui me lisez, accoudé sur votre bureau, vous doutiez-vous que votre repos est extrêmement relatif?

Combien de kilomètres avez-vous faits depuis le commencement de la lecture de ce chapitre?

Récapitulons : si vous habitez Paris, vous tournez à la vitesse de plus de 300 mètres à la seconde, et cette vitesse se combine avec celle de la Terre sur son orbite. En admettant que vous ayez commencé votre lecture depuis dix minutes, vous avez fait, au bas mot, 18 000 kilomètres;

vos courses sont 900 fois plus rapides que celle d'un express, 35 fois plus grandes que celle d'un obus au sortir de la bouche d'un canon.

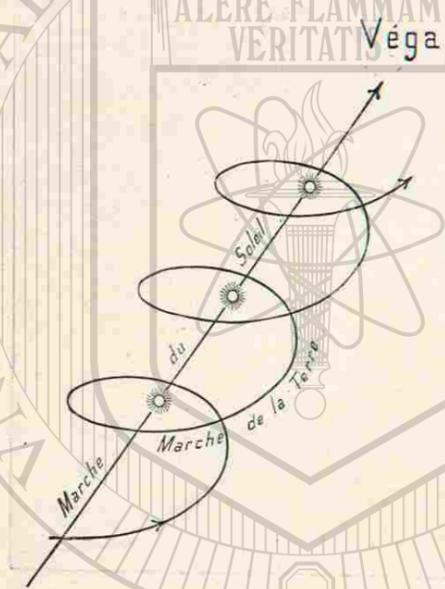
Ajoutez à cela que vous participez à la grande course effectuée par le Soleil et dont nous reparlerons dans une quatrième partie : *Où allons-nous?* course effrayante qui nous emporte dans les espaces stellaires à raison d'une vingtaine de kilomètres à la seconde, et vous aurez une faible idée des mouvements qui nous entraînent à chaque instant vers des régions inconnues.

Si maintenant vous combinez ces trois mouvements avec la quantité de ceux que nous avons énumérés dans les pages précédentes, vous arriverez à un total de treize mouvements principaux, et vous serez étonné à bon droit de l'instabilité du globe qui nous porte.

Ce grain de sable, soumis à toutes les attractions, à toutes les influences, vous paraîtra aussi léger que le moucheron se déplaçant au sein de l'atmosphère.

On pourrait vraiment appliquer à notre Terre cette boutade qu'on lisait dans quelques-uns des ouvrages les plus en vogue au XVIII^e siècle :

- Quoi de plus léger que la plume?
- La poussière.
- Que la poussière?



LE SOLEIL NOUS EMPORTE À LA VITESSE DE 19 KILOMÈTRES PAR SECONDE DANS LA DIRECTION DE L'ÉTOILE VÉGA. LA TERRE DÉCRIT DONC UNE SORTIE DE PAS DE VIS DANS L'ESPACE

- Le vent.
- Que le vent?
- La femme.
- Que la femme?
- Rien.

Je parierais que vous avez tous ajouté :

- Et la Terre donc?

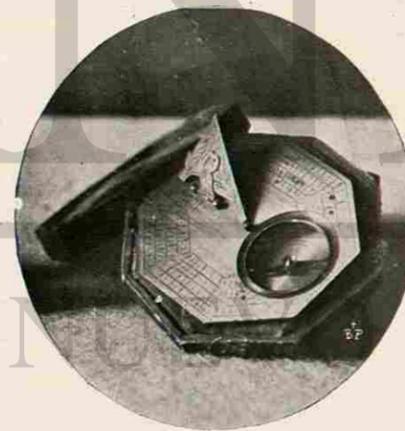
Au reste, s'il y a des femmes bien légères, il y a des hommes bien lourds, comme le disait une dame d'esprit à un ennuyeux interlocuteur lui servant cette vieille rengaine.

Je souhaite que vous n'en disiez pas autant du chapitre que je termine.

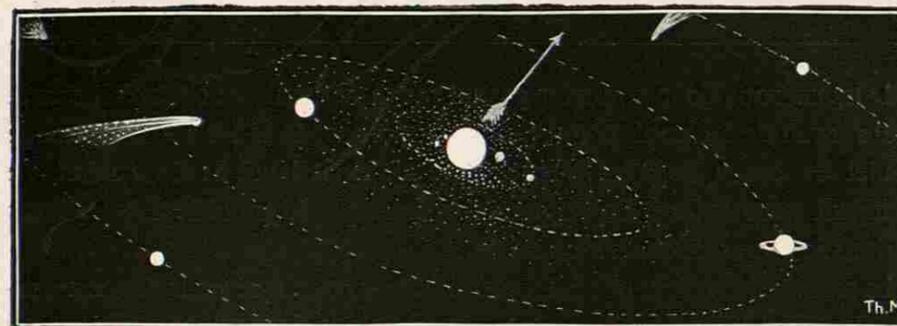
D'ailleurs, la légèreté est qualité bien relative, car le globe terrestre pèse en kilogrammes :

5 957 930 000 000 000 000 000 000,

nombre qui signifie : 5 957 930 quintillions de kilogrammes.



CADRAN SOLAIRE DE POCHE



CHAPITRE III

LA FAMILLE SOLAIRE

Dans le premier chapitre de *D'ou venons-nous?* j'ai déjà eu l'occasion de vous présenter les principaux membres du système solaire. La Terre n'est que la troisième planète de la série; nous connaissons aujourd'hui huit planètes principales : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Plus de 800 astéroïdes tournent entre Mars et Jupiter, et leur nombre, grâce à la photographie, augmente de jour en jour. Si nous ajoutons à cette liste les satellites gravitant autour des grosses planètes, comme le fait la Lune vis-à-vis de la Terre, puis la foule des comètes sillonnant les espaces interplanétaires, nous aurons énuméré les corps appartenant à notre système, ceux, en un mot, qui composent la famille du Soleil.

Les planètes sont-elles habitées par des êtres animés et intelligents? Grave question qui demanderait à elle seule une longue étude.

Notre programme est tellement étendu, que dans cette troisième partie nous aurons à peine le temps d'effleurer cet intéressant problème.

Toutefois, nous pouvons nous demander en passant quelles sont les conditions climatiques de chaque monde. La vie organique s'est-elle manifestée à leur surface? Nous-mêmes, transportés sur ces terres lointaines, pourrions-nous trouver des conditions propres à notre existence actuelle?

Puisque nous habitons la Terre, notre devoir n'est-il pas de chercher à nous rendre compte de ce qui se passe autour d'elle; de jeter un coup d'œil sur le champ céleste qui nous jouë, sur les régions que nous côtoyons sans cesse; en un mot, sur nos compagnons de route à travers l'immensité?

Voilà pourquoi je vous convie à une véritable excursion interplanétaire, en attendant un plus long voyage dans les espaces intersidéraux.

Laissons-nous donc emporter par un rayon de lumière : c'est d'ailleurs le seul moyen de locomotion qui nous soit permis; tous les autres, voire le boulet de canon de Jules Verne, celui qu'avait lancé la *Colombiad*, ne sauraient nous suffire. En supposant même que le procédé réussît, nous aurions le temps de mourir en route.

La comète de Halley, qui fait à peu près le voyage que nous allons entreprendre, c'est-à-dire tout le chemin aller et retour de Neptune au Soleil, ne met pas moins de 75 années pour accomplir ce grand trajet.

Il est vrai qu'elle n'est pas animée d'un mouvement uniforme, mais les 54 kilomètres qu'elle parcourt à la seconde dans le voisinage de la Terre ne seraient qu'un mouvement de tortue par rapport à la vitesse de la lumière.

En cinq minutes et quelques secondes, notre rayon lumineux nous emporte vers le Soleil, dans la région voisine de Mercure.

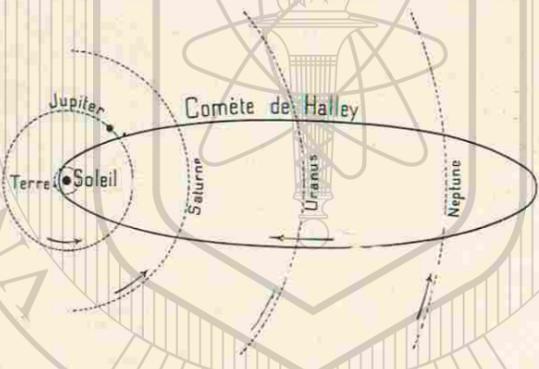
Nous n'y resterons pas longtemps, car nous sommes à 58 millions de kilomètres à peine de l'ardent foyer de notre système. En tournant autour de cet astre, la planète s'approche même beaucoup plus près; en plein été, le Soleil, vu de Mercure, occupe dans le ciel une surface 10 fois plus large que dans notre ciel.

LA COMÈTE DE HALLEY DÉCRIT UNE LONGUE ORBITE ET S'ÉLOIGNE DU SOLEIL PLUS LOIN QUE NEPTUNE, LA DERNIÈRE PLANÈTE CONNUE

Or, si la température, au Sénégal, atteint 42 degrés à l'ombre, près de 70 au soleil, je vous laisse à penser ce que nous pourrions ressentir en mettant le pied sur le sol de Mercure: nous ne commettrons pas cette imprudence, d'autant que les astronomes terrestres ont calculé la chaleur que reçoit la planète. En moyenne, le thermomètre marquerait 200 degrés au-dessus de zéro et pourrait atteindre parfois jusqu'à près de 300 degrés.

De l'endroit où nous contemplons cette terre 18 fois plus petite que la nôtre, ne cherchons donc pas à découvrir des mers ou des océans; l'eau qu'ils pourraient contenir se serait évaporée depuis longtemps, et si des fleuves descendent les flancs de ses montagnes, ils ne peuvent consister qu'en torrents de lave semblables à l'étain fondu.

Voilà un séjour bien peu engageant pour nous autres, habitants des



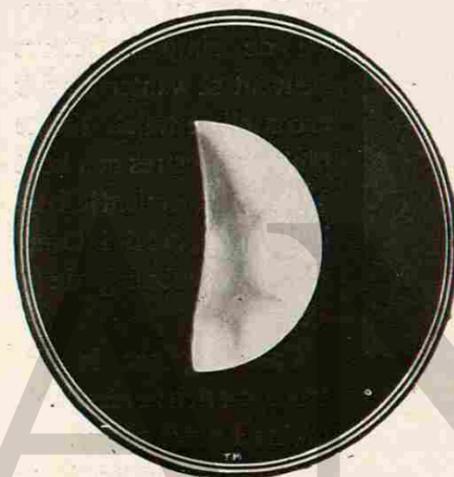
régions tempérées de la Terre. Nous le quitterons sans regret. D'ailleurs, notre rayon lumineux nous emporte vers une planète plus hospitalière.

De loin, Vénus ressemble à la Terre; même grosseur ou à peu près, puisque le diamètre de Vénus est seulement de 39 kilomètres plus petit que le nôtre; différence insignifiante, comparée à la grosseur totale du diamètre terrestre mesurant 12 756 kilomètres; même aspect, car Vénus est entourée d'une atmosphère un peu plus forte que la nôtre, peut-être, avec d'épais nuages comme il en apparaît quelquefois dans notre ciel; à peu près même pesanteur, puisque chez nous un corps, dans sa première seconde de chute

parcourt 4^m,90, alors que sur Vénus, il tombe de 4^m,21.

La grosse différence réside dans une autre circonstance: sa proximité du Soleil. Plus rapprochée de 41 millions de kilomètres, Vénus subit une chaleur énorme: 80 degrés en moyenne. Heureusement que dans ces conditions l'eau doit être dans un état constant d'évaporation, et que, répandue dans l'atmosphère, elle peut uniformiser la température et même tamiser les rayons du Soleil.

Si nous étions condamnés à vivre ailleurs que sur la Terre, voilà la planète où nous pourrions élire domicile.



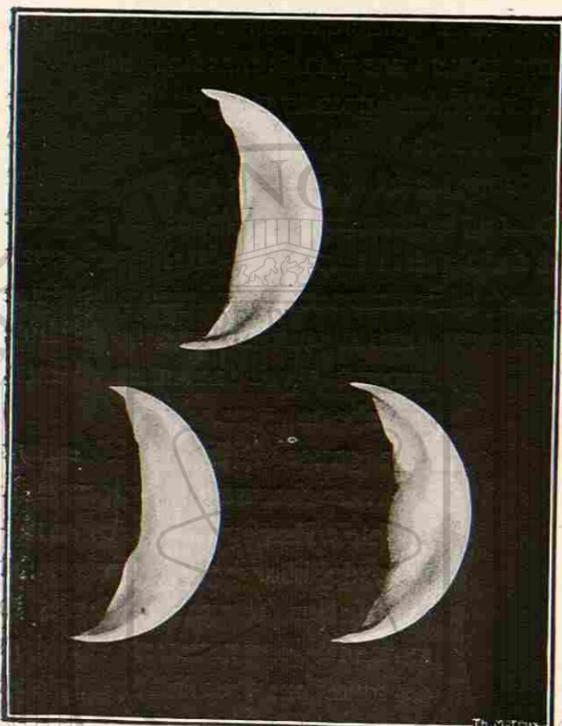
LA PLANÈTE MERCURE
VUE PENDANT L'UNE DE SES PHASES
(Dessin de TH. MOREUX.)

A quelque profondeur de la surface du sol, le climat doit être très supportable, et si Vénus porte des habitants, ce que nous n'avons pas le loisir d'examiner ici, nul doute qu'ils ne construisent des villes souterraines avec des rues semblables aux galeries du Métropolitain.

Sur cette planète qui s'approche de nous plus près qu'aucune autre, les saisons doivent être un peu différentes des nôtres, mais elles se succèdent plus rapidement, car l'année y est seulement de 224 jours.

Voilà encore une planète bien intéressante à étudier, mais la lumière qui nous conduit ne nous en laisse guère le temps et nous emporte loin du Soleil à raison de 300 000 kilomètres à la seconde.

Nous voici arrivés dans la région où gravite la Terre; passons sans nous arrêter; descendons plutôt sur notre satellite, le corps céleste le plus rap-



LES PHASES DE LA PLANÈTE VÉNUS
DESSINÉES À L'OBSERVATOIRE DE BOURGES PAR L'ABBÉ TH. MOREUX

proché de notre planète et celui que les astronomes connaissent le mieux.

La Lune est un tout petit globe tournant autour de la Terre à la faible distance de 384 000 kilomètres en moyenne — 96 000 lieues — une misère! Bien des capitaines au long cours ou de simples facteurs peuvent se vanter d'avoir accompli ce trajet. Trente globes terrestres mis bout à bout combleraient le fossé qui nous sépare de la Lune, véritable faubourg de la Terre.

Faubourg par la distance, car rien ne ressemble moins à notre séjour.

Vous pouvez en juger par les sensations que vous éprouvez. D'abord notre poids est considérablement diminué; un corps qui pèse chez nous un kilogramme ne pèse plus ici que 170 grammes. Cette circonstance vous expliquera pourquoi vous vous sentez si léger. Plus un globe planétaire est petit, moins la force d'attraction s'y fait sentir.

Un homme qui, sur la Terre, fait une chute du cinquième étage, parcourt 4^m,90 dans la première seconde, nous l'avons déjà dit; eh bien! sur la Lune, il ne descendrait que de 73 centimètres; il aurait l'impression de flotter dans l'espace, et de tomber comme une plume.

Et puis, quel étrange paysage! Un sol tourmenté comme si toutes les forces s'étaient liguées pour construire un dédale inimaginable de volcans, de ravins, de rochers entassés pêle-mêle. Au loin, d'immenses cirques dont quelques-uns atteignent jusqu'à 200 kilomètres de diamètre. Et ces montagnes! Leurs bords escarpés aux sommets pointus, en forme de pains de sucre, leurs arêtes vives, la lumière éblouissante que jettent leurs flancs

éclairés, la teinte noire des parties ombrées où l'œil ne distingue aucun détail, le relief presque stéréoscopique de cette nature figée dans la mort, tout nous avertit que nous avons quitté la Terre.

Jetez maintenant un regard vers le ciel. Autre changement : ici, le bleu d'azur n'existe pas, le ciel n'a aucune couleur, il est d'un noir d'encre, on dirait un abîme! Voilà qui est stupéfiant, il fait grand jour et le ciel paraît plongé dans la nuit. Les étoiles y jettent un éclat inaccoutumé; le Soleil, un soleil éblouissant, paraît entouré de ses protubérances roses, et la couronne est visible comme pendant les éclipses totales de soleil sur la Terre.

Oh! quel est cet astre énorme qui brille à l'horizon? Avec son croissant lumineux qui envelopperait treize fois le Soleil, il nous apparaît comme notre Lune vue de la Terre au premier quartier. Quelle planète géante paraît se lever pour les Sélénites?

Cette question, je la vois sur vos lèvres, mais je ne l'entends pas.

Votre enthousiasme ne saurait se manifester que par une mimique plus ou moins expressive.... Vous avez oublié que la Lune est le pays du silence.

C'est dans une couche d'air que le son se transmet, et ici il n'y a pas trace d'atmosphère.

Cette constatation explique les phénomènes étranges dont vous êtes témoins.

Ce sont les couches d'air qui, chez nous, absorbent en grande partie les rayons du Soleil et qui nous empêchent de l'apercevoir en plein jour. Ce sont elles aussi qui viennent dégrader les derniers plans de nos paysages et qui nous permettent d'entendre les mille bruits de la nature.

Ni atmosphère ni eau, voilà les caractéristiques du sol lunaire. Elles vous donnent la clé des différences qui existent entre l'aspect du paysage que vous avez sous les yeux et celui que nous voyons chaque jour, celui que voient nos amis restés là-bas sur ce globe en forme de croissant et dont la présence dans le ciel vous intriguait tout à l'heure.

Sur la Lune les jours sont environ quinze fois plus longs que les nôtres. Imaginez les conséquences d'un pareil régime : pendant la journée, un sol soumis au rayonnement d'un soleil de plomb, 354 heures de soleil auxquelles succède une nuit de même durée.

Le sol lunaire est alors en contact avec le froid de l'espace, et un thermomètre à gaz marquerait bientôt une température de 267 degrés au-dessous de zéro.

Qui donc pourrait habiter cette terre desséchée, privée d'air et d'eau, ce

sol glacial dont nos contrées polaires ne nous donnent pas la moindre idée ?

Ne nous attardons pas davantage : Mars brille dans le ciel; encore 56 millions de kilomètres à parcourir, un voyage de 3 minutes environ. A mesure que nous avançons, la planète grossit à vue d'œil. Véritable Terre emportée dans sa course autour du Soleil par la même attraction qui retient notre globe, Mars parcourt son orbite à la vitesse de 24 kilomètres à la seconde, en 687 jours. Son année est donc environ deux fois plus longue que les nôtres, et ses saisons sont également doubles de celles de la Terre. Car Mars ayant à peu près la même inclinaison que notre globe dans sa rotation sur son axe, et le jour martien ayant une durée presque égale au jour terrestre, les saisons existent là-bas comme chez nous.

Mais voici que Mars passe sous nos yeux; ne perdons pas un instant.

Vous voyez cette tache blanche, c'est son pôle Sud. Il y a des neiges



VUE DE QUELQUES CIRQUES LUNAIRES
En haut, Théophile;
au-dessous, Cyrille et Catherine.

comme chez nous, moins denses et moins pressées que les nôtres, car la pesanteur sur cette terre en miniature est presque trois fois plus

faible qu'ici. Pendant

plus d'une année terrestre, ce pôle va être exposé aux rayons du Soleil, il n'est donc pas étonnant que la fusion de cette calotte neigeuse s'accomplisse entièrement.

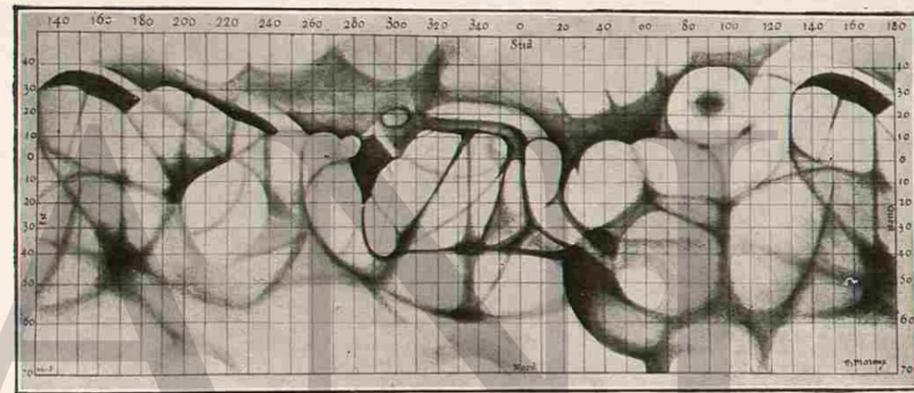
A peine cette neige est-elle fondue qu'elle s'évapore dans l'atmosphère, l'air s'en imprègne et les vents emportent cette humidité vers l'équateur.

Voilà, direz-vous, une bien singulière climatologie, et bien différente de la nôtre.

Sans doute, mais tout s'expliquera lorsque vous saurez que l'atmosphère martienne est extrêmement légère.

Vous avez appris que sur la Terre la pression atmosphérique diminue à mesure qu'on s'élève. Au niveau de la mer, elle fait équilibre à une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur, au sommet du Gaurisankar; dans l'Himalaya, à 8 840 mètres d'altitude, elle n'est plus que de 24 centimètres; si nous montions encore d'une quantité à peu près égale, à 18 kilomètres, par exemple, notre baromètre n'accuserait plus qu'une pression de 11 à 12 centimètres.

Évidemment, aucun de nous ne pourrait vivre à une telle hauteur, puisque deux aéronautes, Berson et Suhring, ont failli périr dans une ascension de 10 800 mètres. Ils n'ont pu échapper à la mort qu'en aspirant de l'oxygène dont ils s'étaient munis au départ. Eh bien! sur Mars, la pression



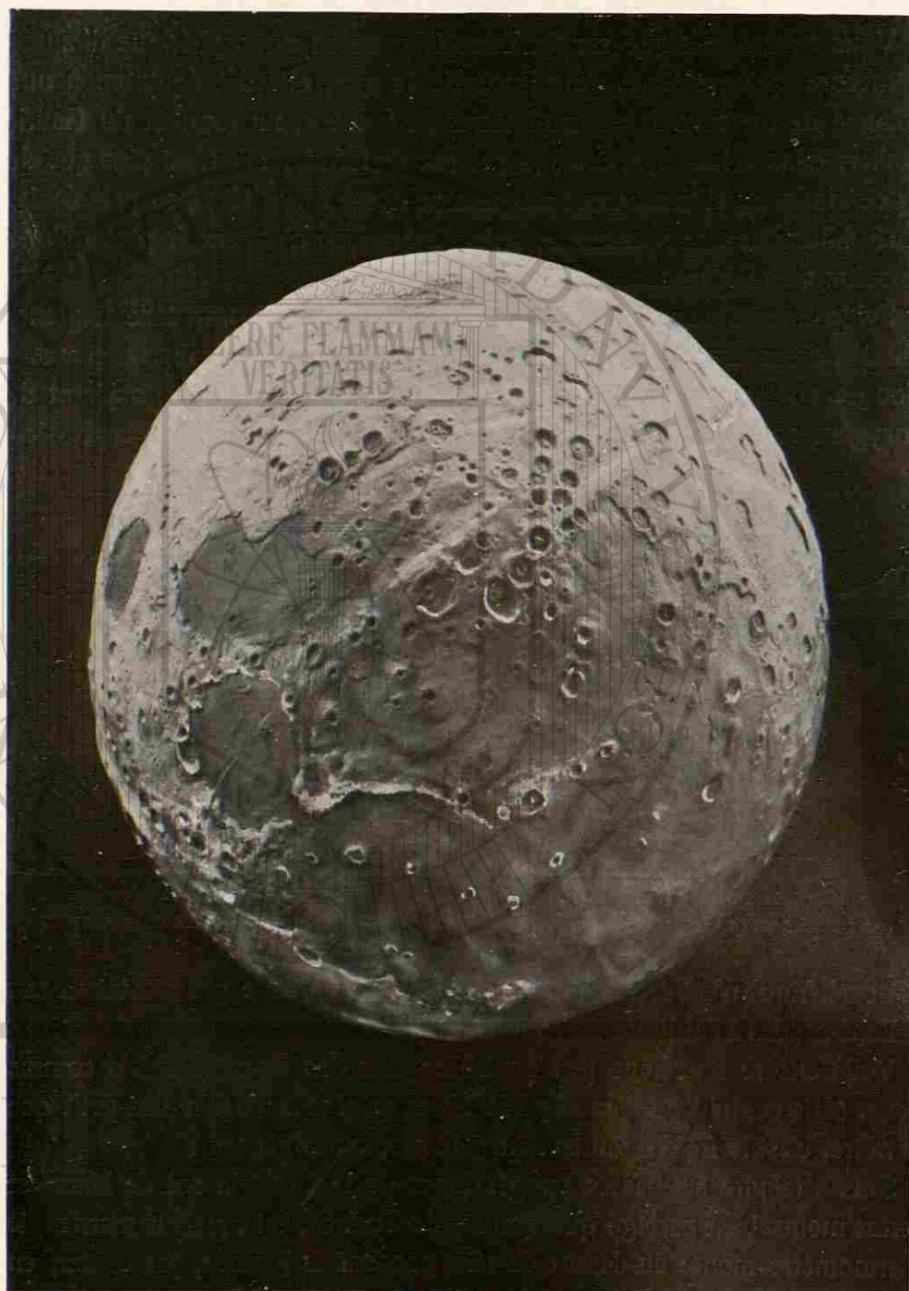
CARTE DE LA PLANÈTE MARS DRESSÉE PAR L'ABBÉ TH. MOREUX, D'APRÈS SES OBSERVATIONS

atmosphérique n'est certainement pas supérieure à celle que constatent nos ballons-sondes à l'altitude de 16 kilomètres.

Voilà encore un séjour peu enviable pour des êtres organisés comme nous. Mais ce qu'il y a d'aussi pénible sur ce globe six fois plus petit que le nôtre, c'est le froid rigoureux qui y règne, surtout la nuit.

Sans atteindre les basses températures de la Lune, le sol de Mars est certes moins bien partagé que notre pôle Sud. Si, à l'équateur martien, le thermomètre monte au-dessus de zéro pendant la journée, par contre, en raison de la perte de chaleur par rayonnement, il descend très bas pendant la nuit, beaucoup plus bas qu'en n'importe quel endroit sur la Terre, probablement vers 100 degrés au-dessous de zéro, et même davantage.

Toute l'humidité contenue dans l'atmosphère se dépose sous forme de gelée blanche, et je ne puis mieux comparer le climat martien qu'à un



RELIEF DE LA LUNE CONSTRUIT PAR LA MAISON G. THOMAS, A PARIS

climat désertique, celui du Sahara, par exemple, transporté au pôle à une hauteur de 16 kilomètres au-dessus du niveau de la mer.

Quelles plantes peuvent pousser dans de semblables régions? Et cependant, voyez ces étendues vertes, à côté des continents rougeâtres.

Quel dommage que la planète s'éloigne si rapidement, nous aurions pu l'examiner plus longuement et faire encore d'autres déductions.

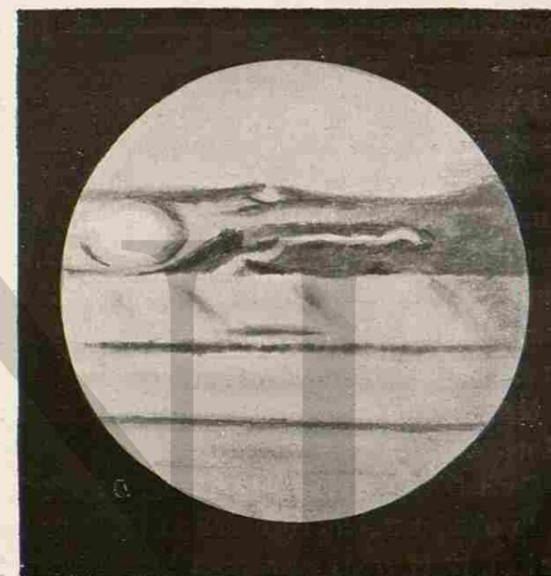
Mars est un monde plus vieilli que la Terre, une partie de ses océans a été absorbée par les roches, par les terrains; les mers de Mars sont comme celles de la Lune, desséchées complètement. Ce que les anciens astronomes appelaient *mers* ne sont que des plaines basses; les *canaux*, de larges vallées où pousse une végétation rabougrie.

Mars n'est pas encore arrivé dans sa vie astrale au point où nous voyons la Lune, il tient le milieu entre la Terre et notre satellite; mais depuis longtemps l'heure de la décadence a sonné pour lui, c'est un monde qui se hâte lentement vers la mort.

Si vous doutiez que les planètes, comme les soleils dont leur vie n'est que la continuation, sont soumises aux lois inexorables du temps; que rien n'échappe aux lois posées par le Créateur; que tout a été créé et que ce monde matériel passera, le reste de notre excursion serait de nature à vous faire comprendre ces vérités.

La Lune et Mercure paraissent des astres morts, la planète Mars est à l'agonie, la Terre se meurt, et, depuis longtemps, des rides flétrissent son écorce, Vénus semble moins vieillie; toutes ces petites planètes ont perdu très vite leur chaleur d'origine, et le froid de l'espace en a eu rapidement raison.

Il n'en est plus de même des deux grosses planètes que nous allons aborder. Jupiter et Saturne sont des mondes relativement jeunes; en raison de leur volume énorme, ils ont lutté victorieusement, mais déjà la



LA PLANÈTE JUPITER

lumière nous emporte, nous voici dans la zone des petites planètes circulant généralement entre Mars et Jupiter.

Actuellement les astronomes terrestres en connaissent près de 900. Chaque année la photographie en découvre d'autres. Dans cet espace de 550 millions de kilomètres, qui sépare l'orbite de Mars de celle de Jupiter, il y aurait place pour une belle planète certainement, et voici que nous rencontrons une foule d'astéroïdes dont le plus gros n'a guère que 700 kilomètres, et les plus petits 15 kilomètres à peine.

A une certaine époque, on s'est très sérieusement demandé si tous ces monticules ne seraient pas les restes d'une planète qui aurait éclaté en morceaux.

L'explication paraît plus simple. Jupiter, le premier-né du système solaire, ce monde énorme formé longtemps avant le Soleil, a attiré vers lui une foule de matériaux circulant non loin de son orbite. Ceux qui ont échappé auraient pu évidemment former une terre de grosseur convenable, mais la planète géante a gêné leur agglomération, elle a agi à la façon du policeman qui, de loin, disperse tout rassemblement. Par son attraction puissante, Jupiter n'a pas permis aux amas peu éloignés de s'agglomérer et de se réunir en une seule masse.

Mais déjà nous sommes, nous aussi, dans la sphère d'attraction du roi des planètes.

Dans *D'où venons-nous?* il vous en souvient, nous avons déjà jeté un coup d'œil à travers l'oculaire du télescope et contemplé ce monde géant; de loin, nous avons aperçu ses bandes alternativement sombres et claires.

Jupiter est 1 309 fois plus gros que la Terre; malgré cela on peut le dire relativement léger; si nous le placions dans le plateau d'une balance, il ne faudrait pas 1 309 terres de l'autre côté pour lui faire équilibre; 314 globes suffiraient. Voilà qui vous surprend. Que signifie cette apparente anomalie? Simplement ceci, que la Terre est beaucoup plus agglomérée que Jupiter. De même, dans un plateau de notre balance, nous pourrions mettre une grosse boule de bois; dans l'autre, quelques billes de plomb lui feraient équilibre.

Et, en fait, on a calculé combien pesait *un litre* de Jupiter, et on a trouvé 1 kilogramme 325 grammes; or, l'ensemble des mesures entreprises pour faire le même calcul vis-à-vis de la Terre a montré que si l'on mélangeait tous les matériaux terrestres, *un litre* de notre Terre pèserait 5 kilogrammes 520 grammes, c'est-à-dire quatre fois environ le nombre précédent.

Néanmoins, comme Jupiter est très gros, il arrive encore à peser deux fois plus que toutes les planètes réunies du système solaire.

Quel énorme poids et quel volume!

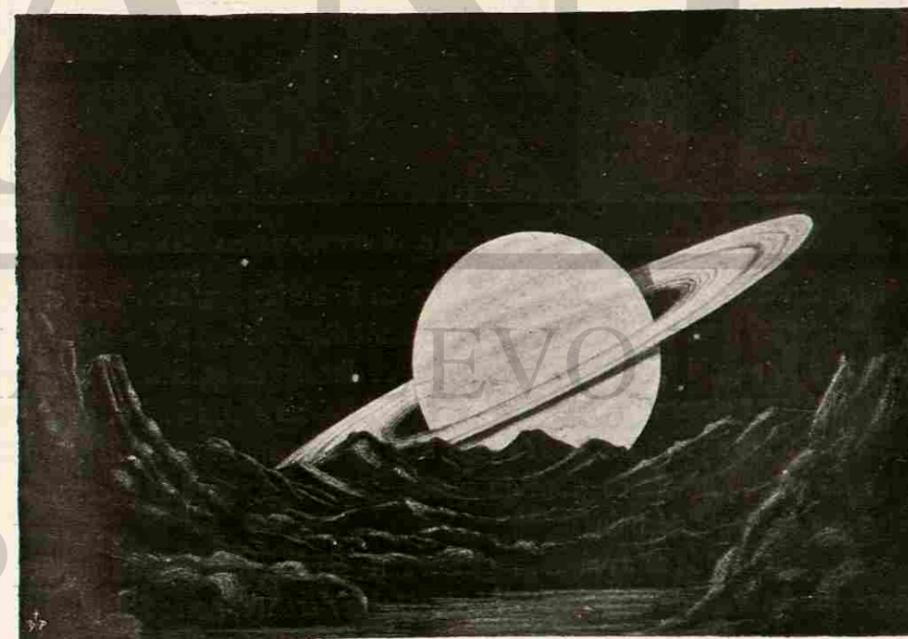
Un train lancé à la vitesse de 100 kilomètres à l'heure mettrait 16 jours et 17 heures pour faire le tour de la Terre à l'équateur; sur le monde géant de Jupiter, il lui faudrait près de 186 jours de 24 heures.

Et malgré cela les jours de la planète sont très courts, puisque ce monde tourne sur lui-même en 9 heures 55 minutes.

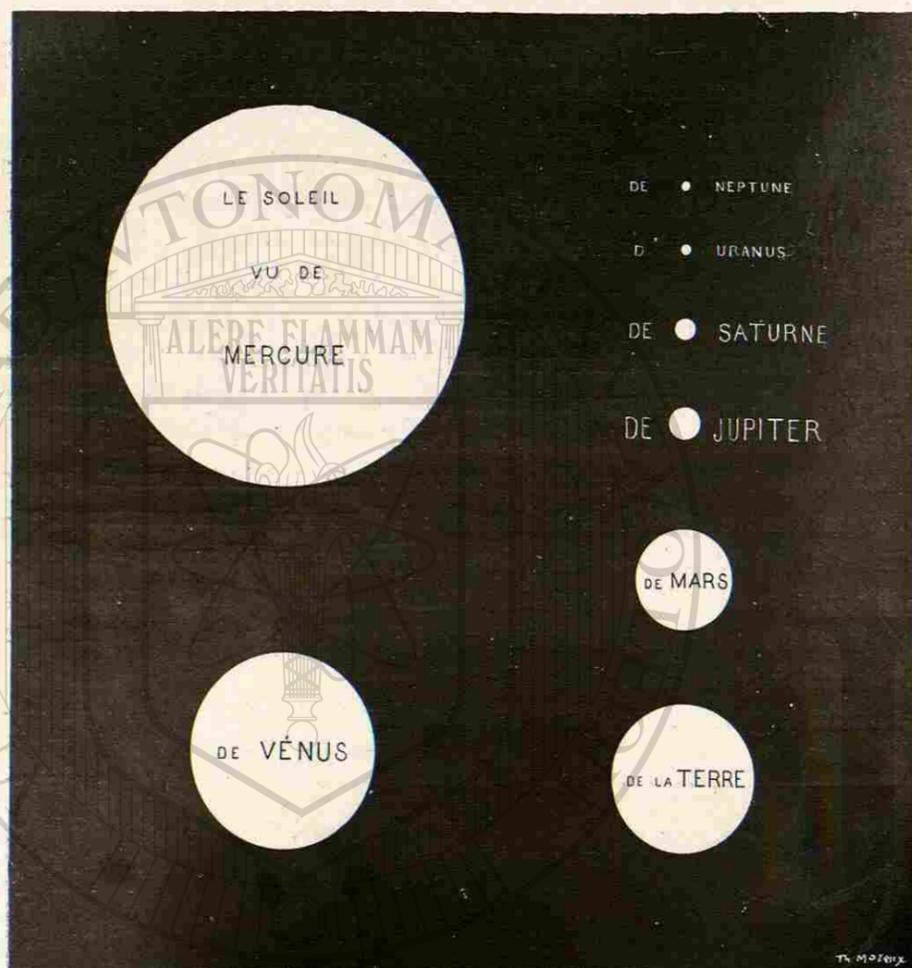
Alors qu'à notre équateur, un point, grâce à la rotation diurne, tourne à la vitesse de 465 mètres par seconde, une région analogue sur Jupiter est animée d'un mouvement de 12 496 mètres dans le même temps.

On comprend qu'une pareille masse se refroidisse très lentement. Jupiter n'est pas encore arrivé dans sa formation à l'âge de la Terre aux temps primaires. C'est un océan de feu qui roule à 777 792 000 kilomètres du Soleil. Il y a quelques dizaines de millions d'années, Jupiter brillait d'une lumière propre et formait avec notre Soleil une jolie étoile double. Plus petit que l'astre-roi, il s'est éteint avant lui.

Aucun organisme ne pourrait résister dans sa lourde et brûlante atmo-



LEVER DE SATURNE VU DE SON PREMIER SATELLITE



GROSSEUR APPARENTE DU DISQUE DU SOLEIL VU DES DIFFÉRENTES PLANÈTES

sphère, toute saturée de vapeurs métalliques. Entre les gaz extérieurs et la masse interne, il se forme un échange incessant de matériaux; à mesure que la planète se refroidit, les gaz emprisonnés et dissous dans le magma intérieur explosent violemment et projettent de véritables pluies de feu, gouttelettes brûlantes de métaux fondus dans une atmosphère de fournaise. Huit satellites accompagnent ce géant du système solaire et assistent à ces tempêtes des éléments déchaînés.

Lorsque ce monde sera refroidi et que sa surface pourra recevoir les germes de vie que l'Auteur de la nature voudrait y laisser croître, notre Soleil assistera de très loin à ce spectacle, sans pouvoir, par ses rayons féconds, contribuer à réchauffer cette surface glacée. A une telle distance, en effet, la

chaleur solaire actuelle ne saurait maintenir la température du sol jovien qu'à 140 degrés au-dessous de zéro.

Que dire alors des planètes extérieures à l'orbite de Jupiter? Bien qu'elles soient perdues dans les abîmes glacés et qu'elles tournent lentement loin du Soleil, source de chaleur et de vie, continuons cependant notre visite.

Au reste, le rayon lumineux nous emporte avec une vitesse vertigineuse : nous sommes à un milliard de kilomètres du Soleil et nous marchons toujours, ne rencontrant sur notre route que de légères comètes sillonnant l'espace. Encore quelques centaines de millions de kilomètres, et nous voici dans la sphère d'attraction de Saturne.

Quelle merveille!

Planète énorme, 733 fois plus grosse que la Terre, Saturne est encore plus léger que Jupiter. Nous avons vu qu'un litre de cette dernière pesait 1326 grammes; eh bien! le même volume de Saturne ne pèse que 700 grammes, il est plus léger qu'un litre d'eau. Saturne, placé à la surface d'un immense océan constitué comme les nôtres, émergerait ainsi qu'un bouchon de liège.

Au milieu de cet amas gazeux, au sein de cette bouillante atmosphère, la vie organique ne pourrait résister, mais rien ne nous empêche d'imaginer le spectacle qui ravirait nos regards sur le monde Saturnien.

Un immense anneau formé de poussières lumineuses, parce qu'elles réfléchissent la lumière solaire, circule autour de la planète à 15 ou 16 000 kilomètres de sa surface; de l'endroit où nous sommes, il s'élance au-dessus des nuages comme un gigantesque arc-en-ciel aux formes changeantes. Large de près de 60 000 kilomètres — quatre fois le diamètre de la Terre, — son épaisseur de 150 kilomètres, tout au plus, cache à peine les détails du ciel.

Dix lunes tournent en même temps autour du globe saturnien. De quel spectacle encore ne jouirions-nous pas sur le satellite le plus proche? Saturne au globe étincelant, encerclé de son anneau multicolore, s'élève lentement dans le ciel; il occupe à l'horizon une surface 100 fois plus grande que la Lune vue de la Terre. Si des êtres pensants habitent ces régions, à quelle illumination étrange et féérique ne doivent-ils pas assister! Et comme ils peuvent étudier à l'aise cette planète qui leur offre les plus beaux problèmes astronomiques posés à une intelligence!

Encore un milliard de kilomètres et nous arrivons dans le voisinage d'Uranus, planète 71 fois 1/2 plus grosse que la Terre, monde presque

inconnu des astronomes au point de vue physique; marchons toujours, et abordons Neptune.

Le rayon lumineux qui nous a transportés au sein de l'espace est parti du Soleil depuis plus de 4 heures! Quatre heures de voyage à raison de 75 000 lieues à la seconde, cela représente 4 493 084 000 kilomètres, et c'est à cette énorme distance que gravite le monde probablement glacé de Neptune.

Arrivés à ce point extrême du système planétaire, portons notre regard en arrière et cherchons à embrasser dans une vue d'ensemble le système solaire tout entier.

De ce monde lointain, Mercure, Vénus, la Terre, Mars sont invisibles, perdus qu'ils sont dans le rayonnement du Soleil. Jupiter lui-même ne peut être aperçu que lors de ses passages sur le disque solaire sous la forme d'un tout petit point noir; Saturne, lui-même, n'est que le Mercure des neptuniens, s'ils existent. Aux époques favorables, il possède à peine l'éclat d'une étoile de sixième à septième grandeur, tandis qu'Uranus, la planète la plus proche, brille comme le Sirius de nos ciels d'hiver.

Quant au Soleil, c'est une belle lampe à arc sans disque apparent, assez intense toutefois pour éclairer le sol de Neptune comme une lumière électrique d'une puissance de mille bougies, placée à quelques mètres seulement.

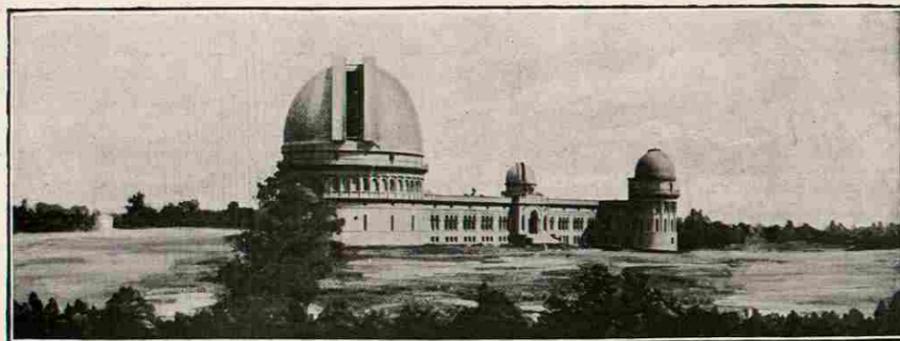
Tandis qu'Uranus a quatre satellites, Neptune n'en possède qu'un seul comme la Terre.

Cette lointaine planète, dont le volume équivaut à 70 globes terrestres, est-elle la dernière du système solaire? Ce n'est guère probable.

A mesure que se précisent les observations, il devient de plus en plus évident qu'Uranus est troublé dans sa marche, et divers astronomes attribuent à une ou deux planètes extérieures ces perturbations encore inexplicables.

Une première planète transneptunienne serait à 50 fois la distance du Soleil à la Terre, tandis qu'une seconde se placerait à une distance double : 3 fois et demie la distance de Neptune au Soleil.

Le jour où la photographie enregistrerait cette découverte, notre système planétaire s'étendrait à près de 16 milliards de kilomètres!



CHAPITRE IV

LA GÉOGRAPHIE DU CIEL (1)

Notre rayon lumineux nous a ramenés sur la Terre; le Soleil est couché, l'ombre qui descend lentement enveloppe toutes choses dans un silence calme et religieux.

Peu à peu le paysage disparaît, les couleurs s'atténuent : à l'Ouest, le ciel du couchant prend des teintes roses qui tournent au mauve clair pour se fondre graduellement en des tons d'émeraude et d'opale. Quelques minutes encore et ce sera la nuit.

Voici maintenant les étoiles qui s'allument sur la voûte céleste. Chaque soir, devant cette magnificence, lorsque là-haut, sur ma terrasse, près de la coupole de l'Observatoire, j'aspire les senteurs de la vallée que disperse la brise, je ressens toujours la même impression : j'éprouve comme le sentiment d'un temps d'arrêt au cours des mouvements qui nous entraînent dans l'immensité de l'espace et du temps.

Sans aucun doute, voilà le spectacle qui a donné aux hommes leur première leçon d'astronomie, qui a posé à leur intelligence les problèmes dont nous cherchons encore la solution.

Avant que l'écriture fût connue, les pasteurs contemplaient les astres et observaient curieusement les phases de notre satellite. Pendant longtemps, les différents aspects de la Lune constituèrent tout leur calendrier.

Puis, on constata le déplacement du Soleil dont les positions graduellement changeantes ramènent au bout d'une année le même aspect du ciel.

Les étoiles, au contraire, paraissent garder entre elles des situations inva-

(1) Le frontispice de ce chapitre représente une vue générale de l'Observatoire Yerkes, en Amérique.

inconnu des astronomes au point de vue physique; marchons toujours, et abordons Neptune.

Le rayon lumineux qui nous a transportés au sein de l'espace est parti du Soleil depuis plus de 4 heures! Quatre heures de voyage à raison de 75 000 lieues à la seconde, cela représente 4 493 084 000 kilomètres, et c'est à cette énorme distance que gravite le monde probablement glacé de Neptune.

Arrivés à ce point extrême du système planétaire, portons notre regard en arrière et cherchons à embrasser dans une vue d'ensemble le système solaire tout entier.

De ce monde lointain, Mercure, Vénus, la Terre, Mars sont invisibles, perdus qu'ils sont dans le rayonnement du Soleil. Jupiter lui-même ne peut être aperçu que lors de ses passages sur le disque solaire sous la forme d'un tout petit point noir; Saturne, lui-même, n'est que le Mercure des neptuniens, s'ils existent. Aux époques favorables, il possède à peine l'éclat d'une étoile de sixième à septième grandeur, tandis qu'Uranus, la planète la plus proche, brille comme le Sirius de nos ciels d'hiver.

Quant au Soleil, c'est une belle lampe à arc sans disque apparent, assez intense toutefois pour éclairer le sol de Neptune comme une lumière électrique d'une puissance de mille bougies, placée à quelques mètres seulement.

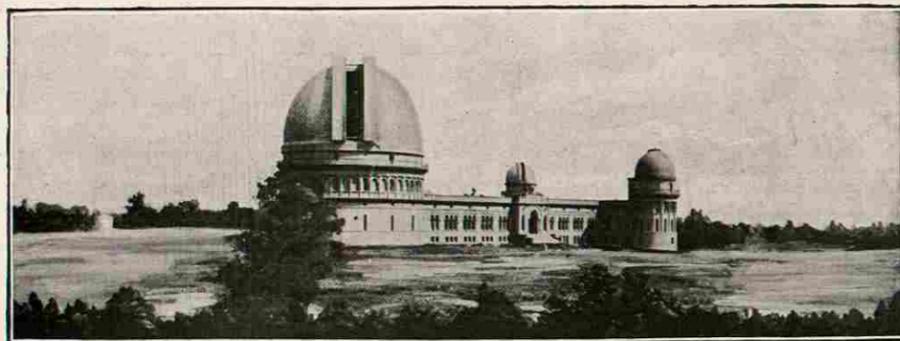
Tandis qu'Uranus a quatre satellites, Neptune n'en possède qu'un seul comme la Terre.

Cette lointaine planète, dont le volume équivaut à 70 globes terrestres, est-elle la dernière du système solaire? Ce n'est guère probable.

A mesure que se précisent les observations, il devient de plus en plus évident qu'Uranus est troublé dans sa marche, et divers astronomes attribuent à une ou deux planètes extérieures ces perturbations encore inexplicables.

Une première planète transneptunienne serait à 50 fois la distance du Soleil à la Terre, tandis qu'une seconde se placerait à une distance double : 3 fois et demie la distance de Neptune au Soleil.

Le jour où la photographie enregistrerait cette découverte, notre système planétaire s'étendrait à près de 16 milliards de kilomètres!



CHAPITRE IV

LA GÉOGRAPHIE DU CIEL (1)

Notre rayon lumineux nous a ramenés sur la Terre; le Soleil est couché, l'ombre qui descend lentement enveloppe toutes choses dans un silence calme et religieux.

Peu à peu le paysage disparaît, les couleurs s'atténuent : à l'Ouest, le ciel du couchant prend des teintes roses qui tournent au mauve clair pour se fondre graduellement en des tons d'émeraude et d'opale. Quelques minutes encore et ce sera la nuit.

Voici maintenant les étoiles qui s'allument sur la voûte céleste. Chaque soir, devant cette magnificence, lorsque là-haut, sur ma terrasse, près de la coupole de l'Observatoire, j'aspire les senteurs de la vallée que disperse la brise, je ressens toujours la même impression : j'éprouve comme le sentiment d'un temps d'arrêt au cours des mouvements qui nous entraînent dans l'immensité de l'espace et du temps.

Sans aucun doute, voilà le spectacle qui a donné aux hommes leur première leçon d'astronomie, qui a posé à leur intelligence les problèmes dont nous cherchons encore la solution.

Avant que l'écriture fût connue, les pasteurs contemplaient les astres et observaient curieusement les phases de notre satellite. Pendant longtemps, les différents aspects de la Lune constituèrent tout leur calendrier.

Puis, on constata le déplacement du Soleil dont les positions graduellement changeantes ramènent au bout d'une année le même aspect du ciel.

Les étoiles, au contraire, paraissent garder entre elles des situations inva-

(1) Le frontispice de ce chapitre représente une vue générale de l'Observatoire Yerkes, en Amérique.

riables, il était naturel de les grouper sous différents noms : les appellations de la *Grande Ourse*, *Orion*, les *Pléiades*, remontent aux premiers âges de l'humanité.

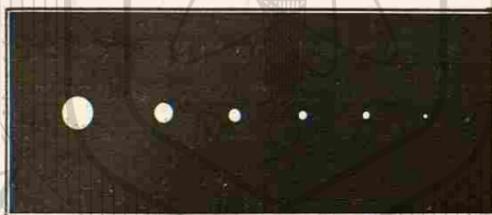
Mais, règle générale, il n'y a aucune relation entre la forme des groupes d'étoiles, les *constellations*, et le nom qui les désigne.

En quoi la *Grande Ourse*, appelée aussi *Chariot*, ressemble-t-elle à un animal ou à une voiture?

Et cependant, c'est un fait bien remarquable que chez tous les peuples un grand nombre de constellations portent des noms identiques.

Nous retrouvons le vocable de l'*Ourse* aussi bien chez les Asiatiques que chez les Phéniciens d'autrefois, chez les Grecs comme chez les Arabes, les Latins et même les Iroquois, ces anciens Peaux-Rouges de l'Amérique du Nord.

Les *Hyades*, placées sur la tête du *Taureau* et connues sous ce nom chez les peuples orientaux, ont été appelées *Mâchoire de Bœuf* par les indigènes d'Amérique.



ÉCLAT RELATIF DES ÉTOILES VISIBLES À L'ŒIL NU DE LA PREMIÈRE GRANDEUR À LA SIXIÈME

Nos *Pléiades*, chantées par Homère et Virgile, appelées chez nous *Poussinière*, étaient connues des Indiens sous le nom de *Petits de la Poule*.

Ces coïncidences sont trop étranges et trop souvent répétées pour être dues au hasard ; elles ne peuvent s'expliquer que par un ensemble de traditions conservées et qui dénotent une même origine.

N'est-ce pas qu'il est bien curieux de voir l'Astronomie confirmer à sa manière la dispersion des peuples enseignée par la Bible et la communauté d'origine des différentes races humaines?

La nuit est maintenant complète. A côté des étoiles que l'œil groupe instinctivement dans une figure qui s'impose en quelque sorte, remarquez ces astres plus petits dont la lumière paraît osciller comme l'éclat d'un phare perdu dans la brume. Voyez le groupe des *Pléiades* ; combien comptez-vous d'étoiles?

Tantôt six, tantôt sept, huit ou neuf ; les unes sont comme des feux discontinus, d'autres se laissent soupçonner à longs intervalles.

Tous les astres n'ayant pas la même intensité lumineuse, il parut donc naturel de les ranger, de les classer d'après leurs apparences.

Les étoiles les plus brillantes sont celles de première grandeur, sans qu'une appellation de ce genre puisse nous faire préjuger de leur grosseur réelle.

Lorsque Mars est près de nous, ne paraît-il pas toujours plus brillant que Saturne, alors que cependant nous nous sommes assurés que la rouge planète n'est qu'un pygmée en comparaison de sa grande sœur portant ceinture dorée.

Vus de la nacelle d'un ballon, les soldats d'une armée sont comparables à des fourmis ; c'est que, pour apprécier la grosseur d'un objet, nous le savons déjà, il faut tenir compte de sa distance. Les étoiles sont plus ou moins éloignées dans l'espace insondable, mais une illusion involontaire nous les fait projeter sur un même fond : celui de la voûte céleste.



LA SURFACE DE CES CARRÉS REPRÉSENTE LE NOMBRE DES ÉTOILES VISIBLES À L'ŒIL NU DEPUIS LA PREMIÈRE GRANDEUR (21) JUSQU'À LA SIXIÈME (5 171)

Cette voûte elle-même n'existe pas réellement ; ce n'est qu'une apparence créée de toutes pièces par notre imagination.

En réalité, les étoiles sont des corps ronds comme notre Soleil, répandant comme lui une lumière propre, flambeaux qui peuvent même éclairer comme lui des planètes analogues à la Terre, à Mars ou à Saturne.

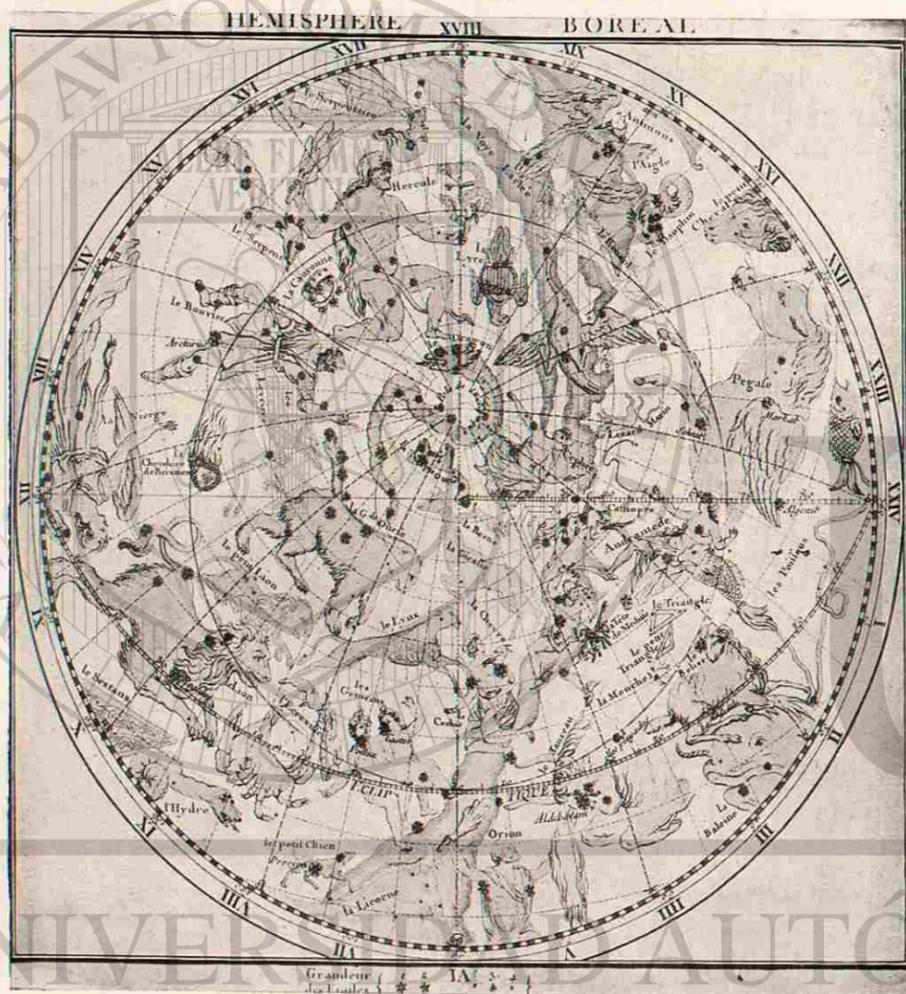
Et maintenant, essayez de compter une à une ces étoiles dont les rayons illuminent les plages lointaines de l'océan des cieux.

En face de ce spectacle sublime devant lequel personne ne saurait rester indifférent, en présence de cette mystérieuse prodigalité, les hommes de tous les âges se sont depuis longtemps posé le même problème.

N'est-ce point cette pensée que développe l'écrivain sacré nous rapportant les paroles du Tout-Puissant à Abraham : « Examine le ciel et, si tu le peux, compte les étoiles..... » et plus loin : « Je multiplierai ta postérité comme les étoiles du ciel..... »

Ce problème du nombre des étoiles simplement visibles à l'œil nu n'est pas aussi difficile qu'on serait tenté de le croire.

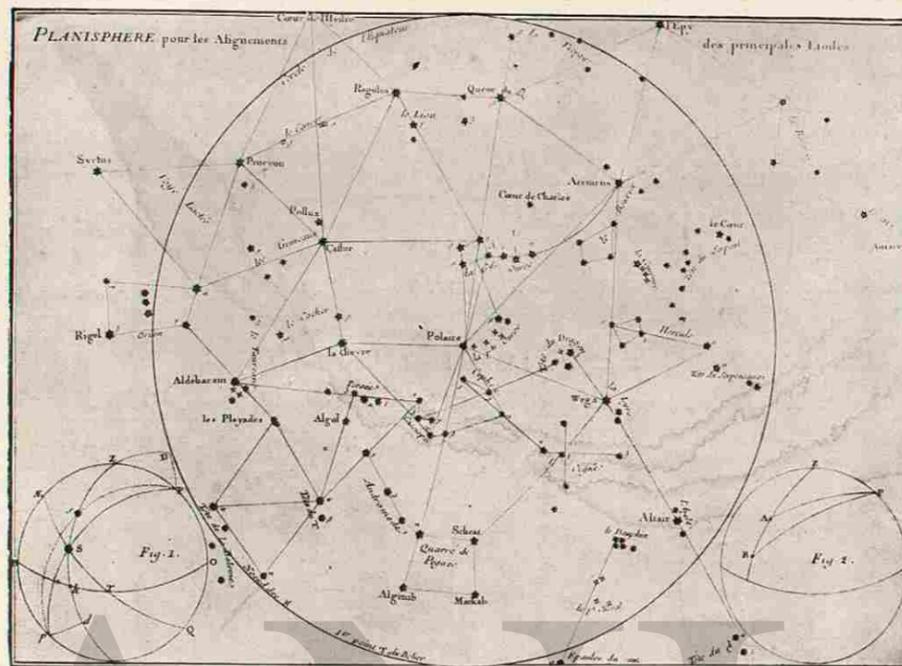
Par une nuit claire, d'un horizon à l'autre, une bonne vue ne distingue que 3 000 étoiles environ. Mais, à chaque moment, nous n'apercevons



LES CONSTELLATIONS DE L'HÉMISPÈRE BORÉAL
(D'après l'atlas de FLAMSTEED.)

qu'une moitié de la voûte céleste, l'autre moitié nous demeurant cachée par la Terre; nous devons donc doubler le chiffre précédent et nous arriverons à un ensemble de 6 000 étoiles.

Tel est le nombre approximatif des points brillants que notre vue simple peut distinguer dans le ciel entier.



POUR APPRENDRE A SE RECONNAÎTRE DANS LE CIEL, ON SE SERT D'ALIGNEMENTS D'ÉTOILES
(Gravure tirée de l'atlas de FLAMSTEED.)

Certaines personnes toutefois en comptent un peu plus, l'acuité visuelle n'étant pas la même pour tous.

A l'œil nu, on peut atteindre jusqu'à la 6^e grandeur, soit un total de 7 647 étoiles ainsi réparties d'après les plus récentes évaluations :

- 21 étoiles de première grandeur.
- 52 étoiles de deuxième grandeur.
- 157 étoiles de troisième grandeur.
- 506 étoiles de quatrième grandeur.
- 1 740 étoiles de cinquième grandeur.
- 5 171 étoiles de sixième grandeur.

Soit un total de 7 647 étoiles des six premières grandeurs.

Maintenant, autre problème : lorsque nous parlerons d'une étoile déterminée, comment la reconnaitrons-nous?

Nos constellations divisent le ciel en véritables départements; nous pourrions donc nous contenter d'assigner à chaque étoile un numéro d'ordre dans sa constellation. Mais on a préféré garder les anciens usages et n'employer ces numéros qu'après avoir épuisé la liste des lettres des alphabets grec et latin.

Ainsi l'étoile la plus brillante portera le nom de alpha (α) (1), la suivante s'appellera bêta (β), et ainsi de suite : gamma (γ), delta (δ), epsilon (ϵ), zêta (ζ); puis viennent nos lettres a, b, c, d, etc., et enfin des numéros d'ordre auxquels on ajoute souvent les initiales d'un catalogue.

Quelques étoiles seulement, au nombre de 80 environ, ont reçu un nom de baptême, comme *Altair*, de la constellation de l'Aigle; *Deneb*, de la constellation du Cygne; *Aldébaran*, du Taureau; *Alcor*, étoile de cinquième grandeur dans le chariot.

Mais ces moyens seraient bien insuffisants pour fixer la position d'une étoile déterminée. Aussi les astronomes ont-ils eu recours, depuis longtemps, à des données plus précises.

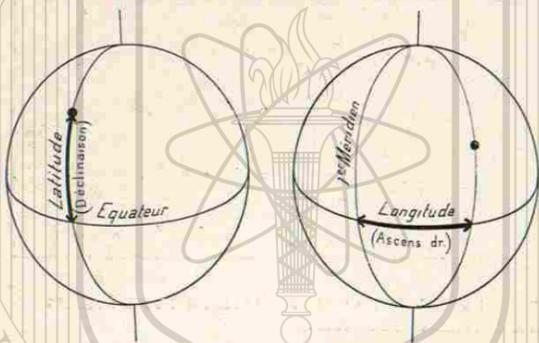
Pour repérer la position exacte d'une ville sur la Terre, nous savons que les géographes emploient deux distances : la *longitude* ou distance du lieu au premier méridien, la *latitude* ou distance du lieu à l'équateur.

Mais la sphère céleste est en tout point comparable à la sphère terrestre. Nous pouvons y remarquer deux points fixes : deux pôles autour desquels paraissent tourner toutes les étoiles en un jour, en raison de la rotation de la Terre sur son axe. On peut donc imaginer des cercles analogues à nos méridiens et qui passent par les pôles célestes. On peut aussi couper ces sortes de méridiens (2) par la moitié au moyen d'un véritable *équateur*, comme sur nos mappemondes.

S'agit-il maintenant de fixer la position d'une étoile, nous prendrons sa distance à un premier cercle passant par les pôles; nous aurons l'*Ascension droite* de l'étoile analogue à notre *Longitude*; puis la distance à l'équateur,

(1) Ces noms sont ceux par lesquels on désigne les lettres grecques : *b*, qui se prononce *bé* en français, s'appelle *bêta* en grec; *e*, *epsilon*, etc. Notre mot *alphabet* tire son origine de la première lettre grecque, α , qui s'appelle *alpha*.

(2) Ces cercles, en astronomie, sont appelés *cercles horaires*.



SUR LA SPHÈRE TERRESTRE, LA DISTANCE D'UN LIEU A L'ÉQUATEUR S'APPELLE LATITUDE. SUR LA SPHÈRE CÉLESTE, LA DISTANCE D'UNE ÉTOILE A L'ÉQUATEUR S'APPELLE DÉCLINAISON

LA DISTANCE D'UNE VILLE A UN PREMIER MÉRIDIEN S'APPELLE LONGITUDE SUR LA TERRE, CELLE D'UNE ÉTOILE A UN PREMIER CERCLE HORAIRE PREND LE NOM D'ASCENSION DROITE SUR LA SPHÈRE CÉLESTE



SPÉCIMEN D'UNE CARTE CÉLESTE D'ARGELANDER
TOUTES LES ÉTOILES ONT ÉTÉ REPÉRÉES A LA LUNETTE

ce qui nous fournira la *Déclinaison*, analogue à notre *Latitude*. Grâce à ce procédé très simple, aucune étoile ne pourra être confondue avec sa voisine, puisque sa place dépend de deux nombres, deux distances qui varient pour chaque point de la voûte céleste.



LE RÉV. JOHN FLAMSTEED
CÉLÈBRE ASTRONOME ANGLAIS (1646-1719)

Il n'y a qu'une seule différence entre les deux méthodes : pour la sphère terrestre, les mesures sont faites *sur* le globe, tandis que s'il s'agit du ciel les mesures sont rapportées à la voûte céleste, c'est-à-dire à une sphère vue *en dessous* et de l'intérieur.

A la fin du XVII^e siècle, les catalogues ne comprenaient que la position de 1 553 étoiles! C'était bien peu.

Mais à partir de 1610, date de l'invention des lunettes, la tâche est reprise avec ardeur.

En 1725, Flamsteed donne un catalogue de 3 310 étoiles. Plus tard, pendant que l'orage de 1789 gronde dans Paris et fait tomber les têtes, l'astronome J. Lalande s'enferme dans l'Observatoire de l'École militaire et dirige ses lunettes vers le ciel où il étudie le cours silencieux des astres ainsi que leurs révolutions moins sanguinaires.

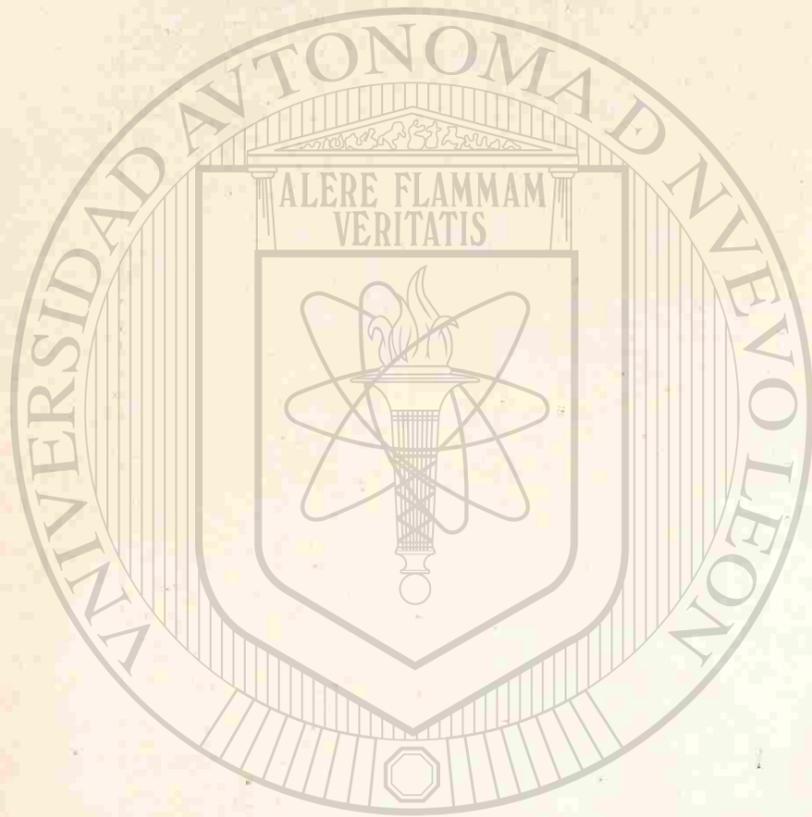
En 1830, Lalande fournit un catalogue de 47 390 étoiles repérées. Pour qui sait les difficultés que rencontre l'astronome dans les observations de ce genre, la multiplicité de ces observations, la correction et les longs calculs à effectuer pour arriver à déterminer la position précise d'une seule étoile, l'œuvre de Lalande nous apparaît prodigieuse et presque fantastique.

Et tout cela n'est rien en comparaison du catalogue d'Argelander, qui, en 1862, a porté le nombre des étoiles repérées à 324 198!

A partir de 1865, dix Observatoires anglais et allemands travaillent à compléter l'œuvre d'Argelander et y ajoutent en une vingtaine d'années.



ARGELANDER, ASTRONOME ALLEMAND
AUQUEL NOUS DEVONS UN MAGNIFIQUE
CATALOGUE D'ÉTOILES (1799-1875)

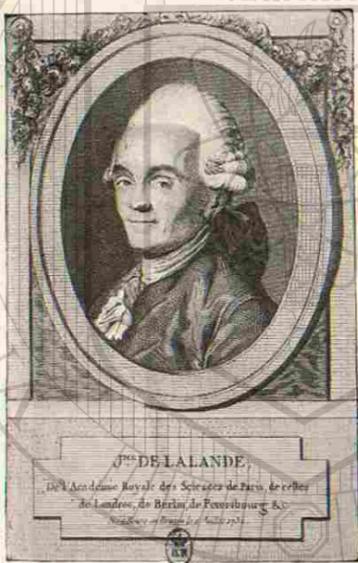


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

130 000 étoiles, soit au total plus de 450 000 étoiles. On avait déjà dépassé la neuvième grandeur.

Mais les difficultés s'amoncellent à mesure qu'on avance et que les instruments pénètrent plus profondément dans les espaces célestes. Le travail paraît sans fin, et, à travers les puissants télescopes, l'horizon de l'univers recule indéfiniment. C'est en vain qu'au milieu du XIX^e siècle on a tenté de dresser des cartes comprenant cinq degrés carrés. En une trentaine d'années, 80 cartes seulement sont terminées, alors que pour représenter de la



J. DE LALANDE OU LALANDE (1766-1839),
ASTRONOME FRANÇAIS QUI A FOURNI EN
1830 UN CATALOGUE DE 47 390 ÉTOILES
REPÉRÉES

même manière le ciel entier, il en faudrait 1 500 — soit un travail total de plus de cinq siècles!

Dès qu'on approche de la Voie lactée, qui apparaît sous les grossissements télescopiques comme un véritable semis d'étoiles, la tâche devient absolument impossible. Les astres sont si serrés, si nombreux, que les astronomes ne peuvent plus les reconnaître. Sur certaines cartes de cinq degrés carrés il faudrait repérer 18 000 étoiles!

Entre temps, la photographie céleste avait fait d'immenses progrès. Il y avait alors à l'Observatoire de Paris deux astronomes, MM. Paul et Prosper Henry, qui, travailleurs infatigables, se décidèrent à mettre la photographie au service de la géographie du ciel.

« Nul mieux qu'eux, d'ailleurs, écrivait en 1887 l'amiral Mouchez, n'était préparé pour résoudre ces difficultés, car suivant les traditions, trop abandonnées aujourd'hui, des grands astronomes des siècles passés qui s'occupaient eux-mêmes de la construction de leurs instruments, ils consacraient depuis longtemps dans leur modeste atelier de Montrouge tous les moments de liberté que leur laissait leur service très actif à l'Observatoire de Paris à l'étude de la taille et du polissage des grands verres d'optique. »

Il leur fut donc facile de construire, à titre d'essai, un premier objectif de 16 centimètres d'ouverture destiné à prendre des clichés du ciel.

C'est la reproduction d'un de ces clichés que vous avez sous les yeux;

merveille de netteté que m'ont offerte les frères Henry eux-mêmes.

Cette photographie représente un coin de la constellation des Gémeaux. Des milliers d'étoiles, pendant la longue pose, sont venues automatiquement peindre leur image sur la gélatine imprégnée de bromure d'argent. Si l'on a soin de la comparer avec le dessin de la même région obtenu au télescope après des nuits de labeur, cela peut se passer de tous les commentaires.

Après ces brillants succès, la supériorité de la nouvelle méthode était démontrée une fois pour toutes.

La plaque sensible agrandissait l'Univers en nous révélant des astres que l'œil humain, même aidé des plus puissants instruments, ne pourra jamais contempler.

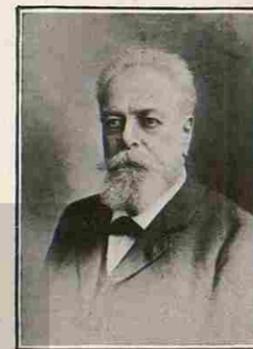
Ce fut alors que l'amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris, conçut l'idée grandiose d'une œuvre internationale destinée à nous donner en quelques années la figure exacte des régions célestes.

Dix-huit Observatoires du monde entier répondirent successivement à son appel, et, en 1887, l'exécution de la carte photographique du ciel fut décidée. Les frères Henry taillèrent dix-huit objectifs identiques de 33 centimètres d'ouverture, et l'habile artiste qu'était M. Paul Gautier se chargea de la construction des équatoriaux destinés à recevoir les lentilles.

Peu à peu les observatoires s'organisèrent, et différents Congrès purent fixer les conditions dans lesquelles les photographies seraient obtenues.

Une résolution importante concerna l'utilisation des clichés 16 × 16. Il fut décidé qu'une pose donnerait d'abord le *catalogue* d'étoiles repérées; leur nombre atteindrait *deux millions*. Une seconde pose aurait pour but la confection d'une *carte du ciel*. A première vue, celle-ci pourrait comprendre *trente millions* d'étoiles, mais il est probable que ce chiffre est déjà dépassé; si les clichés enregistrent les étoiles de 18^e grandeur, il sera supérieur à *cent millions*.

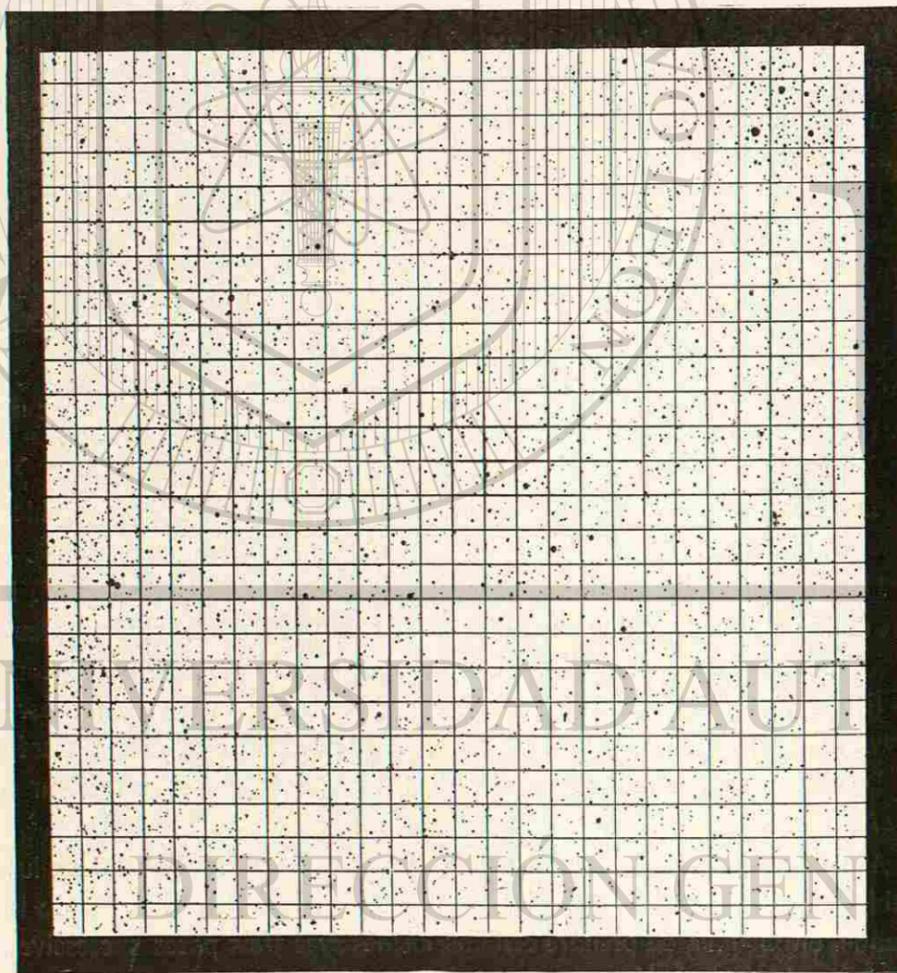
Afin de ne pouvoir confondre sur les plaques photographiques les plus faibles images des étoiles avec les grains de poussière et les défauts de la plaque, on imagina de prendre certains clichés avec trois poses successives en donnant un léger déplacement à la lunette. De cette façon, chaque étoile fournirait trois images, trois petits points disposés en triangle.



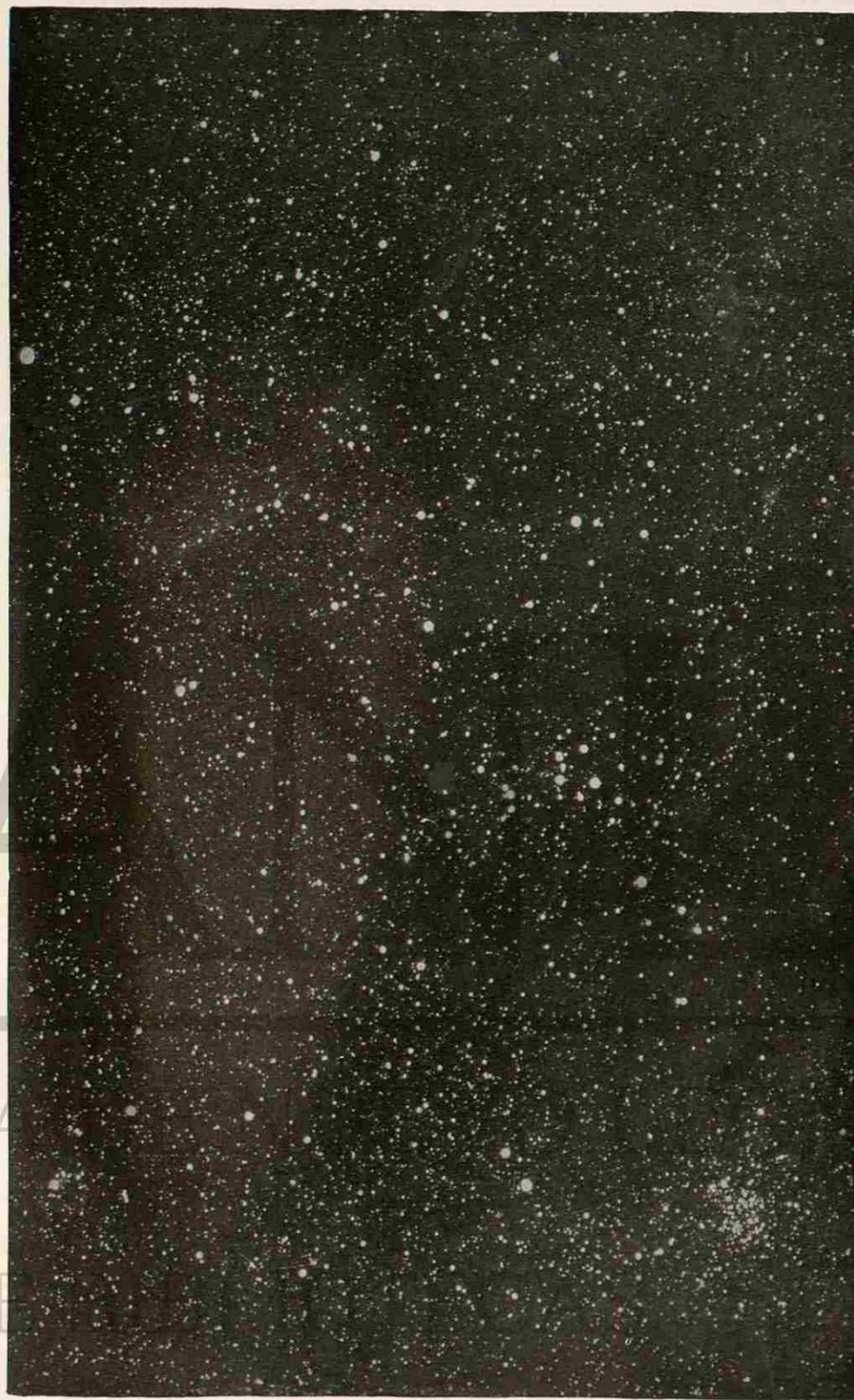
M. P. GAUTIER,
CONSTRUCTEUR FRANÇAIS
MORT EN 1907

Le nombre moyen des clichés pour chaque observatoire devait atteindre 1 200. L'amiral Mouchez avait estimé que la carte complète couvrirait une surface de 170 mètres carrés, mais comme les photographies ont été prises plusieurs fois et que, pour les vérifications des mesures chaque angle d'un cliché vient coïncider avec le centre du cliché suivant, la superficie couverte sera au moins égale à plus de 500 mètres carrés.

Comment utiliser de pareils documents? Comment arriver à compter un aussi grand nombre d'étoiles, à en dresser un catalogue exact? Ce travail a été réservé en grande partie à un personnel de jeunes filles travaillant dans un bureau spécial de l'Observatoire de Paris.



SPÉCIMEN D'UN CLICHÉ RÉDUIT DE LA CARTE PHOTOGRAPHIQUE DU CIEL



UN COIN DE LA CONSTELLATION DES GÉMEAUX

®

011169

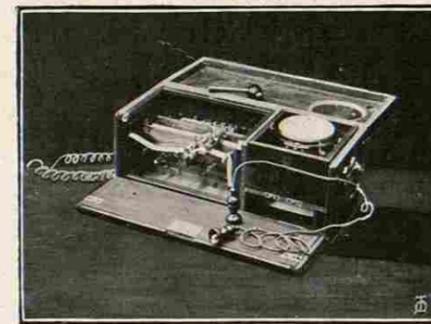
011169



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Pour faciliter la tâche, un réseau quadrillé a été imprimé sur les plaques qui sont ainsi divisées en tout petits carrés. Dès lors, la question du nombre d'étoiles contenues dans chaque cliché ne devient qu'affaire de temps et ouvrage de patience.

Reste à fixer la position de chaque étoile. A cet effet, l'objectif d'un microscope peut parcourir la plaque de gauche à droite et de haut en bas, et le centre de chaque image stellaire est amené à hauteur du centre du champ de vision. A chaque opération, on évalue les déplacements correspondants à l'aide de tambours gradués placés latéralement et assez précis pour donner les vingtièmes de millimètre.



LE CHRONOMÈTRE ENREGISTREUR CONSTRUIT PAR M. P. DITISHEIM (DE LA CHAUX-DE-FONDS)

La position de toutes les étoiles sur les plaques une fois connue, il devient possible, au moyen d'étoiles repérées, de transformer tous les nombres en ascensions droites et en déclinaisons; et ce travail que l'œil, même secouru par les plus puissants instruments, n'aurait osé entreprendre sera bientôt accompli, grâce à la sensibilité autrement grande de la rétine photographique; grâce aussi, il faut le dire bien haut, à l'initiative de la Science française, au zèle et au dévouement de travailleurs souvent obscurs, concourant à l'œuvre commune et gigantesque de la confection d'un Atlas du ciel.



M. LŒWY, ASTRONOME FRANÇAIS
ANCIEN DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS (1833-1907)

Et maintenant, nous pouvons nous demander quelle précision nous devons espérer de la méthode photographique.

Autrefois, et même encore aujourd'hui, pour fixer la position des étoiles de repère, les astronomes ont dû passer bien des nuits l'œil rivé à l'oculaire de leur lunette méridienne.

Ces oculaires sont traversés de fils plus fins que les fils d'araignée, et, lorsqu'une étoile par son mouvement dans le ciel parcourt ces divisions, l'observateur attentif note à l'aide d'un pendule à secondes le moment exact du passage, afin de convertir l'heure en degrés, minutes et secondes d'arc.

Par la pratique, on arrive facilement à évaluer le dixième de seconde, et le travail actuel est grandement facilité par l'adjonction à la lunette d'un appareil électrique qui peut inscrire, au gré de l'observateur, le temps exact à quelques centièmes de seconde près.

Sous ce rapport, la technique moderne surpasse tout ce que l'on pourrait imaginer. Lors de l'éclipse totale de Soleil que ma mission a étudiée à Sfax en 1905, j'ai pu me servir d'un chronographe sorti des ateliers de M. P. Ditisheim, constructeur à La Chaux-de-Fonds; cet instrument, merveille de précision, peut donner le centième de seconde sur une bande de papier analogue à celle d'un télégraphe Morse ou Hugues. Dans certains observatoires, on utilise même des instruments imprimant en chiffres le dixième de seconde, et le résultat est bien suffisant pour le repérage des étoiles.

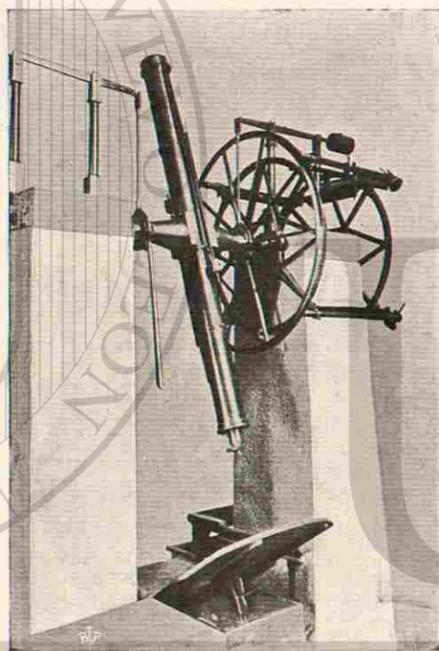
En bien! l'inscription sur la plaque photographique, grâce à la perfection des appareils construits par M. Paul Gautier, de regretée mémoire, est de même nature; si quelques esprits chagrins ont pu manifester une certaine méfiance lors de la mise en train du catalogue photographique, leurs craintes doivent disparaître maintenant.

Sous l'initiative de M. Loewy, directeur de l'Observatoire de Paris, un Congrès international décida, en 1900, d'utiliser les lunettes employées à la confection de la Carte du ciel à la recherche de la distance du Soleil à la Terre.

Cette distance, qui est l'unité fondamentale des mesures célestes, était connue avec une incertitude assez grande avant le xx^e siècle.

La découverte, en avril 1898, de la petite planète *Eros*, qui gravite entre Mars et la Terre et s'approche de nous à une distance plus faible que tous les astéroïdes connus, pouvait servir à fixer la grande unité astronomique.

Mais, pour cela, il fallait des mesures extrêmement précises de sa position, et le temps faisait défaut.



LUNETTE MÉRIDienne
POUR LE REPÉRAGE DES ÉTOILES

C'était donc le cas ou jamais de faire servir à cette détermination la plaque photographique.

Quarante-sept observatoires se déclarèrent prêts pour la campagne astronomique entreprise par M. Loewy. En quelques années, on put réunir plus de 10 000 observations photographiques d'étoiles, et on se mit à l'œuvre pour la réduction des clichés.

L'entreprise était colossale, mais les résultats dépassèrent encore l'espoir des astronomes.

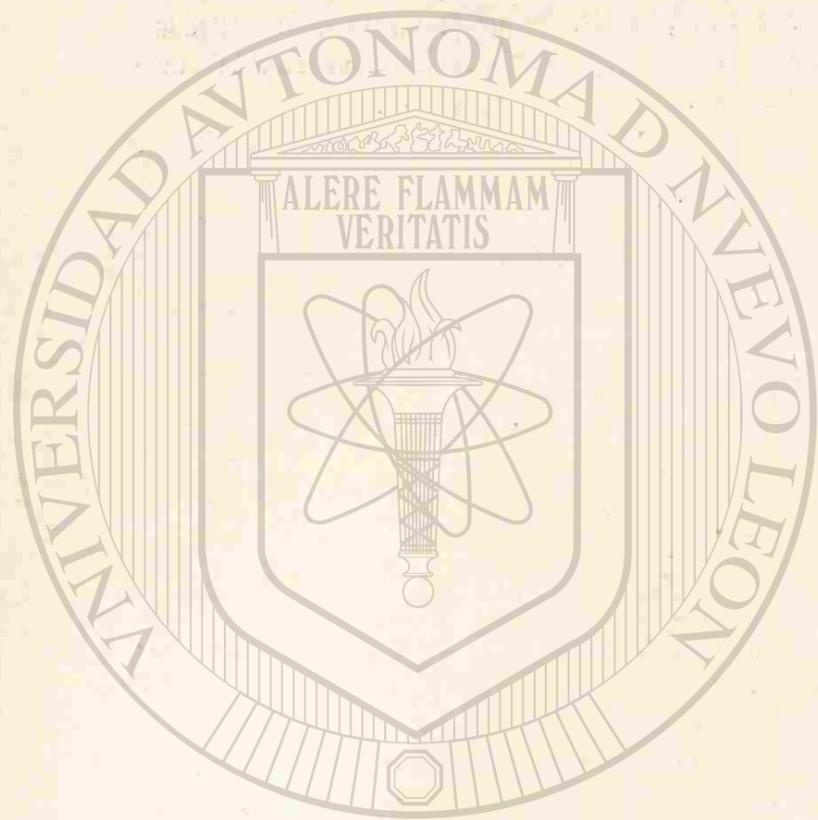
Les mesures ont atteint aujourd'hui une précision de l'ordre du *millième* de seconde d'angle, ce qui revient à dire qu'on peut à l'aide de cette méthode mesurer l'épaisseur d'un cheveu vu à 2 400 mètres! C'est presque incroyable.

En admettant même que le chiffre seul des centièmes de seconde soit exact, nous avons la distance du Soleil à un millièmètre près, et en mesurant cette immense longueur, les astronomes ne commettent pas une erreur plus grande que ne le ferait un arpenteur appréciant à *un mètre* près la distance de 1 660 mètres.

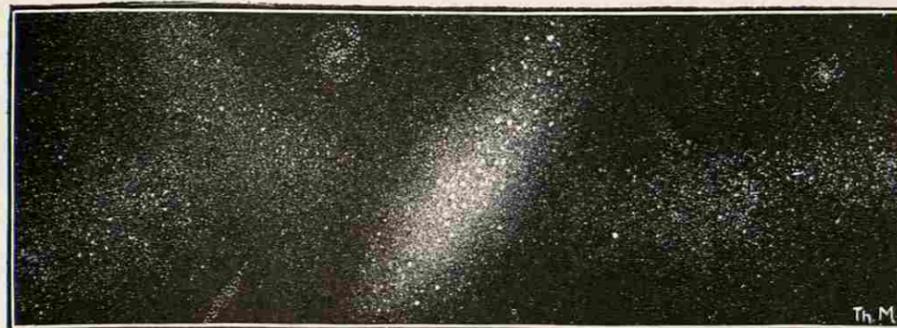
Les dernières évaluations ont donné 149 495 000 kilomètres, mais les mesures seront reprises en 1931, prochain passage d'*Eros*, et la distance du Soleil à la Terre sera plus précise encore; nous ne ferons pas un écart de *un décimètre* sur 1 660 mètres!

C'est grâce à ces données que nous pouvons maintenant aborder un problème autrement difficile, la distance du système solaire aux étoiles.

Sa solution va nous renseigner définitivement sur notre infinie petitesse, sur la grandeur de l'Univers que nous habitons, et peut-être aussi sur la place que la Terre occupe dans l'immensité des cieux où elle est semblable à un minuscule grain de sable perdu au milieu du grand désert africain.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CHAPITRE V

NOTRE AMAS STELLAIRE

D'une manière générale, l'instruction *obligatoire* donnée dans nos écoles est si sommaire que j'ai rencontré souvent des hommes, passant pour instruits, mettre en doute la possibilité de mesurer les distances de la Terre au Soleil ou à la Lune.

Au cours de mes nombreuses conférences, que de fois n'ai-je pas eu l'occasion de voir un sourire d'incrédulité accueillir les nombres exprimant les résultats des calculs astronomiques ?

Il m'a donc paru opportun d'insister ici sur les méthodes que nous employons pour la mesure des distances célestes.

Si l'on vous donne une poutre à mesurer, vous vous servirez d'un *mètre*, et, le transportant de proche en proche, vous chercherez combien de fois il est contenu dans la longueur totale. De la même façon, un arpenteur, au moyen d'un décamètre, mesure l'étendue d'un champ ou la longueur d'une route.

Mais cette méthode serait bien longue et bien fastidieuse au cas où vous seriez appelé à dresser le plan d'une grande superficie, un plan cadastral, par exemple. Vous ignorez peut-être qu'elle vous conduirait au surplus à de graves erreurs, et la preuve, la voici :

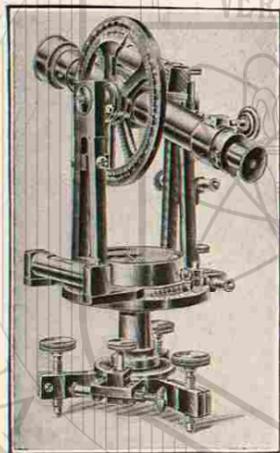
Essayez d'arpenter très soigneusement une propriété de grande étendue, et recommencez dix fois cette opération. Dix fois vous trouverez des résultats différents, car jamais vous ne serez assuré d'avoir mis votre décamètre bout à bout.

Si les géographes s'étaient simplement servis d'une chaîne d'arpenteur et d'une équerre, ils seraient bien empêchés de dresser une carte exacte de

la France, à plus forte raison de l'Europe et des cinq parties du monde. Heureusement qu'il existe des procédés plus expéditifs, quoique très simples.

Au lieu de les enseigner à nos élèves qui « font leurs classes », nous préférons leur faire apprendre de trop nombreuses dates d'histoire, qu'ils auront le bon esprit, d'ailleurs, d'oublier au plus tôt.

Les autres sciences ne sont pas mieux traitées; en Géométrie, combien d'élèves, apprenant leurs théorèmes par cœur, seraient totalement incapables, à la fin de leurs études, d'évaluer proprement le volume d'un remblai ou d'un simple tas de pierres.



THÉODOLITE, APPAREIL ANALOGUE AU GRAPHOMÈTRE, MAIS BEAUCOUP PLUS PRÉCIS ET SERVANT À MESURER LES ANGLES
(Modèle de la Maison Vion, à Paris.)

En Chimie, on enseignera la théorie peu connue d'ailleurs et même très discutée de la formation de l'acide sulfurique, et on négligera de décrire la fabrication du savon.

En Physique, on donnera des problèmes sur la masse de la vapeur d'eau liquéfiée dans un mètre cube d'air, lorsque la température de celui-ci est abaissée de vingt degrés, mais on oubliera d'apprendre la lecture correcte d'un baromètre. L'élève possèdera tous les secrets de la machine d'Atwood pour la vérification des lois de la pesanteur, mais quand il lui faudra, plus tard, calculer la puissance d'une chute d'eau sur une rivière coulant au bas de son jardin, il aura besoin d'un praticien pour l'évaluer.

Dans aucune école d'enseignement secondaire on n'apprend aux élèves la pratique même sommaire de l'arpentage.

A plus forte raison ceux qui sortent de ces établissements ne sauraient-ils utiliser un graphomètre ou un théodolite pour la mesure des angles!

Dans les classes de Lettres-mathématiques, on enseigne toutefois la Trigonométrie, mais l'élève serait incapable par cette même méthode de mesurer pratiquement la distance d'un endroit à un point inaccessible. Dès son baccalauréat, le jeune homme qui n'aura rien retenu de la théorie sera prêt à nier les résultats de la pratique.

Nous voici ramenés au problème qui nous intéresse : la mesure des distances de la Terre aux astres voisins.

La Géométrie enseigne que pour déterminer les éléments d'un triangle,

il suffit de posséder la valeur de sa base et de sa hauteur, c'est-à-dire la distance de cette base au sommet opposé. Or, la Trigonométrie, pour résoudre ce même problème, peut se passer de la hauteur; il lui suffira de connaître la base du triangle et de mesurer, à l'aide d'un graphomètre ou d'un théodolite, les deux angles à ses extrémités.

Sans sortir de votre propriété, en traçant une base exactement mesurée, vous pouvez donc déterminer le nombre de kilomètres qui vous séparent d'un clocher placé tout là-bas, à la limite de l'horizon. Et le résultat sera d'autant plus précis que vos mesures de base et d'angles seront plus soigneusement effectuées.

Si votre base a 150 mètres et vos angles 88 et 89 degrés respectivement, le calcul vous dira que votre clocher est à une distance de 2 860 mètres, à quelques centimètres près.

Il est facile de remarquer que l'angle au sommet du triangle sera d'autant mieux évalué que votre base sera plus grande.

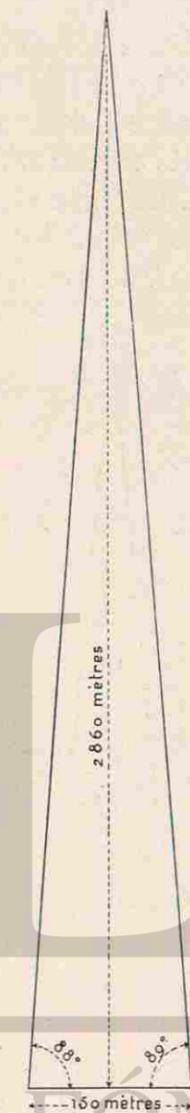
L'astronome n'emploie pas une méthode différente lorsqu'il veut calculer la distance du Soleil, mais cette fois il est limité dans ses opérations. Sa base ne saurait dépasser les dimensions du globe terrestre, et c'est peu en comparaison de la grande distance à évaluer.

Et puis, notez que pour chercher la distance d'un astre, il faut que celui-ci soit visible en même temps pour les deux observateurs placés à l'extrémité de la base.

Pour ces considérations et quelques autres plus compliquées, on s'est décidé à prendre comme base le rayon de la Terre. Le problème augmente ainsi de difficulté, mais par d'ingénieux artifices, les astronomes sont parvenus à les vaincre, à perfectionner ces méthodes et à déterminer la distance exacte de la Terre au Soleil.

Au reste, c'était leur seule ambition pour arriver à évaluer toutes les distances de la Terre aux planètes et par conséquent les dimensions réelles du système solaire.

Lorsque vous avez sous les yeux la carte d'une région inconnue, il vous est impossible d'évaluer la distance de deux villes si vous ignorez à quelle



LORSQU'UN TRIANGLE MESURE 150 MÈTRES DE BASE AVEC DES ANGLES DE 88 ET 89°, NOUS POUVONS EN DÉDUIRE LA DISTANCE DU SOMMET À LA BASE (HAUTEUR), QUI EST DE 2 860 M.

échelle la carte est construite; si, au contraire, on vous assure qu'un centimètre sur la carte représente, je suppose, un kilomètre sur le terrain, le problème devient un jeu. Or, il y a beau temps que les astronomes avaient dressé très correctement le plan du système solaire; restait à en donner l'échelle. Cette dernière leur a été fournie le jour où ils sont arrivés à fixer l'intervalle nous séparant du Soleil. On comprend maintenant de quelle importance était pour nous la mesure de la grande unité de longueur, le rayon du globe terrestre.

Que d'expéditions n'a-t-il pas fallu pour arriver à déterminer sur le globe la valeur de un degré du méridien en différents endroits! Et tout cela ne devenait possible qu'à la condition de posséder des instruments très précis, des appareils demandant une grande pratique. Que de calculs à opérer, longs, fastidieux, et dont l'utilité fût devenue tout à fait contestable s'ils n'avaient été appuyés sur des instruments de mesure qu'une technique savante a mis deux siècles à perfectionner!

Qui pouvait se douter autrefois que la science a besoin pour ses découvertes de cette technique habile, et que notre connaissance exacte de l'Univers serait due surtout aux progrès réalisés dans la Mécanique pratique?

C'est ainsi que tout se tient dans les acquisitions de l'esprit, et qu'une recherche opérée dans un des domaines de la science peut avoir quelque jour, sur d'autres points, les retentissements les plus imprévus.

Voilà comment de proche en proche, après avoir mesuré le rayon de la Terre, l'astronome en a déduit une première unité de longueur, notre mètre, la dix-millionième partie environ du quart d'un méridien terrestre; comment il a acquis, par cette connaissance, une unité plus grande qui lui servira pour des mesures autrement considérables.

Cette dernière unité — distance de la Terre au Soleil, — employée couramment en Astronomie, non seulement nous a fourni la grandeur du système solaire dont nous faisons partie, mais elle nous a permis de concevoir, sinon d'imaginer, l'emplacement que ce système occupe au sein d'un Univers dont les dimensions surpassent tout ce que nos ancêtres auraient pu rêver. Et maintenant, lorsque l'Astronomie moderne nous déclare simplement que la lumière marchant à la vitesse de 300 000 kilomètres à la seconde emploie



MESURE DE LA DISTANCE DE LA TERRE AU SOLEIL

8 heures 18 minutes pour traverser l'empire du Soleil limité à l'orbite de Neptune, la dernière planète connue, comprenez-vous ce que semblable résultat représente de progrès dans l'industrie, dans le perfectionnement des appareils et des méthodes; de découvertes, de calculs, de veilles, de travaux et d'ingéniosité? Comprenez-vous aussi que l'Astronomie, pour se développer, a besoin du concours de toutes les sciences; que, sous peine de voir son travail stérile, l'astronome digne de ce nom doit se tenir au courant des plus récentes acquisitions dans les domaines les plus divers: Mathématiques, Mécanique, Physique, Chimie, Géographie, Géodésie, etc., et que les différentes branches explorées par l'esprit humain sont à peine suffisantes pour lui aider à résoudre une partie du problème qui nous occupe: Où sommes-nous? Où est la Terre? Où se trouve le Système Solaire dans l'ensemble des mondes que la Toute-Puissance du Créateur a semés dans l'immensité pour réaliser notre Univers.

La question de l'emplacement du système solaire dans l'espace ne saurait être abordée si nous ne pouvons déterminer la distance des étoiles.

Fidèles à la méthode que nous avons si longuement exposée, les astronomes ont essayé tout d'abord de chercher à déterminer la longueur d'un triangle qui aurait pour base le rayon terrestre et pour sommet opposé l'étoile la plus voisine. Ils se sont vite aperçus que la tâche était impossible: dans le cas de la distance des étoiles, le procédé ne réussit plus.

La Géométrie et la Trigonométrie seraient-elles différentes dans l'un et l'autre cas? Pas du tout; il ne faut nous en prendre qu'à l'impuissance de nos instruments.

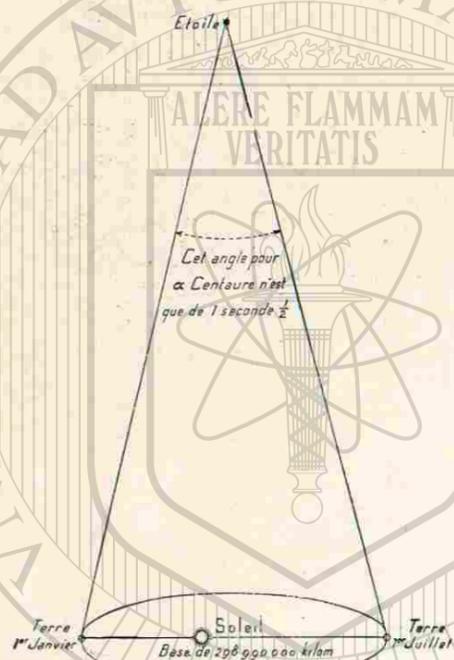
On se rappelle que la valeur exacte de la distance du Soleil à la Terre dépend simplement de l'appréciation, dans notre triangle — dont les côtés partent des extrémités de la base pour aboutir au Soleil, — de l'angle au sommet.

Or, vous savez qu'un angle de un degré est contenu 90 fois dans un angle droit, que le degré se divise en 60 parties dont chacune est un angle de une minute, que la minute elle-même est encore partagée en 60 secondes.



LE RÉV. BRADLEY, ASTRONOME ANGLAIS (1692-1762)

Eh bien! pour un observateur placé sur le Soleil, l'angle qui embrasserait un rayon de la Terre, vu de là-bas, n'aurait même pas la valeur de *un degré*, pas même celle de *une minute*, mais équivaldrait à 9 secondes à peine! Ces chiffres, avouez-le, ne vous disent presque rien, parce que vous n'êtes pas habitués à mesurer des angles. Je vais donc avoir encore recours à une comparaison.



POUR MESURER LA DISTANCE DES ÉTOILES, LES ASTRONOMES CONSTRUISSENT UN IMMENSE TRIANGLE DONT LA BASE EST LE DIAMÈTRE DE L'ORBITE TERRESTRE

Imaginez que nous sommes à la surface du Soleil et que nous contemplons la Terre : son diamètre, vu du Soleil, sera le double de 9 secondes, chiffre donné par le rayon terrestre : notre globe sera si petit qu'il ne nous paraîtra pas plus large qu'un cheveu placé à la distance de 2^m,30 environ de notre œil. Il est déjà inouï que notre science actuelle nous ait fourni le moyen d'évaluer un angle aussi faible. Or, l'étoile la plus proche étant près de 280000 fois plus loin que le Soleil, on peut en déduire que la grosseur de la Terre, aperçue d'un point aussi éloigné, serait égale à l'épaisseur d'un cheveu vu à plus de 5 millions de kilomètres.

Vous pensez bien qu'un tel objet serait invisible à l'œil nu, invisible même dans les plus gros instruments

que nous possédons. Notre Soleil lui-même, pour monstrueux qu'il soit, nous apparaîtrait comme un faible point lumineux; vu de la plus proche étoile, il serait comparable à une étoile de septième grandeur.

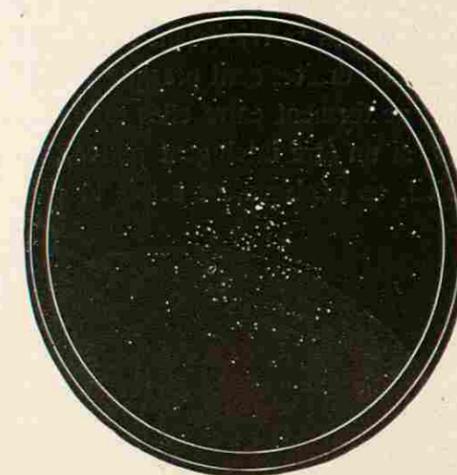
En face de ces constatations décevantes, les astronomes ne furent pas découragés, et nous allons voir comment ils ont su tourner la difficulté.

En somme, cette difficulté ne tient qu'à une seule circonstance : l'étroitesse de la base du triangle pour la grande distance à mesurer, et nous la ferions disparaître s'il nous était permis de transporter nos instruments en dehors de la Terre.

C'est la réflexion qui vint à l'esprit de Bradley au commencement du XVIII^e siècle; en creusant le problème, il découvrit que la Nature s'était elle-même chargée du soin de véhiculer nos observatoires dans l'espace et à peu de frais!

Dans quelles conditions? C'est ce que nous allons voir.

Considérons l'orbite quasi circulaire décrite par la Terre autour du Soleil en une année, et supposons notre globe à la position du 1^{er} janvier; six mois après, le 1^{er} juillet, la Terre aura parcouru la moitié de son tour, donc elle sera juste en face de la position qu'elle occupait six mois auparavant. La valeur de ce déplacement calculée en ligne droite est le double de sa distance au Soleil, c'est-à-dire deux fois 149 495 000 kilomètres, ou 298 990 000 kilomètres. Voilà, ce me semble, une jolie base d'opérations et commode au surplus, puisqu'elle est toute mesurée.



UN AMAS D'ÉTOILES À FAIBLE DENSITÉ STELLAIRE (MESSIER 11)

Cette longueur va désormais nous servir pour installer des triangles dont les sommets respectifs seront les étoiles; et il est de toute évidence que nos mesures seront d'autant plus précises que nous aurons déterminé cette base avec plus d'exactitude.

Vous saisissez maintenant les raisons qu'avaient les astronomes de connaître la vraie valeur de la distance du Soleil; cette évaluation a de tout temps été considérée à bon droit comme « le problème capital de toute l'astronomie moderne ».

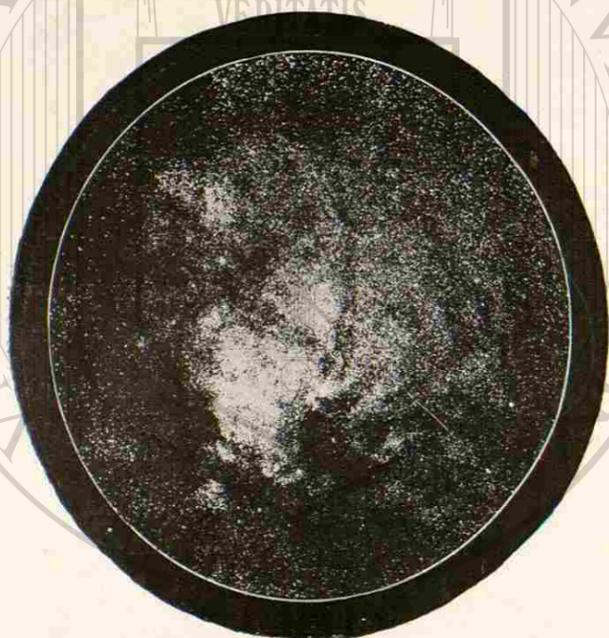


LE MÊME AMAS (MESSIER 13) PHOTOGRAPHIÉ AVEC UN INSTRUMENT PLUS PUISSANT

En possession de cette unité astronomique, nous sommes prêts à calculer l'angle au sommet des triangles qui aboutissent aux étoiles.

Est-ce à dire que le problème soit facile? Loin de là, et nos instruments sont à peine suffisants pour déterminer des angles aussi faibles.

Si, des deux extrémités du diamètre de l'orbite terrestre, nous traçons deux droites se rejoignant sur Alpha du Centaure, l'étoile la plus proche, nos deux droites sont presque parallèles, tellement le triangle est allongé : elles ne forment entre elles qu'un angle inférieur à deux secondes. De là-bas, si un être intelligent pouvait apercevoir la Terre évoluant autour du Soleil, ce déplacement serait tout à fait insignifiant. Imaginez que vous



UN AMAS D'ÉTOILES (MESSIER 11) DANS LA VOIE LACTÉE

puissiez voir un microbe, placé à 100 mètres de votre œil, tourner en rond dans un cercle de un millimètre de diamètre, tel vous apparaîtrait le déplacement de la Terre, si vous étiez transporté sur l'étoile la plus voisine.

Ce déplacement pour Alpha du Centaure équivaut exactement à 1 seconde $1/2$; un simple calcul de trigonométrie nous indique que cette étoile est 280 000 fois plus éloignée de nous que notre Soleil. Entre cette étoile lointaine et la

Terre, il y aurait place pour 4 667 systèmes solaires limités à l'orbite de Neptune. Dans le triangle qui nous a servi, la base est 140 000 fois plus petite que la hauteur. Un boulet de canon lancé à la vitesse de 1 000 mètres à la seconde mettrait 1 303 272 ans 164 jours pour arriver jusqu'à Alpha du Centaure. Une telle supposition est tout imaginaire; animé d'une pareille lenteur, notre boulet reviendrait infailliblement vers nous. Pour quitter définitivement notre globe, un obus devrait avoir une vitesse initiale supérieure à 11 kilomètres à la seconde. Supposons qu'il la conserve durant tout le trajet; eh bien! même avec cette rapidité effrayante, il ne toucherait le but qu'après 108 605 années de voyage?

La lumière elle-même, qui marche à la vitesse de 300 000 kilomètres à la seconde — 75 000 lieues, — ne nous arrive de si loin qu'après un immense parcours de 4 années et 4 mois.

Tous ces nombres sont effrayants. En face de ces insondables abîmes, nous nous demandons si nous ne sommes pas le jouet d'un rêve.

Microbe pensant, isolé sur un grain de poussière, qui danse et tournoie dans les rayons du Soleil, l'homme cependant est parvenu, grâce à la pensée, ce souffle divin qui l'anime, à supputer les distances en apparence incalculables; puis, arrivé à la solution de cette énigme, devant les chiffres que lui donnent ses calculs, il hésite. — Est-ce possible? Alors que sommes-nous au point de vue matériel, en face de ces grandeurs?

Devant cette troublante constatation qui nous fait toucher du doigt la petitesse du monde où nous sommes descendus, il faut qu'un homme ait perdu la raison s'il ne comprend pas la divine majesté de Celui qui est et par qui tout a été créé.

Et, en fait, depuis bien des années que je fréquente le monde des sciences, je n'ai pas connu d'athées parmi les grands astronomes. La contemplation du ciel où ils vivent chaque soir par la pensée leur a enseigné le sens des paroles du prophète : *Benedicite, stellæ cæli, Domino*. Étoiles du ciel, bénissez le Seigneur.

On croyait encore il y a un demi-siècle les étoiles brillantes plus rapprochées que les astres de sixième ou septième grandeur. Les mesures récentes n'ont pas complètement ratifié ces vues.

Nous connaissons d'une façon approximative la distance de quelques étoiles (les plus proches) : toutes les grandeurs y sont réunies.

Ainsi l'étoile la plus voisine du système solaire, après Alpha du Centaure, est, nous l'avons déjà dit, celle qui porte le n° 21 185 dans le catalogue de



UN AMAS D'ÉTOILES DANS LA CONSTELLATION DU CENTAURE

Lalande; c'est une toute petite étoile entre la septième et la huitième grandeur; elle est située à plus de 64 trillions de kilomètres alors que Alpha du Centaure n'est qu'à 41 trillions; la lumière partie d'un soleil aussi éloigné met près de sept années pour arriver jusqu'à nous.

Par contre, Sirius, l'étoile la plus brillante du ciel, est moins rapprochée que ne le ferait supposer son incomparable éclat: neuf années de lumière environ nous en séparent.

Voici un tableau indiquant les distances de quelques étoiles les plus proches:

| NOM DE L'ÉTOILE | Grandeur ou éclat. | Distance de l'étoile en milliards de kilomètres. | Durée du trajet de la lumière en années. |
|-------------------------------------|--------------------|--|--|
| α Centaure..... | 1 | 41 100 | 4,35 |
| 21 185 Lalande..... | 7 | 64 200 | 6,79 |
| 61 Cygne..... | 4 | 83 300 | 8,81 |
| Sirius (α Grand Chien)..... | 1 | 83 300 | 8,81 |
| Procyon..... | 1 | 102 800 | 10,86 |
| Altaïr..... | 1 | 134 100 | 14,17 |
| 17 419 Argelander..... | 9 | 154 200 | 16,29 |
| 11 677 Argelander..... | 9 | 181 400 | 19,17 |
| Aldébaran..... | 1 | 205 600 | 21,73 |
| 18 115 Lalande..... | 7 | 205 600 | 21,73 |
| Capella..... | 1 | 257 000 | 27,16 |
| Véga (α Lyre)..... | 1 | 257 000 | 27,16 |
| α Poisson Austral..... | 1 | 308 400 | 32,59 |
| 1830 Groombridge..... | 6 | 308 400 | 32,59 |
| Étoile polaire..... | 2 | 440 500 | 46,55 |

A la seule inspection de ce tableau, il est facile de voir que la grandeur n'est pas associée à l'éloignement.

Toutes ces étoiles, même la Polaire, qui gravite à 440 trillions de kilomètres et nous envoie sa lumière en plus de 46 années, sont des astres assez rapprochés. Ils font pour ainsi dire partie d'un amas stellaire semblable à ceux que nous avons déjà étudiés dans *D'où venons-nous?*

Cet amas, sur la constitution duquel nous n'avons que des données fort imprécises, comprendrait près de 600 étoiles distribuées indifféremment autour de notre Soleil.

Peut-être offrirait-il à un spectateur très éloigné l'aspect d'une nébuleuse résoluble allongée du côté des pôles célestes. Notre Soleil, plongé au sein de cet amas, n'en occuperait pas le centre, mais il serait situé plutôt vers l'un des bords.

La vitesse dont sont animées ces 600 étoiles, y compris notre système solaire, change à chaque instant la forme de l'amas. Les étoiles composantes voyagent donc pour leur propre compte. Leurs directions sont assez bien connues, nous les étudierons dans la quatrième partie de cet ouvrage: *Où allons-nous?*

Qu'il nous suffise, en attendant, de savoir que rien jusqu'à présent ne distingue notre Soleil de ses compagnons célestes.

Petite étoile perdue dans cette masse énorme que la lumière met probablement beaucoup plus d'un siècle à traverser, l'astre qui nous éclaire (nous représente seul au milieu de cette famille composant ce que nous pouvons appeler *notre amas stellaire*. Mais cet amas lui-même, quelle place occupe-t-il dans le monde des étoiles. C'est ce qui nous reste à découvrir.

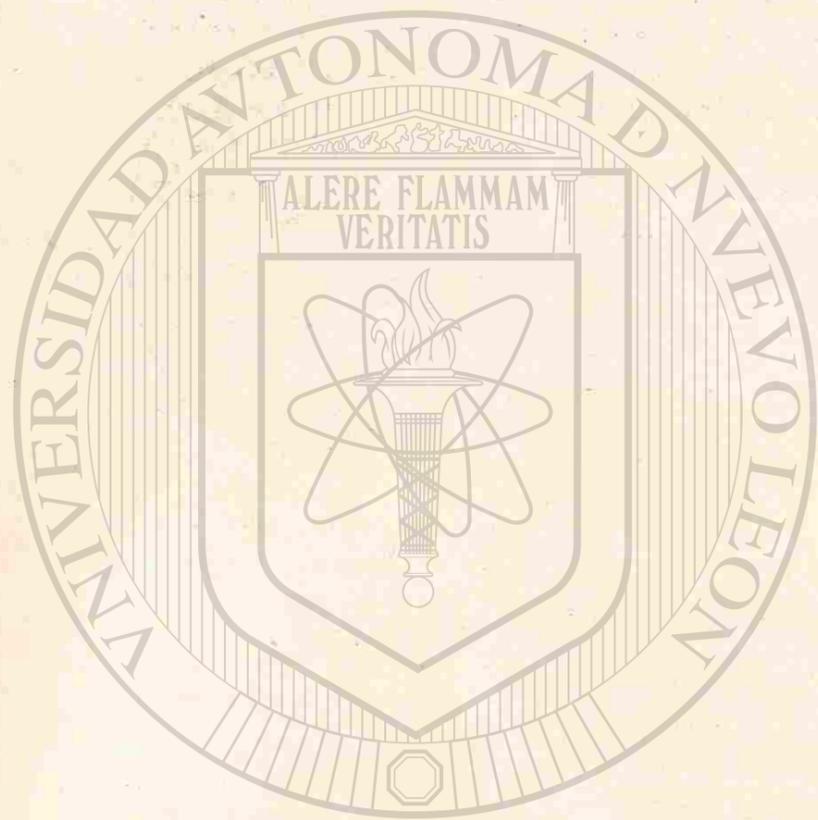
Aussi ardu que paraisse ce difficile problème, les astronomes n'ont pas craint, en effet, de l'aborder indirectement. Nous allons les suivre et assister avec eux à l'assaut des cimes les plus escarpées que la raison humaine ait tenté de gravir.

Le monde que nos ancêtres ont découvert n'est plus assez grand. A mesure que l'homme recule l'horizon de l'univers et qu'il en sonde les profondeurs, il a l'impression d'étouffer dans une cage trop étroite.

Son extrême petitesse l'écrase, mais sa pensée, malgré lui, brise les parois de sa prison. Par delà les dernières étoiles dont ses instruments ont supputé les distances, il aperçoit d'autres astres, puis d'autres encore. Contemplant alors ceux qu'il va quitter, il se demande où il est: « Me voici parvenu loin de ma patrie terrestre. Ce soleil qui brille là-bas aux confins de la Voie lactée, *c'est le mien*, et le rayon qu'il m'envoie me raconte l'histoire du passé. Parti depuis plusieurs siècles, il m'engage à le suivre au milieu de nouvelles merveilles. Quelles contrées vais-je aborder? Quels espaces ai-je parcourus et quelle route immense s'ouvre encore devant moi? La création ne me paraît plus assez grande pour l'Architecte qui l'a conçue! »



UN AMAS STELLAIRE A FORTE DENSITÉ
(MESSIER 13)



CHAPITRE VI

LES RÉVÉLATIONS DE LA LUMIÈRE

Lorsqu'on examine pour la première fois une étoile rapprochée par un puissant instrument, on est tout surpris de la vision télescopique s'offrant aux regards.

Alors que l'image d'une planète accuse un disque plus ou moins aplati, augmentant de diamètre avec les différents grossissements, l'étoile nous apparaît comme un simple point lumineux : seul l'éclat varie avec la grandeur de l'astre considéré.

Même Sirius, la plus belle étoile du ciel rapprochée par nos télescopes, resterait encore à 42 milliards de kilomètres, en supposant que nous puissions faire usage de grossissement de 2 000 fois.

Sirius est certainement plus gros que notre Soleil de 3 à 4 fois, d'après les mesures photométriques. Eh bien, dans nos meilleures lunettes, Sirius ressemble à la flamme d'une bougie ordinaire vue à plusieurs kilomètres. Comment, dans ces conditions désavantageuses, aborder le problème de la constitution des astres? Et, de fait, avant le XIX^e siècle, on n'entrevoit même pas la possibilité de créer jamais ce que nous pourrions appeler la *Chimie des étoiles*.

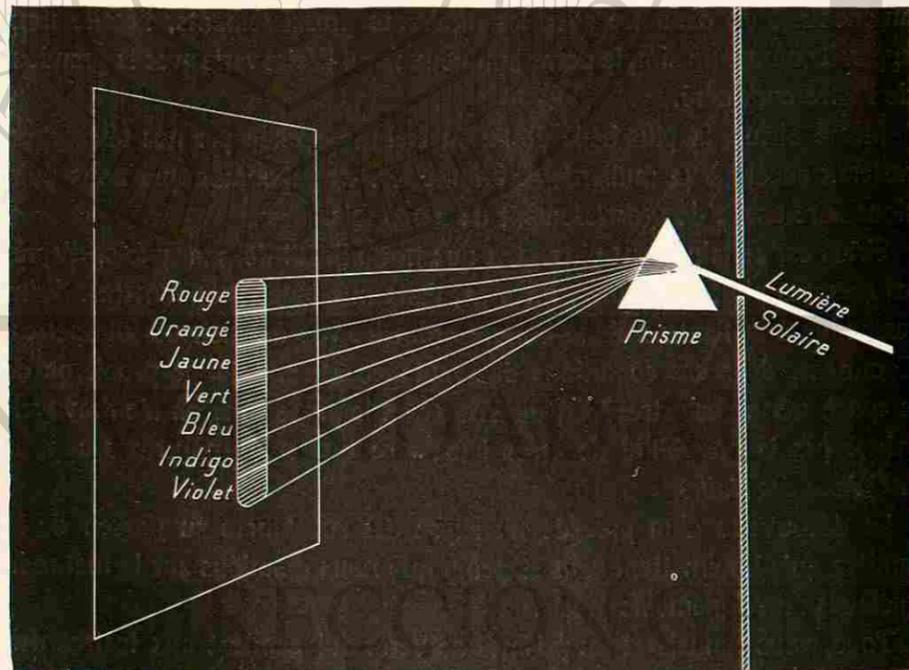
La découverte d'un procédé d'analyse des substances au moyen de la lumière qu'elles émettent vaut la peine que nous donnions sur la méthode quelques renseignements précis.

Tous, vous connaissez les prismes de verre qui pendent aux lustres des salons. Procurons-nous un de ces prismes triangulaires; c'est un objet peu coûteux et qui va nous permettre au surplus de réaliser les plus belles expériences.

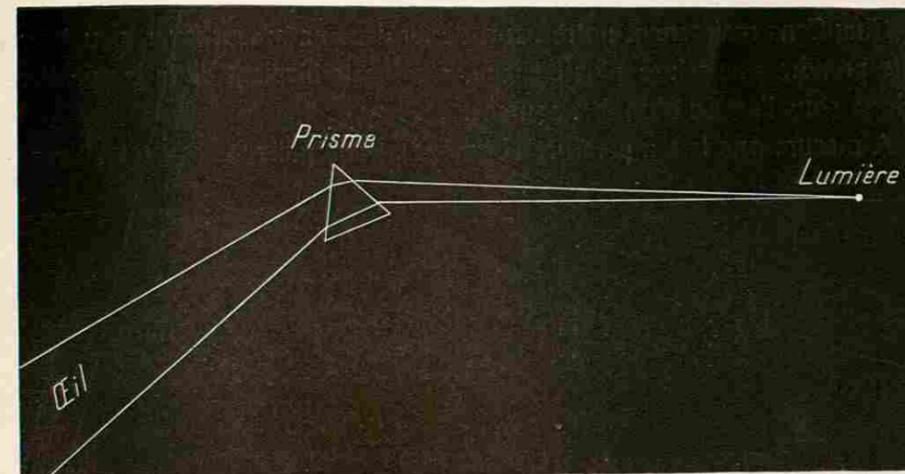
Dans une chambre bien close, où la lumière du soleil ne pénètre que par une seule ouverture pratiquée dans un volet, recevons un rayon lumineux sur notre prisme; nous constaterons tout d'abord qu'après le passage, ce rayon est dévié de sa route droite. De plus, en se *réfractant* ainsi, comme disent les physiciens, le mince faisceau de lumière s'étale en éventail; il se *disperse* et, chose plus curieuse, le rayon, à sa sortie du prisme, n'est plus blanc, mais coloré.

La lumière a été décomposée en toutes les teintes de l'arc-en-ciel. Ces couleurs, nous pouvons les recevoir sur un carton blanc; elles occuperont toujours le même ordre: rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet. Supprimez le carton et mettez votre œil près du prisme, vous verrez très nettement l'ouverture du volet présenter cet ensemble de couleurs.

En possession de notre prisme, nous pouvons examiner d'autres sources lumineuses; toutes donneront un étalement de couleurs, un *spectre* — c'est le terme employé en Physique. Construisons donc un appareil pour étudier les spectres, un *spectroscope*.



UN RAYON SOLAIRE TRAVERSANT UN PRISME SE DÉCOMPOSE EN UN FAISCEAU LUMINEUX PRÉSENTANT LES COULEURS DE L'ARC-EN-CIEL



POSITION DE L'ŒIL POUR APERCEVOIR A TRAVERS UN PRISME LA DÉCOMPOSITION DES COULEURS

A l'extrémité d'une règle d'écolier, nous allons coller notre prisme au moyen de cire à cacheter de façon que ses arrêts soient fixés perpendiculairement à la longueur de la règle (1). Dirigeons maintenant l'autre extrémité vers la flamme d'une bougie; un spectre apparaît encore, chaque point lumineux donne une série de couleurs empiétant les unes sur les autres et le spectre manque de netteté. Pour remédier à cet inconvénient, complétons notre appareil en piquant à l'extrémité libre de la règle une belle aiguille toute neuve: le spectroscope est terminé.

Toutes les fois que nous voudrions examiner une source lumineuse à l'aide de cet instrument, il nous suffira d'en recevoir les rayons sur l'aiguille et c'est son reflet qui fournira l'image à étudier.

Plaçons la bougie non loin de l'aiguille et un peu en avant sur le côté de la règle; cette fois nous aurons un spectre très pur où nous distinguerons facilement les couleurs.

Une allumette qui brûle, un morceau de papier, un bec de gaz fourniront des images analogues où nous apercevrons toutes les couleurs étagées du rouge au violet.

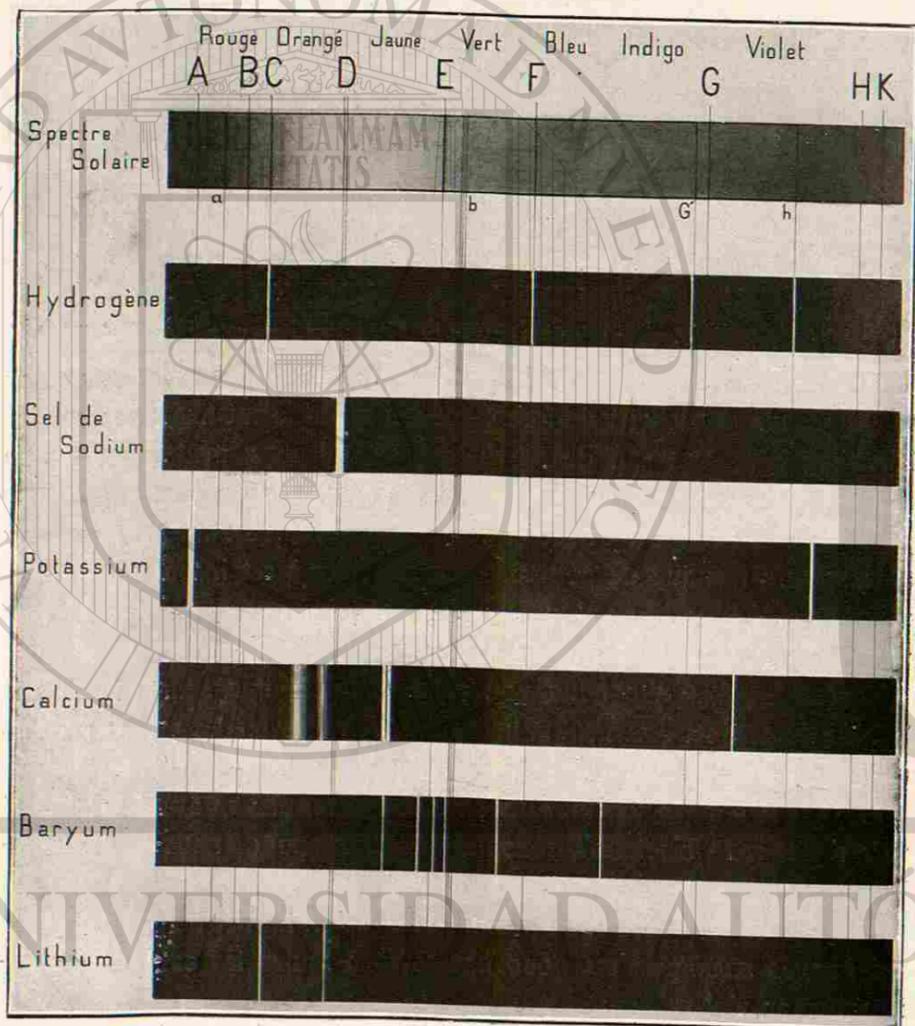
Continuons nos expériences.

Plaçons un tisonnier dans le feu; son extrémité devient rouge. Au spectroscope, une seule couleur du spectre est visible: la partie rouge. Une lampe électrique illuminée par un faible courant produirait le même résultat.

(1) Le lecteur trouvera le détail de ces expériences dans l'ouvrage de Sir NORMAN LOCKYER: *l'Evolution inorganique*.

Chauffons maintenant notre barre de fer dans un ardent foyer, peu à peu elle prendra une teinte plus blanche, comme le filament de la lampe électrique sous l'action d'un fort courant.

A mesure que la température augmente, nous pouvons constater l'apparition successive de toutes les autres couleurs; le violet ne vient qu'en



RAIES SPECTRALES DE QUELQUES SUBSTANCES COMPARÉES AUX RAIES DANS LE SPECTRE SOLAIRE

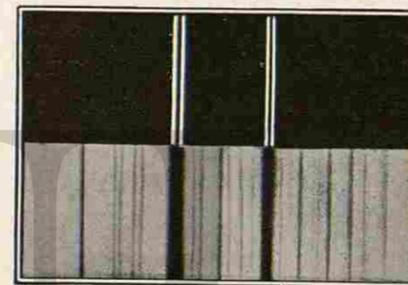
rition successive de toutes les autres couleurs; le violet ne vient qu'en dernier lieu.

Nous pourrions répéter cette expérience sur une flamme de bec de gaz, sur une lampe à incandescence, et finalement sur une lampe à arc, nous

arriverions vite, sans nous servir de thermomètre, à cette conclusion que le bec de gaz ordinaire émettant un spectre rouge est moins chaud que la lampe à incandescence, dont la température elle-même est inférieure à celle de l'arc; celle-ci nous donne, en effet, un spectre tirant sur le violet et s'étendant même au delà. Vous comprenez déjà à quelles applications ce principe devait conduire les physiciens.

Deux lumières brillent là-bas vers la ville voisine; il s'agit de décider laquelle est la plus chaude. Vite notre spectroscopie.

Si le spectre n'est pas facilement visible, nous ne serons pas embarrassés pour si peu; nous l'adapterons à une lunette, et au lieu de recevoir les couleurs directement sur notre rétine, trop faible peut-être pour percevoir une sensation, nous installerons à sa place une chambre photographique, que les couleurs aient été bien repérées sur la plaque pendant le jour, à l'aide de la lumière solaire, et il nous sera facile, après le développement, de voir si la partie impressionnée correspond à telle ou telle région du spectre.



DANS LES SPECTROSCOPES PUISSANTS, LA RAIE D DU SODIUM EST DÉDOUBLÉE EN D^1 ET D^2 (SPECTRE DU BAS DE LA FIGURE) Dans le haut, ces raies observées au milieu de l'arc électrique sont encore doubles à leur tour.

Ne restons pas en si bon chemin; les astres du ciel sont bien éloignés, mais puisqu'ils nous envoient leur lumière, pourquoi ne pas leur appliquer la même méthode? C'est précisément ce que font tous les jours les astronomes. Grâce à cet ingénieux procédé, les étoiles peuvent être classées par ordre de température. Le premier cheval du Chariot, l'Épi de la Vierge, Rigel ou Bêta d'Orion, Gamma, de la même constellation, sont parmi les étoiles chaudes.

Mais si les étoiles, qui sont des soleils, proviennent, ainsi que nous l'avons montré dans *D'où venons-nous?*, de la contraction des nébuleuses, on comprend que cette contraction produise à la longue des chaleurs de plus en plus intenses; puis l'étoile se refroidira, et dans sa phase de déclin elle repassera par les mêmes stades de température. De plus, chaque étoile peut être entourée d'une couche gazeuse plus ou moins absorbante, comme c'est le cas pour notre Soleil. La température indiquée par le spectroscopie n'est donc pas suffisante pour nous dire à quelle phase de sa vie astrale une étoile est parvenue.

Les astronomes ont alors recours à d'autres considérations que nous allons étudier sommairement.

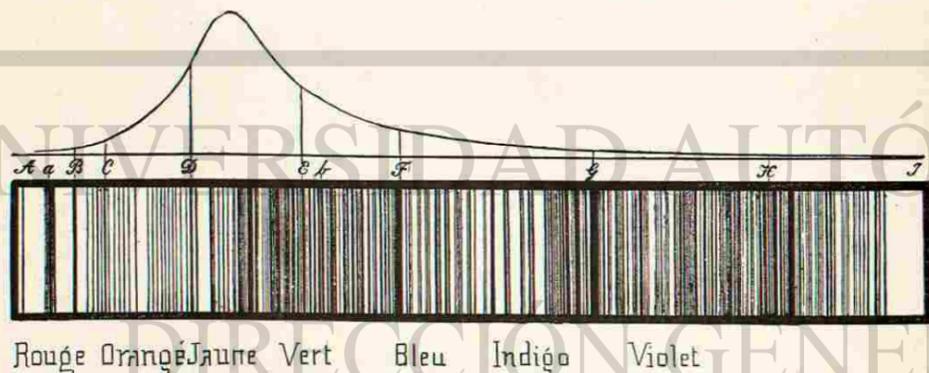
Les expériences précédentes ne nous ont, en somme, fourni qu'une sorte de thermomètre. L'examen de différents spectres va nous guider dans des voies autrement fécondes. Jusqu'ici, nous n'avions observé que des spectres continus plus ou moins larges, sans doute, mais s'offrant à nous sous l'aspect d'un ruban ininterrompu : ce sont les spectres des objets solides ou liquides incandescents.

Même dans notre bec de gaz, le spectre était produit par de petites particules solides lumineuses.

Procurons-nous une lampe à alcool ordinaire ; la flamme n'est plus éclairante ; elle ne donne aucun spectre visible dans notre instrument, mais comme elle est très chaude, elle va nous servir à volatiliser des substances, en d'autres termes à rendre gazeux des corps solides ou liquides.

Projetons donc au milieu de la flamme quelques fragments de sel de cuisine que les chimistes désignent sous le nom de chlorure de sodium. Immédiatement un spectre apparaît, non plus sous forme de bande, mais sous l'apparence d'une ligne extrêmement étroite. L'aiguille de notre instrument ne donne plus une image étalée. Toutes les couleurs ont disparu, excepté un mince filet lumineux situé dans le jaune. C'est ce que l'on appelle la raie du sodium. Avec un spectroscopie plus perfectionné, cette raie se dédoublerait en deux autres très rapprochées.

Maintenant si, au lieu de projeter un sel de sodium, nous avons introduit dans notre flamme un sel d'une autre substance, nous observerions

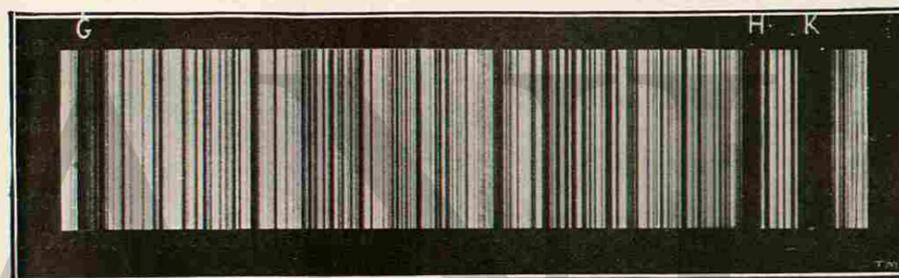


REPRODUCTION DU DESSIN ORIGINAL DE FRAUNHOFER MONTRANT LES PRINCIPALES RAIES QU'IL AVAIT DÉCOUVERTES DANS LE SPECTRE

En haut, la courbe de l'intensité lumineuse.

d'autres raies situées dans des régions différentes. Ainsi, le potassium, base de la potasse que vous connaissez bien, nous eût fourni deux raies principales, l'une dans le rouge, l'autre dans le violet. Le baryum qui, sous la forme de sel de baryte, rentre dans la composition des poudres pour feux d'artifices, nous eût donné une demi-douzaine de raies distribuées dans le jaune et le vert. Les sels de lithine, trop connus des arthritiques, fourniraient une faible raie jaune accompagnée d'une jolie raie rouge, etc. L'hydrogène lui-même donne quatre raies principales caractéristiques correspondant à des intervalles sombres dans le spectre solaire.

Vous pensez bien que physiciens et chimistes n'ont pas attendu longtemps pour fixer la position de ces raies qui ne varient pas pour un même corps et qui, par conséquent, suffisent à caractériser une substance. Le jour où cette découverte fut au point, les savants se trouvaient ainsi



LES RAIES DU SPECTRE SOLAIRE DANS LE VIOLET : RÉGION DES LETTRES G, H ET K

en possession d'une méthode d'analyse tout à fait nouvelle et qui devait leur rendre les plus précieux services.

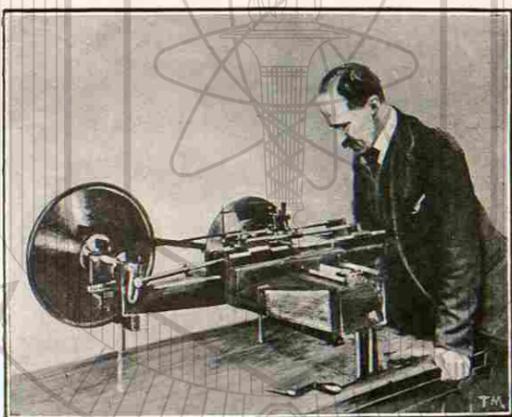
Outre que le moyen est expéditif et peu coûteux, aucun autre procédé ne peut rivaliser avec cette *analyse spectrale*, au point de vue de la sensibilité. En voici des exemples tout à fait typiques : dans une salle de soixante mètres cubes, pulvérisons une masse d'eau contenant deux milligrammes de sel de cuisine et allumons un bec de gaz, aussitôt la flamme examinée au spectroscopie montrera la présence de la raie du sodium.

Dans un coin de la même salle, on a fait détonner une pastille contenant 3 milligrammes de chlorate de sodium pendant qu'à l'aide du spectroscopie on observait la flamme d'une lampe placée à l'autre extrémité de la pièce. Au bout de quelques minutes, la raie du sodium se montra très nette. Le calcul indique que l'air entretenant la combustion de la lampe n'apportait cependant au sein de la flamme que *un trois-milliardième* de gramme

de chlorate, pendant chaque seconde; et c'était suffisant pour faire apparaître la raie jaune caractéristique. Cette sensibilité est telle qu'elle ennuie parfois les observateurs incapables de faire disparaître cette fameuse raie jaune.

On retrouve du sodium partout; près des côtes où il est entraîné par les vents; toutes les fois qu'on remue des objets, qu'on bat des étoffes, qu'on ferme un livre et qu'on soulève des poussières.

Ce soir, avant d'écrire ces lignes, j'ai refait quelques expériences en commençant par des sels de sodium projetés dans la flamme d'un bec Bunsen, et en continuant par bon nombre d'autres substances; j'ai eu beau nettoyer les appareils, me laver les mains; toute la nuit, la raie



LE PROFESSEUR ROWLAND GRAVANT LUI-MÊME SES RÉSEAUX
QUI REMPLACENT LE PRISME DANS LES SPECTROSCOPES

du sodium s'est montrée dans l'instrument; elle ne disparaîtra que dans quelques jours.

Avec des spectroscopes composés de plusieurs prismes, ces raies que j'ai présentées comme simples apparaissent triples, quadruples, etc. Elles sont d'une telle finesse qu'il est facile de les repérer.

Nous avons vu dans *D'où venons-nous?* que le spectre visible du rouge au violet s'étend depuis 450 jusqu'à 750 trillions de vibrations par seconde, mais

le spectre que nous connaissons empiète sur le rouge et sur le violet. C'est dans l'extrême infrarouge que les vibrations sont les plus larges: il en faudrait toutefois 1 250 mises bout à bout pour couvrir un espace de un millimètre, tandis que dans le violet elles ont moins d'amplitude: il en faudrait 2 500 pour couvrir la même longueur. A la limite de l'ultra-violet, il y en a 10 000 par millimètre!

Ces chiffres n'ont rien de fantaisiste; les spectroscopistes mesurent chaque jour ces petites longueurs d'ondes pour fixer exactement l'emplacement des raies dans le spectre. Ainsi, la lumière jaune présente une raie dont la longueur d'onde est de 5 895 dix-millionièmes de millimètre.

De même que la *distance du Soleil à la Terre* est l'unité de longueur

employée par les astronomes, le *mètre*, celle dont se servent les arpenteurs, le *dix-millionième de millimètre* est l'unité admise en spectroscopie.

On ne peut demander plus de précision à une méthode qui s'appuie sur l'emplacement des différentes raies pour fixer la nature d'une substance.

Mais les révélations du spectroscopie sont allées plus loin.

Jusqu'à ce moment, nous avons étudié les spectres continus fournis par des solides ou liquides incandescents et les spectres discontinus à raies brillantes que donnent des gaz lumineux. L'interposition d'une masse gazeuse obscure entre une vive lumière et notre spectroscopie va nous fournir un autre genre de phénomènes, connu sous le nom de *renversement des raies*.

Les protubérances solaires nous disent nettement que nous avons affaire à des masses d'hydrogène illuminées. Certaines raies apparaissent dans l'instrument aux mêmes endroits, le reste du spectre est sombre et sans couleur. Qu'arriverait-il si nous examinions ces masses hydrogénées passant devant un corps fortement éclairé, un bain de fonte en fusion, je suppose?

Toutes les raies brillantes seraient remplacées par des raies noires occupant la même position, et leurs intervalles seraient colorés.

Or, c'est précisément ce que nous voyons à la surface du soleil.

Celui-ci étant entouré d'une atmosphère assez épaisse, les gaz se laissent traverser par la lumière de l'astre, mais ils en interceptent une partie au passage, si bien que tous produisent des raies noires répondant à leurs natures différentes.

Ces raies obscures dans le spectre solaire furent découvertes par Wollaston en 1802, mais ce ne fut qu'en 1814 seulement qu'un opticien bavaois, Fraunhofer, en découvrit l'interprétation.

Son travail ne se borna pas à cette découverte: ce fut ce même physicien qui classa les raies et les distribua dans le spectre suivant leur position. Nous avons de lui un dessin qui contient jusqu'à 576 raies spectrales!

A mesure que l'optique se perfectionnait, on s'aperçut que Fraunhofer n'avait pas tout noté. Angstrom gradua le spectre et détermina la situation de près de 1 000 raies! Thollon porta ce nombre à plus de 3 000 dans la partie inférieure, c'est-à-dire vers l'extrémité rouge. Plus tard, le chanoine Spée continua son travail, mais tous furent distancés par Rowland, l'inventeur du spectroscopie à réseau, qui parvint à noter la position exacte de 20 000 raies! On aura une idée approximative d'un

tel travail lorsque nous aurons ajouté que ces 20 000 raies exigent pour leur identification un dessin qui n'a pas moins de 13 mètres de longueur!

Evidemment, notre spectroscope simplifié ne peut nous faire même entrevoir la complexité de cette science nouvelle dont les applications fécondes ont déjà transformé notre connaissance de l'univers. Néanmoins, il nous a servi à comprendre le principe sur lequel repose la spectroscopie. Grâce à lui, nous entrevoyons dès maintenant la possibilité de pénétrer plus avant dans la connaissance des mondes éloignés et nous sommes à même d'apprécier ces belles théories qui ont permis à l'astronome d'analyser les substances multiples brûlant dans les étoiles et celles moins nombreuses qui s'agglomèrent lentement au sein des pâles nébulosités où se forment les mondes.



L'AUTEUR EXAMINANT LES PROTUBÉRANCES SOLAIRES
AU SPECTROSCOPE



CHAPITRE VII

L'ÂGE DES ÉTOILES

La tendance actuelle de tous les systèmes cosmogoniques est de considérer les nébuleuses déjà étudiées dans *D'où venons-nous?* comme le premier stade de la condensation de la matière. De ces agglomérations, informes au début, naîtront des soleils souvent accompagnés de corps plus petits.

Mais lorsque l'étoile sera formée, lorsque, sphère gazeuse incandescente, elle aura rayonné une partie de sa chaleur dans l'espace environnant, qu'advient-il de sa constitution?

Chaque étoile a eu un commencement; elle atteindra son entier développement dans le cours du temps; elle aura une fin. Cette étoile a donc un âge: seul *Celui qui est éternellement* n'a pas d'âge, car il échappe au cycle des phénomènes justiciables du temps.

Pouvons-nous alors déterminer l'âge des étoiles? Il ne s'agit pas ici de l'âge absolu, ce calcul échapperait à nos moyens d'action; la question, pour être plus simple en apparence, nous offrira encore bien des difficultés. On peut la poser ainsi: Quelles sont les phases d'évolution des étoiles? A quelles apparences certaines reconnaitrons-nous que tel soleil en est à sa première jeunesse alors que tel autre, déjà mûr, se hâte vers la mort?

Supposons qu'une personne parcourant une demeure abandonnée rencontre une horloge en mouvement. Si le visiteur n'a jamais vu semblable appareil, s'il n'est pas familiarisé avec les principes de la mécanique, il peut s'imaginer que cette machine contient en elle-même de quoi la faire marcher indéfiniment, jusqu'à usure complète des rouages. Mais si la personne en question a déjà vu « des mécaniques », elle saura très bien que le mouvement continu d'un balancier ne se fait pas sans une dépense de force.

tel travail lorsque nous aurons ajouté que ces 20 000 raies exigent pour leur identification un dessin qui n'a pas moins de 13 mètres de longueur!

Evidemment, notre spectroscope simplifié ne peut nous faire même entrevoir la complexité de cette science nouvelle dont les applications fécondes ont déjà transformé notre connaissance de l'univers. Néanmoins, il nous a servi à comprendre le principe sur lequel repose la spectroscopie. Grâce à lui, nous entrevoyons dès maintenant la possibilité de pénétrer plus avant dans la connaissance des mondes éloignés et nous sommes à même d'apprécier ces belles théories qui ont permis à l'astronome d'analyser les substances multiples brûlant dans les étoiles et celles moins nombreuses qui s'agglomèrent lentement au sein des pâles nébulosités où se forment les mondes.



L'AUTEUR EXAMINANT LES PROTUBÉRANCES SOLAIRES
AU SPECTROSCOPE



CHAPITRE VII

L'ÂGE DES ÉTOILES

La tendance actuelle de tous les systèmes cosmogoniques est de considérer les nébuleuses déjà étudiées dans *D'où venons-nous?* comme le premier stade de la condensation de la matière. De ces agglomérations, informes au début, naîtront des soleils souvent accompagnés de corps plus petits.

Mais lorsque l'étoile sera formée, lorsque, sphère gazeuse incandescente, elle aura rayonné une partie de sa chaleur dans l'espace environnant, qu'advient-il de sa constitution?

Chaque étoile a eu un commencement; elle atteindra son entier développement dans le cours du temps; elle aura une fin. Cette étoile a donc un âge: seul *Celui qui est éternellement* n'a pas d'âge, car il échappe au cycle des phénomènes justiciables du temps.

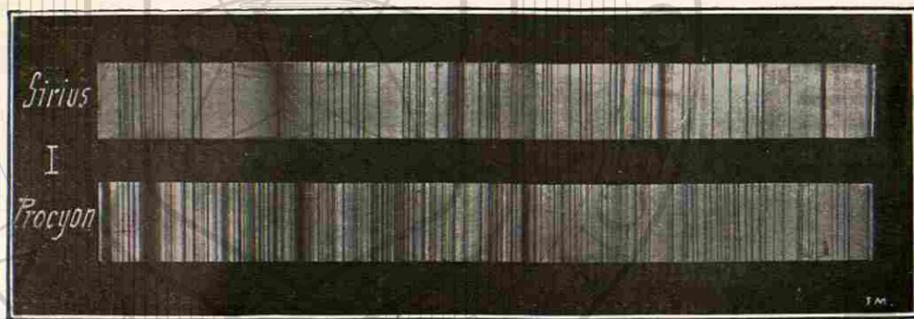
Pouvons-nous alors déterminer l'âge des étoiles? Il ne s'agit pas ici de l'âge absolu, ce calcul échapperait à nos moyens d'action; la question, pour être plus simple en apparence, nous offrira encore bien des difficultés. On peut la poser ainsi: Quelles sont les phases d'évolution des étoiles? A quelles apparences certaines reconnaitrons-nous que tel soleil en est à sa première jeunesse alors que tel autre, déjà mûr, se hâte vers la mort?

Supposons qu'une personne parcourant une demeure abandonnée rencontre une horloge en mouvement. Si le visiteur n'a jamais vu semblable appareil, s'il n'est pas familiarisé avec les principes de la mécanique, il peut s'imaginer que cette machine contient en elle-même de quoi la faire marcher indéfiniment, jusqu'à usure complète des rouages. Mais si la personne en question a déjà vu « des mécaniques », elle saura très bien que le mouvement continu d'un balancier ne se fait pas sans une dépense de force.

L'horloge puise donc l'énergie quelque part, et même si les flèches étaient absentes, il serait facile, en examinant les autres pièces, de se convaincre que leur mouvement et l'entretien de ce mouvement sont dus à un poids qui tombe constamment.

Supposons maintenant que notre visiteur n'ait pas le temps de constater cette chute du poids moteur; il n'en sera pas moins convaincu de son existence, et il conclura à coup sûr qu'à un moment donné, si une force étrangère à la pendule ne vient pas remonter le poids, l'horloge cessera de marcher.

Depuis combien de temps marche-t-elle? Ici notre problème se complique. Mais si notre observateur a des loisirs, il parviendra à la solution en étudiant la marche du mécanisme.



DANS LES ÉTOILES TRÈS CHAUDES ET DU PREMIER TYPE
LES RAIES SPECTRALES DE L'HYDROGÈNE APPARAISSENT LARGES ET ACCENTUÉES

D'abord il découvrira que le poids ne saurait dépasser en hauteur une certaine limite. La corde qui le soutient a une longueur mesurable: quand le poids aura déroulé *toute* cette corde, il ne pourra tomber plus bas et l'horloge s'arrêtera.

Mais, inversement, une personne qui surviendrait à ce moment-là et qui remonterait la masse mobile serait bientôt arrêtée après avoir enroulé *toute* la corde autour du treuil communiquant le mouvement aux rouages.

Donc, on peut affirmer qu'une horloge en mouvement, quel que soit le moment choisi, marche depuis un temps déterminé: le commencement de cette marche peut aussi être fixé en considérant de combien le poids est descendu dans l'intervalle d'une minute, par exemple.

Enfin, si une personne était placée devant des horloges identiques, elle pourrait, par le seul examen de la position des poids, dire à coup sûr celle

qui marche depuis plus longtemps et celles qui s'arrêteront les premières.

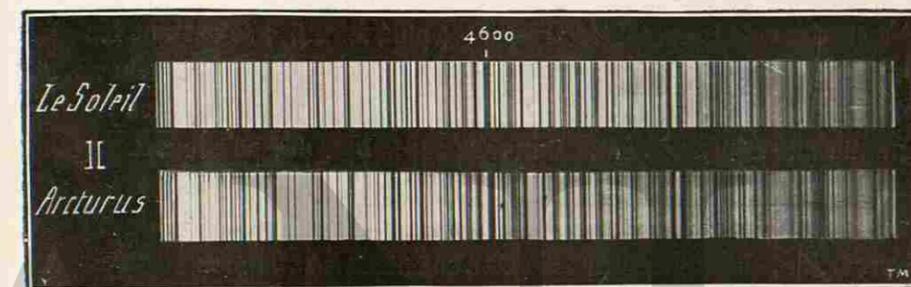
Eh bien! nous pouvons considérer l'univers stellaire comme un ensemble d'horloges en mouvement.

Tous les jours les étoiles perdent de leur chaleur; il est vrai qu'elles en gagnent aussi par la condensation, par la contraction sur elles-mêmes.

Tant que la chaleur gagnée par cette contraction sera plus forte que la chaleur rayonnée dans l'espace, la chaleur totale de l'étoile augmentera.

A un moment donné cependant, une sorte de balance s'établira: actif et passif s'équilibreront tout comme dans un organisme vivant.

Toutefois, cette phase ne saurait durer indéfiniment: un beau jour, lorsque



LE SECOND TYPE STELLAIRE COMPREND DES ÉTOILES DU GENRE DE NOTRE SOLEIL
LES RAIES SPECTRALES SONT FINES ET TRÈS MULTIPLIÉES

la contraction se fera plus lente, la chaleur perdue l'emportera et l'étoile s'affaiblira peu à peu.

Vous voyez bien que notre étoile est en tout point comparable à l'horloge en mouvement.

Notre première question: depuis combien de temps est-elle en marche? semble maintenant bien simplifiée.

Nous pouvons par la pensée remonter en arrière.

Primitivement, l'étoile était nébuleuse, perdue dans une immense atmosphère.

Avant cette phase, la condensation était encore moins avancée; pour revenir à notre comparaison de l'horloge, le poids était moins bas hier qu'aujourd'hui, plus près de sa plus grande hauteur autrefois qu'actuellement.

Donc, à un moment donné, notre nébuleuse *a commencé*, de même que dans l'horloge le poids *a commencé* de tomber.

Non seulement, comme on l'a dit souvent, la montre prouve l'horloger, mais, toute idée de création et de fabrication mise à part, une pendule qui

marche prouve que quelqu'un est passé par là à un certain moment et lui a donné l'impulsion première; en d'autres termes, quelqu'un a remonté l'horloge.

L'Astronomie est en mesure aujourd'hui de nous dire quelles sont dans le ciel les horloges qui fonctionnent depuis plus longtemps, la course exacte que leur poids a parcourue et le moment où elles devront s'arrêter.

Or, remarquez bien que tous ces problèmes seraient insolubles si nos horloges fonctionnaient depuis un temps *infini*: dans ces conditions, elles en seraient toutes au même point. Et c'est précisément le contraire que nous constatons.

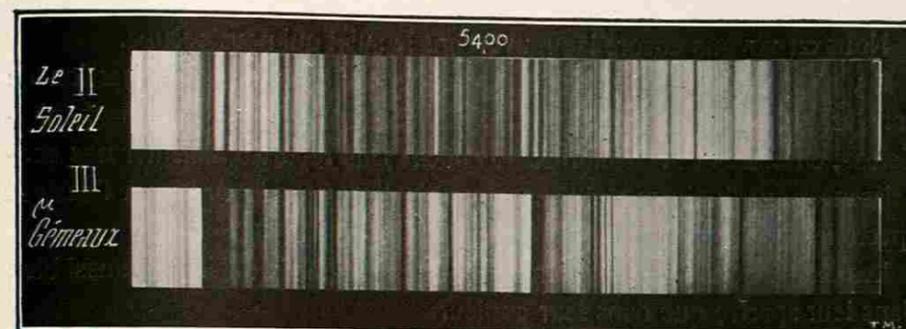
Les étoiles — ces horloges célestes — sont toutes plus ou moins avancées: là sont des soleils encroûtés et éteints; plus loin, des soleils que les glaces de l'âge commencent à envahir; ici, des étoiles étincelantes en plein développement; ailleurs, de faibles astres encore entourés de brumes épaisses, comme une chrysalide en son enveloppe; là-bas, des nébuleuses phosphorescentes s'illuminant sous l'impulsion des premiers souffles de la vie et du mouvement; en maint endroit, enfin, c'est la poussière cosmique répandue à profusion, chaos indescriptible où s'enfantent les mondes.

Je n'ignore pas que pour se passer de Celui qui a créé cette matière et lui a donné le mouvement, on a imaginé un cycle de transformations qui recommenceraient dans le même ordre indéfiniment. Il faut laisser à de « pauvres vulgarisateurs » la responsabilité de ces hypothèses futiles. Ni la Physique ni la Mécanique ne sauraient s'en accommoder.

Admettre qu'après être descendu un certain temps et avoir entretenu ainsi la marche d'une horloge, un poids puisse de lui-même se remonter vous paraît absurde; une telle proposition ne se discute même pas; et l'on voudrait qu'après avoir dissipé toute leur énergie, les étoiles puissent, comme l'ancien Phénix, renaître de leurs cendres, se rallumer et donner naissance à des nébuleuses qui se transformeraient en étoiles, et ainsi de suite! Voilà, j'imagine, de la haute fantaisie, et la Science ne se paye pas de pareille monnaie.

Si ces théories inventées pour les besoins de la cause vous agréent et vous suffisent, soit; mais ne venez pas me dire que la Science sait se passer d'une Cause première et que, sans elle, vous pouvez tout expliquer.

On nous reproche souvent d'adhérer à des mystères et on veut répudier ceux-ci au nom de la Raison. Mais il ne faut pas confondre *mystère* avec *absurdité*, et ce que l'on voudrait nous faire admettre en est une.



COMPARAISON ENTRE LE SPECTRE DU SOLEIL ET CELUI D'UNE ÉTOILE DU TROISIÈME TYPE
Ces dernières présentent des raies métalliques nombreuses.

Tout récemment, d'ailleurs, la mode a changé — elle change si souvent! — et on s'est mis à l'abri de retranchements nouveaux.

« Jamais, dit certaine école, nous ne parviendrons à découvrir les causes premières, elles sont trop loin de nous, et nous ne saurions avoir la prétention de les aborder. » C'est la doctrine de l'*Inconnaissable*, et c'est un pur sophisme.

Si d'avance vous imposez des limites à la science, le jour où je viendrai vous dire que nous avons précisément franchi ces frontières, vous pourrez m'accueillir par une fin de non-recevoir; car, selon vous, je n'aurai jamais le droit d'aller si loin.

La Science fournit à chaque instant la justification de principes opposés à la théorie de l'*Inconnaissable*.

Pendant que les Santos-Dumont, les Whright, les Farman, les Delagrange et tant d'autres construisaient et essayaient leurs aéroplanes, savez-vous comment certains théoriciens utilisaient leurs loisirs? Ils composaient pour l'Académie des Sciences des notes où, en un langage hérissé de termes techniques et de formules savantes, ils s'escrimaient à démontrer que jamais l'homme ne parviendrait à voler. Les plus timides hasardaient quelques objections, faisant observer respectueusement que les formules pouvaient pécher par quelque endroit, montrant que leur application même ne tendait à rien moins qu'à prouver l'impossibilité du vol des oiseaux. De part et d'autre, on se garda de les écouter..... : la même année, en dépit des théories, l'homme planait dans les airs.

Le grand public, crédule, devrait savoir une fois pour toutes que la Science n'est pas responsable des erreurs des savants; ces derniers n'ont pas le droit d'imposer une limite définie à nos connaissances, pas plus d'ailleurs que les philosophes.

Nous en voyons encore la preuve dans le sujet qui nous occupe.

Il y a un peu plus d'un siècle, personne n'eût osé poser la question de l'analyse des corps brûlant dans les étoiles; actuellement, cependant, physiciens, chimistes et astronomes travaillent sans répit à augmenter nos connaissances sur l'univers stellaire: et ce résultat, nous le devons à l'analyse spectrale.

Les étoiles nous montrent, en effet, une très grande différence, aussi bien dans leur spectre que dans leur couleur.

Un astre arrive-t-il à son entier développement, il émet des rayons voisins du violet. Depuis que nous avons constaté un fait analogue pour une barre de métal chauffée à blanc et mieux encore pour la lampe à arc, ceci n'offre rien d'extraordinaire.



LE R. P. SECCHI, CÉLÈBRE ASTRONOME ITALIEN, CRÉATEUR DE LA PHYSIQUE SOLAIRE (1818-1878)

La lumière stellaire, dans ce cas, nous paraît donc blanc bleuâtre. Le ciel nous en offre de très nombreux exemples. Ce sont souvent de belles étoiles comme *Sirius* du Grand Chien, *Véga* de la Lyre, *Altaïr* ou *Procyon*.

Au spectroscopie, les raies de l'hydrogène y apparaissent larges et accentuées, preuve que ces astres sont entourés d'une puissante atmosphère.

Dans ces épouvantables fournaies, non seulement les métaux sont volatilisés, mais la dissociation chimique est l'état permanent, et nos éléments actuels, ceux mêmes que nous considérons comme simples, y sont réduits en éléments

moins avancés, parfois inconnus de notre chimie terrestre.

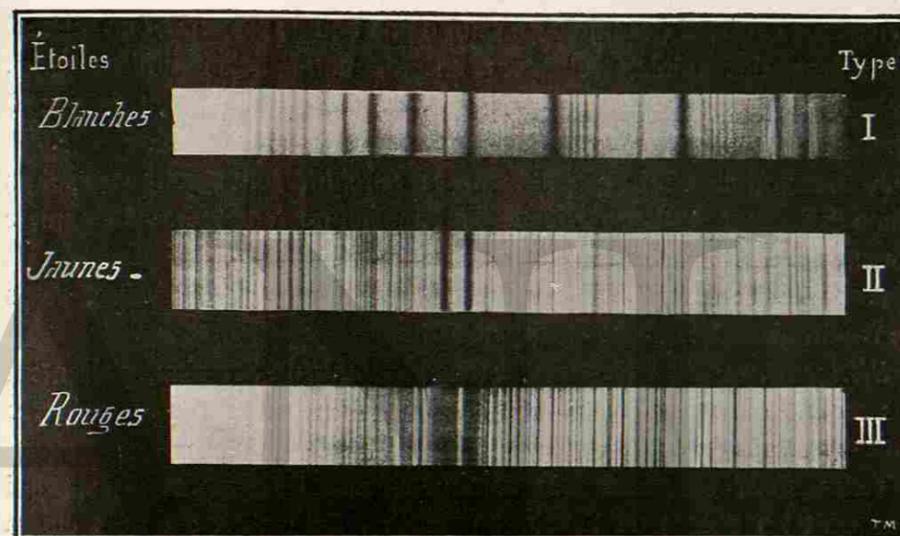
Combien de temps doit durer cette période d'exaltation? Nul ne saurait le dire. Des centaines de millions d'années pour les unes, des dizaines ou des unités de millions pour les autres.

Dans le monde des étoiles, en effet, la lutte pour la vie est tout à fait simplifiée; elle dépend de la résistance au froid de l'espace, et cette résistance elle-même est nécessairement liée au volume.

N'avons-nous pas vu le même fait se produire pour Jupiter, le premier-né de la famille solaire? Sa surface est encore chaude, alors que notre satellite, mis au monde après lui, a précipité son évolution et roule depuis longtemps dans l'espace un cadavre refroidi.

Ainsi, lentement, le temps fait son œuvre, le froid envahit tout; pour résister davantage, les gros soleils auront le même sort que leurs frères plus petits.

La condensation s'opère peu à peu, l'atmosphère s'épaissit à mesure que diminue sa hauteur; les raies de l'hydrogène s'affaiblissent, de nouvelles combinaisons chimiques deviennent possibles. Au sein de températures plus voisines que celles que nous obtenons, naissent des composés métalliques identiques à ceux qui nous sont familiers. En même temps, la couleur générale de l'étoile descend la gamme du spectre; la phase jaune commence.



CLASSIFICATION DES ÉTOILES EN TROIS TYPES D'APRÈS LEUR ASPECT VU AU SPECTROSCOPE
Étoiles blanches comme Sirius. — Étoiles jaunes comme notre Soleil. — Étoiles rouges comme Antarès.

Notre soleil est presque parvenu à cet état; il n'a plus l'éclat de la jeunesse, et son rayonnement est celui qui précède la maturité de l'âge.

Dans son spectre, nous retrouvons un grand nombre d'éléments terrestres; au milieu de son atmosphère hydrogénée, nous apercevons des lignes fines dues à la présence du calcium, du fer, du nickel, du titane, du cuivre, etc.

Certains métaux n'existent pas encore dans cet effroyable creuset: ni bismuth, ni antimoine, ni mercure. L'oxygène même y est probablement contenu dans un état différent de celui qu'il adopte sur la Terre.

L'illumination électrique joue là-bas un rôle incontestable et l'atmosphère du Soleil, qui atteint parfois 7 000 ou 8 000 degrés peut-être, nous offre l'image d'un orage perpétuel.

Pollux des Gémeaux, Capella, Aldébaran, l'œil du Taureau, Arcturus du Bouvier, paraissent présenter des phénomènes identiques.

N'est-il pas merveilleux de voir avec quelle facilité, grâce au spectroscopie, l'astronome moderne analyse la constitution d'astres aussi éloignés qu'Arcturus dont nous ignorons la véritable distance !

Et malgré ce formidable éloignement, des instruments, comme le radiomètre du professeur Nichols, peuvent en même temps nous renseigner sur la lumière éblouissante que ces astres nous envoient. Après avoir traversé un nombre effrayant de milliards de kilomètres, le rayonnement d'Arcturus équivaut néanmoins à celui d'une bougie placée à 9 600 mètres !

Pendant des milliers d'années encore, notre Soleil brillera ainsi, réchauffant les terres soumises à son attraction, mais peu à peu il avance vers des phases nouvelles, symptômes d'une proche décadence.

A mesure, en effet, qu'un astre se refroidit, son spectre passe du jaune à l'orangé, puis au rouge. Sa température rentre dans la gamme connue; elle s'approche de celles que nous fournit l'arc électrique.

Pendant que les raies des métaux se développent à profusion, celles de l'hydrogène s'affaiblissent et disparaissent.

Bételgeuse, Alpha d'Hercule, le rouge Antarès du Scorpion, présentent ces aspects caractéristiques d'une décadence plus ou moins avancée : ce sont des soleils au déclin de leur vie astrale.

Telles sont, résumées très sommairement, les grandes lignes qui marquent les phases de l'évolution stellaire. En réalité, ces trois étapes indiquées par le P. Secchi au début de la spectroscopie sont beaucoup plus complexes.

Avec une persévérance digne des plus grands éloges, les astronomes poursuivent chaque jour leurs analyses. Partout, le ciel nous présente des exemples nombreux de phases intermédiaires.

Dans un ouvrage qui est le résumé de plus de trente années d'études, Sir Norman Lockyer a présenté récemment l'ensemble de ses vues synthétiques sur la chimie du ciel. Grâce à des travaux de ce genre, on peut dire que les espaces célestes nous livrent tous les jours leurs secrets; ils éclairent d'une lumière nouvelle le problème si complexe de la matière et de ses transformations.

Sans l'astronomie, nous en serions encore à la conception des successeurs de Lavoisier admettant une centaine de corps simples ou d'éléments différents.

La science moderne tend de plus en plus à démontrer l'unité de la matière, et ses hypothèses grandioses sur ce sujet sont trop près d'être un dogme scientifique pour que nous les passions sous silence.

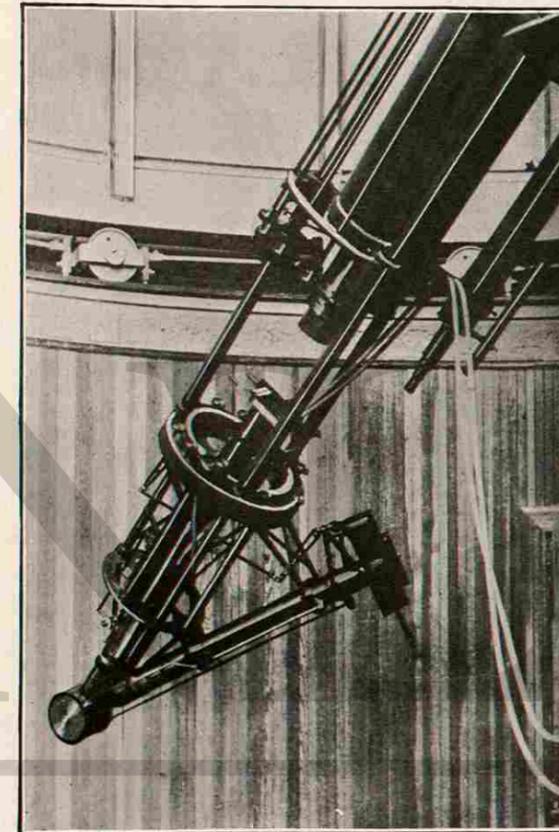
J'ai écrit dans *D'où venons nous?* à propos de Lavoisier une phrase qui demande explication. En parlant du créateur de la chimie moderne, j'ai dit que par ses découvertes, ce savant avait lancé cette science dans une voie rétrograde. C'est qu'en réalité la pensée du célèbre novateur a été quelque peu déformée par ceux qui lui ont succédé.

Lorsque Lavoisier, par ses analyses, démontra l'existence des corps simples, il avait ajouté que ces substances n'étaient pas nécessairement indécomposables, et c'est ce que vérifia l'expérience.

Autrefois, la chaux passait pour un corps simple, nous savons aujourd'hui qu'elle est formée de calcium et d'oxygène. Cette décomposition d'un corps réputé simple ne s'est pas bornée à cet élément : la soude, la potasse etc., sont logées à la même enseigne.

Alors, qui nous assure que la liste des corps inscrits comme simples aux catalogues des chimistes ne pourra pas se simplifier dans l'avenir et nous amener à une réduction totale de la matière en une seule substance? Et c'est cet élément unique qui aurait donné naissance, par voie de transformations successives, à tous les corps connus.

L'idée était grandiose, mais l'accepter, c'était donner raison, jusqu'à

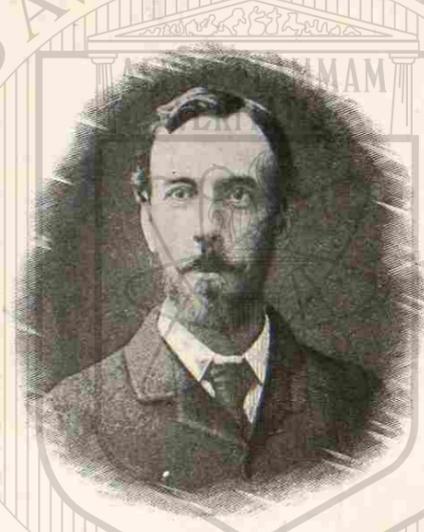


SPECTROSCOPE DE L'OBSERVATOIRE KENWOOD
C'est à l'aide de prismes combinés avec l'oculaire de leurs lunettes que les astronomes analysent les substances brûlant dans les étoiles.

®

un certain point, aux vieux alchimistes du moyen âge, qui prétendaient transmuter la matière et rechercher la *Pierre philosophale*. C'était donner une réelle valeur à des songes creux de métaphysiciens, revenir en arrière, et la grande loi du progrès s'y opposait.

Pour saugrenue qu'elle parût, l'idée n'en fit pas moins son chemin. L'histoire de la science est remplie de ces retours imprévus : c'est ainsi qu'au



SIR WILLIAM RAMSAY, PHYSICIEN ANGLAIS,
CÉLÈBRE PAR SES TRAVAUX
SUR L'ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE

xix^e siècle, dans le concert presque unanime des chimistes, partisans résolus de la multiplicité réelle des substances et de leur indestructibilité, on entendit bientôt s'élever plus d'une voix discordante.

A ceux qui prétendaient qu'il était impossible de faire dériver d'un même élément des corps aussi disparates que l'oxygène et le fer, on fit remarquer les variétés offertes par une même substance.

Lorsque vous vous présentez avec vos rivières et vos diadèmes de brillants, étincelante, sous les lustres de vos salons, savez-vous, Madame, que cette substance ornant vos cheveux, vos épaules et vos oreilles, et qui a nom *diamant*, n'est autre chose que du vulgaire charbon, du *carbone*? Cet homme noir qui, tous les jours, livre à votre cuisinière de quoi alimenter ses fourneaux, ce brave charbonnier, enduit d'un vernis sombre, porte sur lui une substance qui, chimiquement, ne diffère pas de cette pierre précieuse à laquelle nos conventions modernes accordent tant de prix. Charbon, diamant, graphite, noir de fumée, ne sont que des variétés physiques d'un même corps, le carbone.

La façon seule dont les mêmes molécules sont agglomérées constitue toute la différence.

Les chimistes n'ignoraient pas ces faits. Peu à peu aussi, bon gré, mal gré, ils avaient été amenés à classer les corps simples en familles dont les éléments témoignaient d'une parenté profonde très certainement, d'une communauté d'origine... peut-être.

D'ailleurs [les poids des atomes de chaque substance semblaient avoir

une commune mesure avec certains corps; on les rapporta donc à celui de l'hydrogène pris comme unité; plus tard, leur relation avec l'oxygène fut adoptée. Finalement, on ramena tous les corps à des combinaisons multiples de quatre éléments: l'hydrogène, l'hélium, et deux autres substances non encore isolées.

Et c'est bien là le plus piquant de l'affaire; on ressuscite au xx^e siècle la vieille doctrine des quatre éléments du moyen âge, sous une forme plus moderne, je dois l'avouer!

Enfin la liste des corps qui, réputés simples, se sont trouvés décomposés dans nos laboratoires, s'allonge tous les jours.

Au temps de Lavoisier, un chimiste à courte vue aurait dû regarder comme absolument simple l'acide borique, la silice et les alcalis.

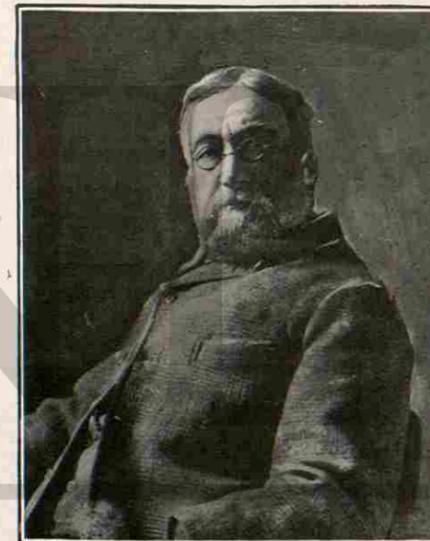
De même, beaucoup plus tard, Péligot démontrait la constitution complexe de l'*Urane*. Auer von Welsbach, dès 1880, dédoublait le prétendu *Didyme*, tandis que ces années dernières (1908), M. Urbain parvenait à séparer les constituants de l'*Ytterbium*; et les travaux continuent!

Alors, qui pourrait nous prouver que d'autres corps, le cuivre et le plomb, par exemple, ne seraient pas décomposables à leur tour?

Si nous disposions de températures aussi élevées que celles de certaines étoiles, nous parviendrions, et nous avons de bonnes raisons de le croire, à décomposer un grand nombre de nos éléments chimiques actuels.

Ces vues, toutes théoriques d'abord, ne tardèrent pas à être confirmées par les expériences troublantes de Sir William Ramsay.

Dès 1869, l'analyse spectrale avait décelé la présence dans l'atmosphère du Soleil d'un corps auquel on donna pour cette raison le nom d'*bélium*, (de *bélios*, soleil). Ce même corps retrouvé dans les nébuleuses resta inconnu de la chimie terrestre jusqu'en 1895, époque à laquelle sir William



SIR NORMAN LOCKYER
DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE
DE SOUTH KENSINGTON, A LONDRES

Ramsay parvint à l'extraire de *terres rares* qu'une expédition polaire avait recueillies. Or, si on abandonne des sels de radium dissous dans l'eau, on constate qu'il s'échappe de la solution un nouveau gaz appelé par les physiciens « émanation ». Mais, et c'est là où le phénomène devient d'un intérêt capital, cette même émanation se transforme au bout de quelques jours en autre chose. Elle devient précisément de l'hélium.

Pour la première fois, la matière était prise en flagrant délit de transformation, de « transmutation », auraient dit triomphalement les vieux alchimistes.

Le fait, d'ailleurs, ne tarda pas à être confirmé par MM. Giesel et Debiere pour l'émanation d'une autre substance radio-active, celle de l'*actinium*.

Et voilà que maintenant Sir William Ramsay prétend que l'émanation du radium décomposerait les atomes du cuivre et les transmuterait en sodium et en lithium, deux corps de la même famille.

Les expériences se continuent; si elles donnent ce qu'elles promettent, nous pouvons espérer arriver un jour à la transformation de l'argent en or. La Pierre philosophale dont le XVIII^e siècle s'est tant moqué, ne serait donc pas un rêve!

Quoi qu'il en soit des conséquences pratiques de pareilles découvertes, les expériences de Ramsay ont une portée philosophique autrement considérable.

Elles tendent à prouver que tous les corps existants dérivent d'une matière unique; les multiples combinaisons auxquelles cette matière a donné lieu suffiraient pour expliquer tous nos corps simples en apparence.

Les astronomes en étaient moralement sûrs depuis longtemps. Tout système stellaire, avons-nous dit, débute par une nébuleuse; or, l'analyse spectrale ne décèle dans ces agglomérations gigantesques que la présence de rares éléments: hélium, hydrogène et deux ou trois corps inconnus dont le *nébulium*.

A mesure qu'avance la condensation et que la nébuleuse se résout en étoiles, de nouvelles substances apparaissent. D'où proviennent-elles? Il est bien évident qu'elles se forment aux dépens des premières. Le spectroscopie nous fait donc assister à une véritable évolution de la matière inorganique. La gamme descendante dont nous avons rappelé les notes générales et qui jalonne les phases de déclin dans la vie d'une étoile serait donc précédée de degrés ascendants répondant à des types célestes bien définis.

D'après Sir Norman Lockyer, les étoiles Alpha d'Orion, Deneb, Rigel, Zêta du Taureau nous donneraient une idée de l'échelle que parcourt une étoile depuis son origine jusqu'à son adolescence.

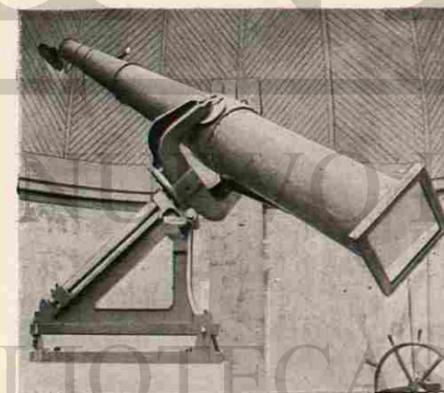
N'avais-je pas raison de parler des révélations de la lumière? Et nous n'avons pas épuisé le sujet. Dans *Où allons nous?* d'autres surprises nous attendent.

Lors de la découverte de Kirschhoff, l'ensemble des raies spectrales posait aux physiciens un problème aussi difficile que la signification des hiéroglyphes. Maintenant, plus heureux que les archéologues, les astronomes ont sous les yeux, inscrite en traits de feu sur la voûte céleste, toute l'histoire de l'Univers.

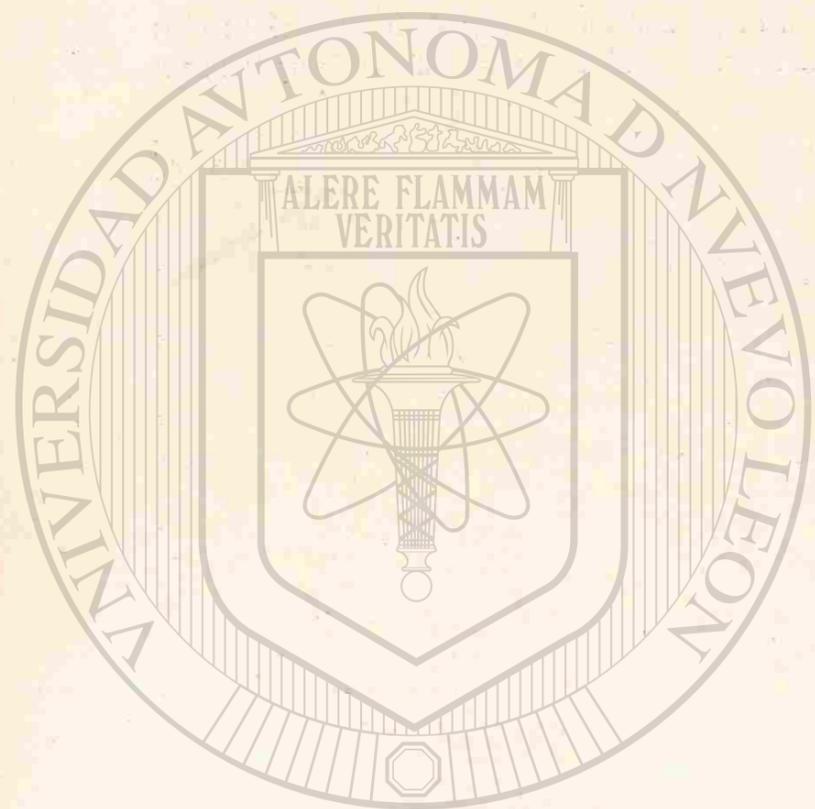
Non seulement l'analyse spectrale éclaire le passé de notre planète, mais des découvertes comme celles de Lockyer jettent un jour nouveau sur la question si complexe de l'évolution de la matière. Les raies du spectre elles-mêmes se modifient et témoignent des circonstances qui les ont fait naître.

Toutes les sciences s'unissent donc dans une grandiose synthèse pour affirmer l'unité de la substance matérielle.

Les perfections de l'Auteur de la Nature manifestées dans la réalisation d'êtres intelligents éclatent avec non moins de magnificence dans la molécule inorganique obéissant aux lois qu'elle a reçues dès l'origine des temps.



LUNETTE PHOTOGRAPHIQUE



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CHAPITRE VIII

LA VOIE LACTÉE

A toutes les époques de la civilisation le spectacle du ciel a provoqué les méditations des hommes, et pour enfantines que furent parfois les conceptions des âges anciens, toutes cependant témoignent d'un insatiable désir de savoir.

Observons la voûte céleste pendant une belle nuit d'hiver, nous serons immédiatement frappés par la présence d'un immense nuage blanchâtre formant au-dessus de nos têtes comme une sorte d'arche gigantesque; c'est la Voie lactée.

Pour expliquer cette étrange apparence, la Mythologie avait imaginé un ruisseau de lait s'échappant du sein de Junon allaitant Hercule, de là le nom de Voie lactée.

Plus tard, les légendes du moyen âge en firent une route conduisant au ciel. Cette dernière appellation prévaut encore aujourd'hui et la Voie lactée est surtout connue dans nos campagnes sous le nom de *Chemin de Saint-Jacques*.

L'invention du télescope fit évanouir ces rêves poétiques, et la réalité, comme toujours, fut plus belle que les songes des peuples enfants.

Si la Terre était transparente, ou si nous étions isolés dans l'espace, nous pourrions constater que ce voile lumineux entoure la sphère céleste et la divise comme une sorte d'équateur en deux parties approximativement égales.

Cette ceinture est même plus irrégulière qu'elle ne paraît dès l'abord. Tantôt elle se resserre au point de n'avoir que quelques degrés d'épaisseur six à huit fois le diamètre apparent de la Lune, tantôt elle s'étale sur une étendue beaucoup plus large.

Au début de l'automne, elle s'élançe du Nord-Ouest, traverse Cassiopée,

s'élève presque au zénith au-dessus du Sagittaire et disparaît sous l'horizon vers le Sud.

Cette moitié de la Voie lactée est remarquable par sa structure étrange et complexe.

Examinons-la très attentivement.

Dès que notre œil sera habitué à l'obscurité, nous distinguerons, non plus un ruban nébuleux, mais de véritables nuages brillants amoncelés bout à bout, avec, parfois, des intervalles sombres comme dans Céphée.

Dans la constellation du Cygne, non loin de Deneb, elle offre une véritable bifurcation. La branche occidentale paraît former le plus fort courant entre



LA VOIE LACTÉE BORÉALE
(D'après C. EASTON.)

le Cygne et l'Aigle. Puis les deux traînées deviennent égales en intensité, et tandis que l'une va se terminer dans Ophiucus, l'autre se retrécit peu à peu et se poursuit vers le Sud.

Nous retrouvons la même division en deux branches un peu plus bas vers le Scorpion qui, dans nos régions, n'atteint jamais une grande hauteur.

Pour apercevoir la seconde moitié de la Voie lactée, il faut nous rapprocher de l'équateur terrestre. Nous constatons alors que cette ceinture perd son éclat au Sud du Scorpion et du Sagittaire; mais elle s'élargit en se répandant à travers la Règle et l'Autel, et se retrécit de nouveau pour former une grande tache lumineuse vers le Centaure et dans la Croix du Sud.

C'est en cet endroit que se trouve le fameux « Sac à charbon », sorte

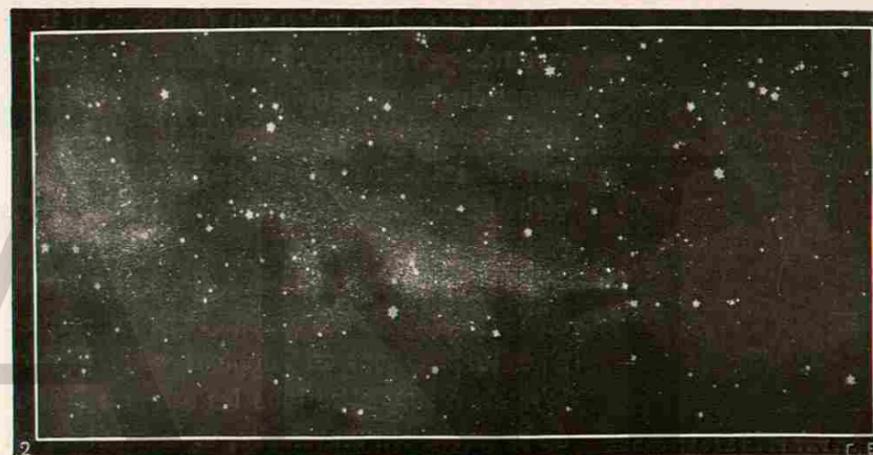
d'ouverture sombre en forme de poire située au centre même du courant.

Après un singulier retrécissement, elle s'épanouit de nouveau très largement, et émet quatre tentacules bien marquées, s'ouvrant en éventail.

Dans le Navire se manifeste une sorte d'interruption. Puis la Voie lactée reprend avec une largeur exceptionnelle, passe entre Sirius et Procyon, entre Orion et les Gémeaux, pour rejoindre dans l'hémisphère boréal la branche du Cygne, par le Cocher, Persée et Céphée.

Quelle est donc la nature de cette traînée lumineuse dont la structure est si compliquée?

Si nous dirigeons un télescope dans des régions brillantes de la Voie



LA VOIE LACTÉE BORÉALE
(D'après C. EASTON.)

lactée, nous constatons aussitôt que le champ de l'oculaire est, pour ainsi dire, criblé d'étoiles. Une plaque photographique adaptée à une lunette et suivant le mouvement du ciel enregistre dans un tout petit espace un nombre fantastique de soleils lointains.

La Voie lactée est donc formée d'une quantité innombrable d'étoiles trop faibles et trop voisines en apparence pour être distinguées séparément à l'œil nu. C'est la distribution irrégulière de ces étoiles qui nous donne l'aspect varié de ce ruban phosphorescent dont la lumière augmente ou diminue d'éclat.

Cette explication n'est d'ailleurs pas nouvelle. Le philosophe grec Démocrite, trois cents ans avant notre ère, déclarait déjà que la Voie lactée n'était

qu'une agglomération d'étoiles trop éloignées pour être visibles à l'œil nu. Mais il fallait attendre l'invention des lunettes pour faire la preuve d'une aussi étrange assertion.

Le premier, Galilée, vers 1610, constata le fait sans pouvoir en tirer d'autres conséquences.

En 1750, Thomas Wright va un peu plus avant et il s'imagine que la plupart des étoiles sont distribuées à l'intérieur d'un disque plat, sorte de gâteau mince dont nous occupons presque le centre. Ainsi s'expliqueraient les apparences qui nous sont familières. Si le ciel entier ne nous paraît pas d'égale densité stellaire, c'est que notre rayon visuel, balayant des directions différentes, ne rencontre pas un nombre égal d'étoiles. Traverse-t-il le disque en haut et en bas, selon son épaisseur, il trouvera très peu d'étoiles. Est-il dirigé suivant des rayons du disque, le nombre des étoiles est tellement grand qu'elles se projettent toutes les unes derrière les autres et semblent constituer une véritable ceinture qui nous entoure de toutes parts.



GALILÉE, PHYSICIEN ET ASTRONOME ITALIEN, QUI LE PREMIER APPLIQUA LA LUNETTE À L'ÉTUDE DU CIEL (1564-1642)

En 1755, Emmanuel Kant, dont nous avons déjà parlé à propos des systèmes cosmogoniques, n'hésite pas, tout en adoptant cette idée de Wright, à soumettre tous les astres à l'action de la gravitation universelle, et le soleil de cet immense système pourrait bien être le monstrueux Sirius, la plus belle étoile du ciel.

Il ajoute que les nébuleuses sont probablement d'autres Voies lactées séparées de la nôtre par d'énormes distances et décrivant toutes des orbites autour d'un corps central unique et inconnu.

Quelques années plus tard, en 1761, le mathématicien Lambert cherche à grouper les brillantes étoiles du ciel autour de notre Soleil pour en faire un amas distinct de la Voie lactée. Il arrive ainsi à imaginer des systèmes de plus en plus vastes. Le Soleil avec les planètes forme un système de premier ordre, les étoiles brillantes un système de second ordre, etc., et tout cela tourne autour d'un corps prépondérant qui reste à découvrir. Mais toutes ces explications, dues à des théoriciens éminents, ne reposaient sur aucune base expérimentale. William Herschel résolut alors d'en appeler à l'observation pour essayer une esquisse générale de l'Univers.

Non content, en effet, d'observer, de sonder les cieux, de compter les astres qui peuplent l'immensité, il recherchait sans cesse le plan qui a présidé à la création.

« La connaissance de la construction de l'Univers, disait-il, a toujours été le but ultime de mes observations. Mais lors même qu'il proposait les théories les plus grandioses pour l'explication du monde stellaire, il avait toujours soin de se laisser guider par l'expérience.

« Nous devons éviter deux extrêmes opposés, écrivait-il en 1785. Si nous écoutons trop une imagination romanesque et si nous construisons des mondes fantaisistes, nous ne devons pas nous étonner de nous écarter loin du chemin de la vérité et de la nature. D'un autre côté, si nous entassons observations sur observations sans essayer de tirer non seulement des conclusions certaines, mais aussi des hypothèses, nous allons contre le vrai but pour lequel seul on doit faire des observations. »

Son but n'était donc pas seulement de découvrir des astres nouveaux, mais de reconnaître la construction intime de l'Univers. Pour entreprendre cette œuvre gigantesque, il lui fallait des instruments; mais Herschel n'était alors qu'un pauvre chef d'orchestre à Bath, et les prix des lunettes et des télescopes étaient beaucoup trop élevés pour ses maigres ressources. Sans se laisser décourager, il résolut de devenir lui-même son propre opticien.

On était alors au milieu de l'année 1773. Herschel transforma toutes les pièces de sa maison en ateliers pour la construction des miroirs. Pendant une année entière, il se lança dans une multitude d'essais sur les alliages métalliques qui réfléchissent la lumière avec le plus d'intensité; sur les moyens de donner aux miroirs une figure parabolique, etc.

Une si rare et si constante persévérance reçut enfin son [prix, et, après deux cents échecs successifs, Herschel réussit à construire un télescope passable de cinq pouces (125 millim.) de diamètre et de cinq pieds et demi

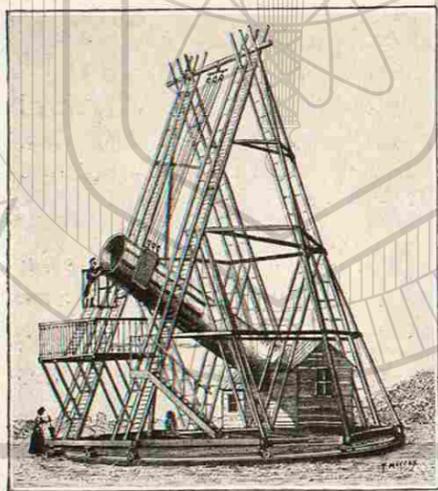


WILLIAM HERSCHEL, CÉLÈBRE ASTRONOME HANOVRIEN, CRÉATEUR DE L'ASTRONOMIE STELLAIRE (1738-1822).

(1^m,67) de longueur focale. Avec ce nouvel instrument, le 4 mars 1774, il put observer la nébuleuse d'Orion.

Il allait donc pouvoir enfin aborder les grands problèmes qui le hantaient : quelle relation existe-t-il entre les constellations qui brillent un peu partout sur la voûte céleste et la Voie lactée, cette immense trace blanchâtre qui divise le ciel en deux parties à peu près égales ? Le tout, constellations et Voie lactée, ne forme-t-il pas un système unique, dans lequel seraient plongés notre soleil et son cortège de planètes ? Et, s'il en est ainsi, quelle est la forme de ce système géant et quelle place occupons-nous dans l'ensemble ? Telles étaient les questions qu'il avait entrepris de résoudre et auxquelles il voulait consacrer sa vie entière.

Une première revue générale du ciel, entreprise en 1775 avec un petit instrument, eut pour résultat de le convaincre de l'extrême disproportion entre le projet à réaliser et les moyens d'exécution.



WILLIAM HERSCHEL, AIDÉ DE SA SŒUR CAROLINE, OBSERVAIT LE CIEL À L'AIDE D'UN TÉLESCOPE DE 40 PIEDS, DONT IL AVAIT LUI-MÊME CONSTRUIT LE MIROIR

Il se remit donc à l'ouvrage avec une nouvelle activité, et, avant l'année 1781, il n'avait pas fait, nous dit-il lui-même, moins de 200 miroirs de 2^m,13 de longueur focale, 150 de 3 mètres, et environ 80 miroirs de 6 mètres.

Le travail du polissage était extrêmement pénible. C'était alors une opération manuelle au cours de laquelle on ne pouvait enlever les mains de dessus le métal sans en abîmer la surface. La durée du travail continu était parfois de seize heures, et miss Herschel raconte que, pour conserver la vie de son frère, elle mettait elle-

même la nourriture dans la bouche de l'opérateur.

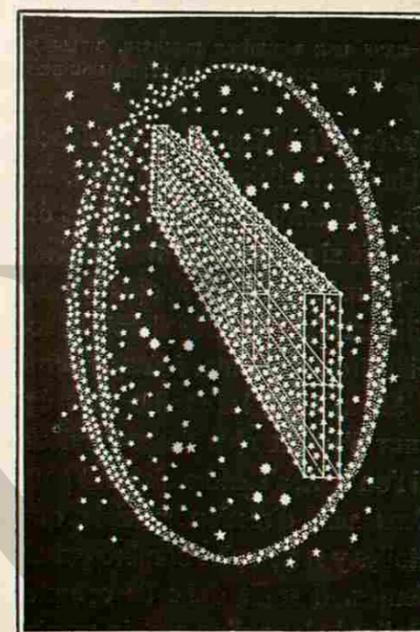
C'est au cours de sa seconde revue du ciel, en 1780, qu'il découvrit la planète Uranus.

En même temps, il entassait les matériaux pour son premier catalogue de 269 étoiles doubles dont 227 au moins étaient absolument nouvelles. Cette revue prit fin en 1781.

Il en commença aussitôt une troisième, en employant un grossissement plus puissant ; le champ de ses recherches s'étendit à proportion.

Le premier examen n'avait compris que les étoiles de première, seconde, troisième et quatrième grandeurs ; dans le troisième, il entreprit la révision des étoiles du catalogue de Flamsteed, afin de rechercher des exemples de changements célestes.

Ces revues du ciel étaient extrêmement laborieuses ; Herschel installait ses instruments en plein air, et souvent par les nuits les plus froides, qui sont les meilleures pour l'observation. Sa sœur, Caroline, écrivait [sous sa dictée. C'était d'ailleurs un secrétaire intelligent et dévoué. Du crépuscule à l'aurore, elle restait assise près du grand astronome et souvent les pieds dans la neige. La fatigue, le sommeil, le froid, rien ne l'arrêtait. Elle raconte elle-même que parfois, au cours de ses travaux nocturnes, l'encre gelait dans l'encrier.

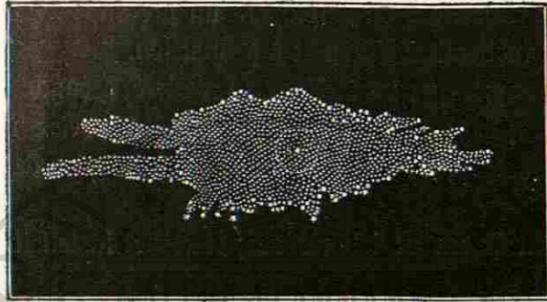


WILLIAM HERSCHEL PENSAIT PRIMITIVEMENT (1784) QUE L'UNIVERS EST UN SYSTÈME PLAT SE BIFURQUANT À UNE EXTRÉMITÉ. CE SYSTÈME REMPLI D'ÉTOILES DONNAIT LES APPARENCES DE LA VOIE LACTÉE (CERCLE EXTÉRIEUR)

Souvent Herschel observait pendant onze ou douze heures de suite ; il examinait alors jusqu'à 400 objets célestes dans une même nuit et faisait passer au moins trois fois chaque étoile dans le champ du télescope. Son ardeur était telle qu'il lui arriva de travailler soixante-deux heures de suite sans prendre de repos ; il est vrai qu'après de pareilles fatigues, il était obligé, ainsi que le raconte Caroline, de dormir vingt-six heures consécutives. ®

Si l'on songe qu'Herschel ne posséda jamais d'instrument monté équatorialement, avec mouvement d'horlogerie pour suivre les étoiles, on est stupéfait de l'œuvre accomplie par le grand astronome. Ce travail formidable nous semblerait même impossible si Herschel ne l'avait réalisé.

Ce fut au mois de juin 1784 qu'il donna à la *Royal Society* une première esquisse de ses idées sur la constitution de l'Univers. Cette esquisse fut



DANS UNE DEUXIÈME ESQUISSE, WILLIAM HERSCHEL
REPRÉSENTAIT AINSI LA STRUCTURE DE L'UNIVERS

placés à l'intérieur de la Voie lactée, presque au centre; nous voyons donc l'Univers stellaire non en plan, mais en section. Le problème consiste dès lors à déterminer la forme et les dimensions de cet univers, tel qu'il nous apparaîtrait si nous étions transportés en un point extérieur.

La méthode qu'il adopta a acquis par ses résultats une grande célébrité. Elle est d'ailleurs très simple et consiste, suivant l'expression pittoresque de l'illustre astronome, à *jauger les cieux*.

Si, en effet, les étoiles sont également distantes entre elles, le système aura d'autant plus de profondeur ou, si l'on veut, s'étendra d'autant plus loin dans une direction spéciale que les étoiles y seront plus nombreuses et plus denses. Il suffit donc de compter les étoiles le long d'un certain nombre de rayons visuels pour connaître l'étendue relative du système et s'en faire ainsi une idée approximative.

C'est ce que fit Herschel par ses *jauges stellaires*. Il trouva de cette façon que certaines régions très peuplées de la voûte céleste étaient *cent fois* plus étendues que d'autres parties très pauvres, et il en vint à cette première conclusion que notre nébuleuse est un amas ramifié extrêmement étendu, renfermant des millions et des millions

d'ailleurs complétée l'année suivante dans un nouveau Mémoire.

Partant de cette hypothèse que les étoiles sont toutes d'égales dimensions et qu'elles sont également distantes les unes des autres, il résolut de mesurer l'épaisseur de la couche en différents endroits. Nous sommes



SIR JOHN HERSCHEL (1792-1871), ASTRONOME ANGLAIS, QUI CONTINUA EN PARTIE L'ŒUVRE DE SON PÈRE WILLIAM

d'étoiles. Notre Soleil est situé presque au centre. La Voie lactée, telle qu'elle nous apparaît dans le ciel, ne serait qu'une projection d'un disque plat, de contour très irrégulier avec une profonde fissure correspondant aux deux branches entre le Cygne et le Scorpion.

Déjà, cependant, il découvrait le point faible de ses conclusions, elles reposaient sur l'hypothèse de l'égale distribution des étoiles; la plus grande densité stellaire n'indiquait donc pas un plus grand nombre d'étoiles dans une région déterminée, mais une plus grande étendue de cette région. Or, ses propres observations semblaient prouver le contraire. « Il ne serait pas difficile, écrivait-il en 1785, de trouver deux ou trois cents amas particuliers dans notre système. »

Plus tard, en 1796, à la suite d'études plus approfondies, il commençait à abandonner cette première idée, et, en 1802, dans de nouvelles remarques sur la constitution de l'Univers, il admettait que la Voie lactée est formée d'étoiles distribuées dans l'espace d'une façon tout autre que celles qui nous entourent immédiatement.

En 1811, il revenait sur le même sujet, et, en 1817, « les jauges, qui, dans l'hypothèse d'une égale distribution, étaient, disait-il, regardées comme des indices de la distance, se rapportent en réalité plus directement à la distribution des étoiles dont elles donnent une précieuse connaissance ».

C'était l'abandon définitif de la théorie du disque. En fait, Herschel ne formula jamais une autre hypothèse sur la structure de l'Univers, mais l'analyse de ses divers écrits permet de se faire une idée de ce qu'il pensait de la Voie lactée pendant ses dernières années. D'après lui, elle se compose d'un très grand nombre d'étoiles dont quelques-unes sont à une telle distance de nous que, même avec les plus forts instruments, nous ne saurions les apercevoir.

« Je ne puis, avec mon télescope de vingt pieds, écrivait-il, sonder la profondeur de la Voie lactée. Notre Soleil, ainsi que toutes les étoiles visibles à l'œil nu, forment un amas central, profondément plongé dans la



UNE RÉGION DE LA VOIE LACTÉE
PHOTOGRAPHIÉE AVEC UN PETIT OBJECTIF

Voie lactée dont il fait partie intégrante. Et si, en certains endroits, nous ne pouvons pas résoudre complètement cette formation, c'est qu'elle est réellement insondable, sans limite. »

Et cependant, lorsque le grand Herschel mourut, on grava sur sa tombe ces simples mots :

Cælorum perripit claustra.

Il a brisé la barrière des cieux.

La postérité a-t-elle ratifié les idées du grand astronome hanovrien sur les limites inaccessibles de l'Univers ? C'est ce que nous examinerons un peu plus tard.

Sir John Herschel, le fils de William, fut le continuateur de ses travaux. Pour compléter la revue du ciel et poursuivre les jaugeages commencés



W. STRUVE
ASTRONOME RUSSE (1793-1864)

dans l'hémisphère Nord, il alla s'installer dans l'Afrique australe, au cap de Bonne-Espérance. Le résultat de ses observations sur la distribution des étoiles confirma les recherches du vieil Herschel. Très faible au pôle des régions galactiques (1), le nombre des étoiles augmente progressivement jusqu'à ce qu'on atteigne l'anneau même de la Voie lactée. Toutefois, sir John Herschel ne chercha pas à perfectionner les théories de son père sur la structure de l'Univers.

Il était réservé à W. Struve d'émettre de nouvelles idées originales sur ce sujet. Il montra, en effet, que les étoiles bien visibles à l'œil nu, c'est-à-dire de cin-

quième grandeur et au-dessus, ne sont pas plus nombreuses dans la Voie lactée que dans les autres parties du ciel. Mais à mesure qu'on descend l'échelle des grandeurs, le nombre des étoiles s'accroît très vite et l'augmentation devient effrayante à l'intérieur et au milieu du ruban galactique.

En admettant l'hypothèse que les étoiles nous paraissent généralement d'autant plus petites qu'elles sont plus éloignées, le fait précédent nous fournirait la preuve que l'Univers est plus étendu dans le sens de la Voie lactée que dans une direction perpendiculaire, c'est-à-dire vers ses pôles. Ces conclusions, toutefois, ne sont pas à l'abri d'objections sérieuses. Il est faux de supposer que les étoiles ont le même éclat intrinsèque ou qu'elles sont uniformément distribuées dans l'espace. Nous savons, en effet, que certaines

(1) Galactique : qui se rapporte à la Voie lactée.

étoiles, Arcturus, par exemple, sont des soleils énormes, beaucoup plus éclatants que notre astre central; d'autres, au contraire, sont de véritables pygmées dans la grande armée céleste.

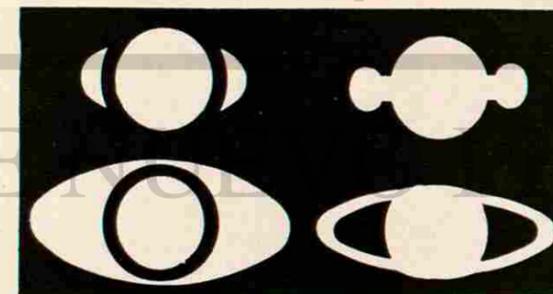
Il n'y a donc pas uniformité, si bien que bon nombre d'étoiles classées dans les dernières grandeurs doivent être certainement à des distances relativement faibles, soit parce qu'elles sont très petites en réalité, soit parce que leur éclat est inférieur à celui des autres.

Malgré toutes ces considérations, il faut avouer cependant que les recherches modernes nous amèneraient plutôt à conclure que la Voie lactée a une structure grossièrement annulaire. Sa forme générale ne serait pas précisément celle d'une sphère dont tous les diamètres sont égaux, mais celle d'un disque sphérique très aplati.

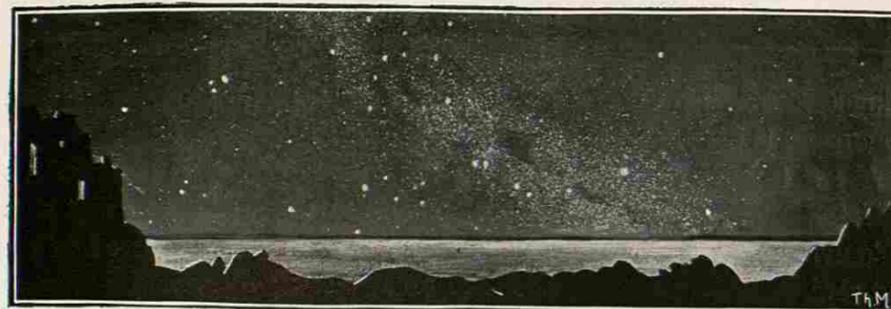
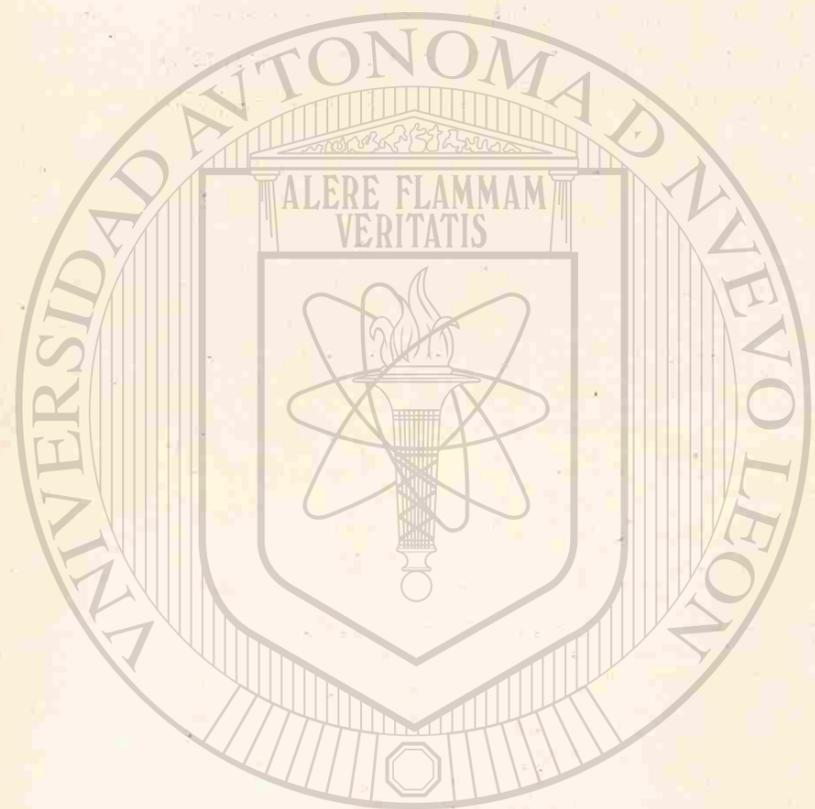
À l'intérieur de ce disque, les étoiles formeraient de véritables amas dont les limites seraient assez imprécises.

On pourrait, en d'autres termes, les comparer à de gros nuages qui s'entassent certains soirs d'été au-dessus de l'horizon. Ces *cumulus*, ainsi que les appellent les météorologistes, forment des masses évidemment distinctes, et cependant personne ne saurait dire où chacun d'eux se termine.

Nous allons, dans le chapitre suivant, exposer ces idées nouvelles et essayer, à notre tour, d'esquisser le dessin de l'Univers où le système solaire est plongé.



ANCIENS DESSINS DE SATURNE
(D'après GASSENDI et HUYGENS.)



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.

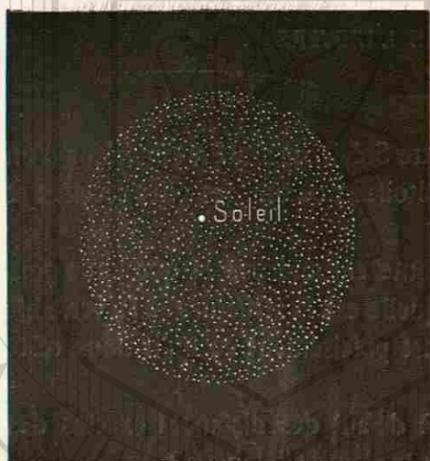
Un simple coup d'œil sur la voûte céleste, par une belle nuit d'hiver, nous montre à l'évidence que les étoiles deviennent de plus en plus nombreuses en approchant de la Voie lactée, mais ceci ne saurait nous renseigner

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

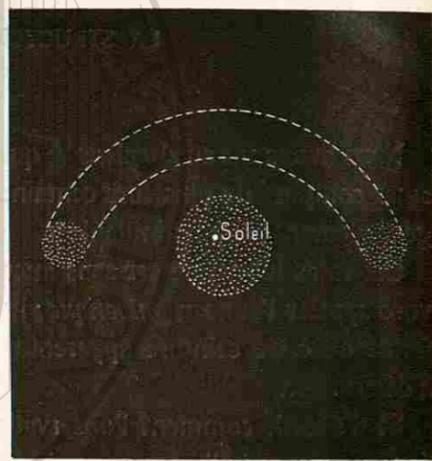
Ah! si la carte photographique du ciel était terminée; si nous avions repéré et catalogué toutes les étoiles enregistrées, le travail ne serait plus qu'œuvre de statistique! Malheureusement, nous sommes encore loin du but rêvé.

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.

A l'aide de nouvelles cartes et de matériaux plus nombreux, le professeur Seeliger a repris, en le perfectionnant, le procédé des *jauges* d'Herschel.

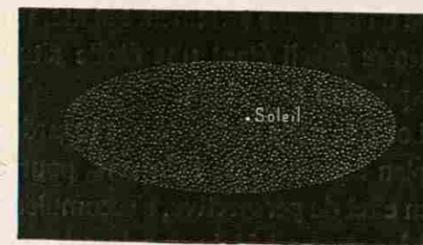
Autour de la Voie lactée, il a tracé des zones au moyen de parallèles distants de 20 en 20 degrés et il a compté le nombre des étoiles dans chaque zone.

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

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



M. PROCTOR, ASTRONOME ANGLAIS (1837-1888)

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



SEELIGER, ASTRONOME ALLEMAND,
CÉLÈBRE PAR SES TRAVAUX D'ASTRONOMIE STELLAIRE

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?

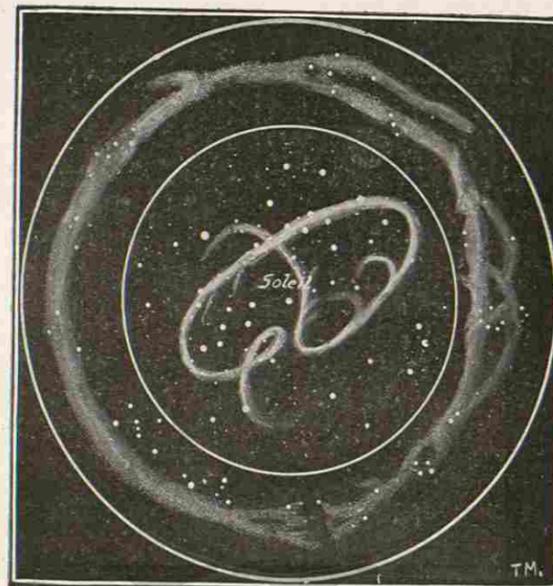
En réfléchissant à toutes ces particularités, Proctor a tenté un nouvel essai de reconstitution.

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.



C. EASTON
ASTRONOME HOLLANDAIS

LES ÉNIGMES DE LA CRÉATION



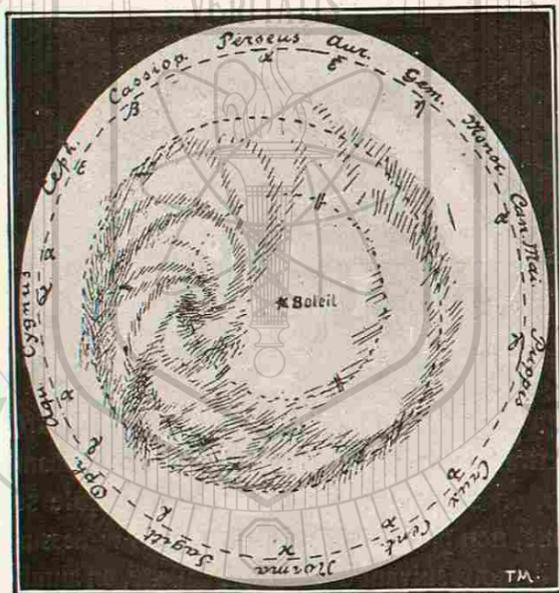
D'APRÈS PROCTOR, LA VOIE LACTÉE RESSEMBLERAIT
A UN SERPENT REPLIÉ SUR LUI-MÊME
Dans la couronne extérieure, la Voie lactée telle qu'elle nous apparaît.

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,

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.)

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.

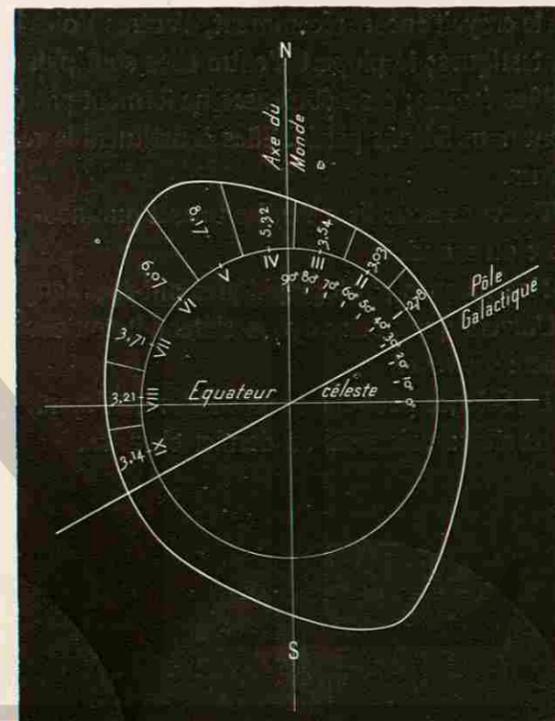
J'ai donné autrefois dans la revue *le Cosmos* mes idées personnelles sur cette formation gigantesque. Sans vouloir épuiser à fond le sujet, qu'il me soit permis d'y revenir ici et d'expliquer d'une façon générale comment je conçois la structure et la formation de l'Univers stellaire.

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



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

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

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

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

connaissent parfaitement la valeur du mot *infini*, qui, dans leur bouche, veut dire *indéfini*.

Nos langues civilisées, ainsi que nos conventions, s'accommodent fort bien de mots dont la signification littérale ne correspond pas à ce qu'ils doivent désigner. Vous parlez souvent des mois de Septembre, Octobre, Novembre et Décembre. Or, ces mots, dérivés du latin, signifient à proprement parler, septième, huitième, neuvième et dixième, alors qu'en réalité personne ne s'y trompe; tout le monde sait que ces expressions s'appliquent aux neuvième, dixième, onzième et douzième mois.

De même pour le mot *infini*, qui veut dire *non fini* et qui, en Algèbre, en Géométrie, en Arithmétique, s'applique, non à des quantités *non finies* ou *infinies*, mais « non susceptibles de mesure ».

Un exemple très simple éclaircira cet apparent mystère.

Divisons 3 000, je suppose, par des nombres de plus en plus petits :

3 000 divisé par 1 000 égale 3 unités.

3 000 divisé par 100 égale 30 unités.

3 000 divisé par 10 égale 300 unités.

3 000 divisé par 1 égale 3 000 unités.

Nous voyons immédiatement que le résultat de notre division est un nombre augmentant au fur et à mesure. Nous n'avons aucune raison de nous arrêter; divisons toujours par des nombres de plus en plus petits, $1/10$, $1/100$, etc.

3 000 divisé par $1/10$ égale 30 000.

3 000 divisé par $1/100$ égale 300 000.

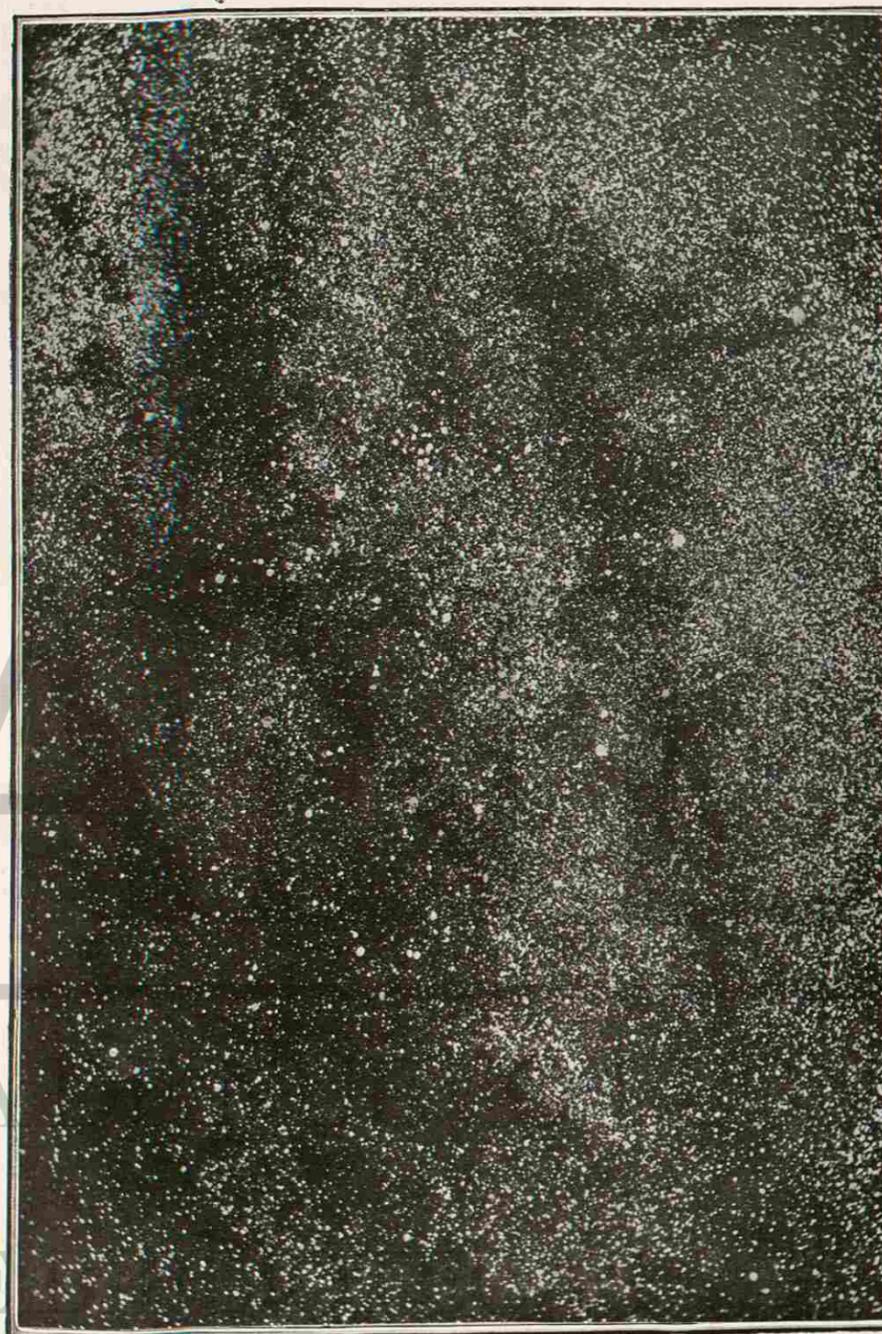
Nous trouverions de même que 3 000 divisé par *un milliardième* donnerait 3 milliards; en le divisant par *un billionième*, nous obtiendrions 3 trillions.

Arrêtons là cet exercice fastidieux; nous pourrions le continuer indéfiniment sans autre profit que cette constatation: toutes les fois que nous divisons un nombre par des quantités de plus en plus petites, le quotient augmente de plus en plus.

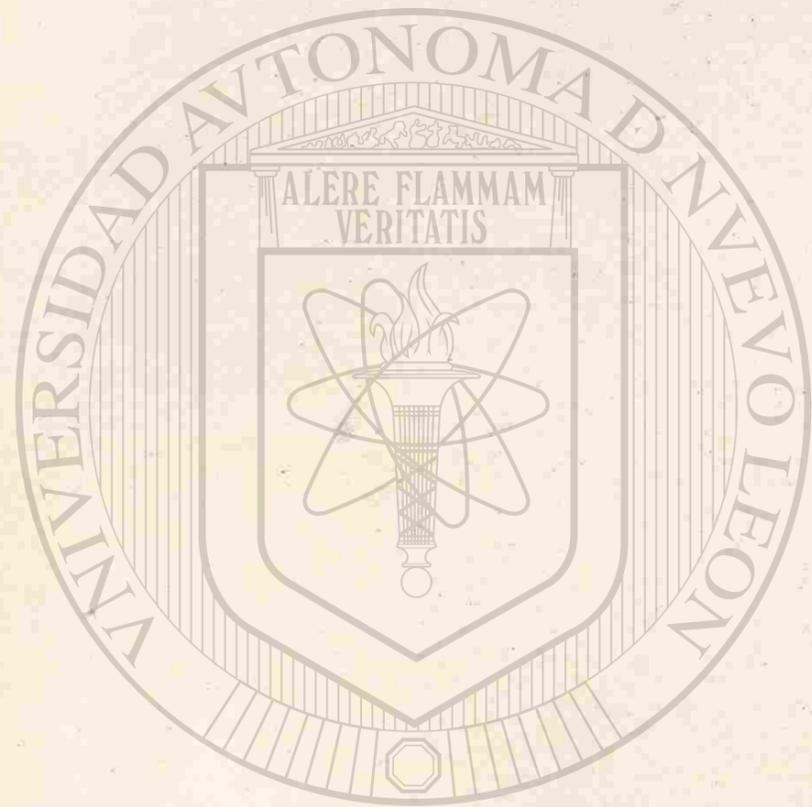
Si le nombre qui est le diviseur tend vers zéro, le quotient tend à augmenter indéfiniment.

Les mathématiciens qui représentent l'infini par un 8 renversé (∞) expriment ce que nous venons de trouver par une formule qui s'écrit

$$\text{ainsi : } \frac{3\,000}{0} = \infty.$$



PHOTOGRAPHIE DE LA VOIE LACTÉE DANS LA CONSTELLATION DE CÉPHÉE



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ce qui veut dire littéralement: « une quantité quelconque divisée par zéro égale l'infini »; mais cette expression mal interprétée serait abusive et fautive; il faut lire: « une quantité quelconque divisée par un nombre qui tend vers zéro donne un quotient croissant indéfiniment ».

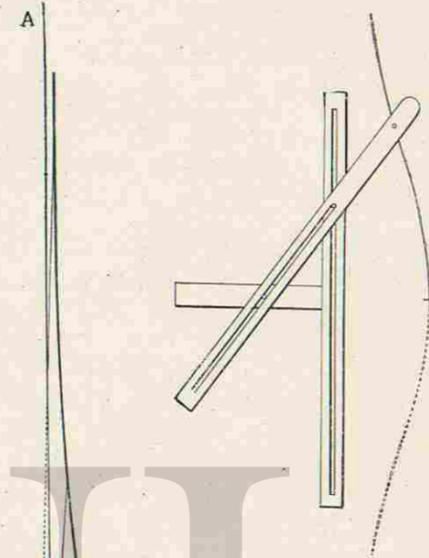
Souvent, en Mathématiques, le mot *infini* est synonyme de *jamais*. On dit habituellement des parallèles qu'elles se rencontrent à l'infini; traduisez: « des parallèles ne se rencontrent jamais ».

Parfois aussi une ligne peut s'approcher constamment d'une autre sans jamais la rencontrer: elle s'appelle alors *asymptote*. On dit néanmoins que les deux lignes se rejoignent à l'infini.

En voici un exemple extrêmement simple; il a été imaginé, croit-on, par Nicomède, géomètre grec, vivant avant l'ère chrétienne.

Traçons avec une équerre un angle droit ABC ; choisissons en dehors de cet angle un point O ; de ce point tirons des droites rayonnantes qui seront coupées par un des côtés de l'angle droit. Si maintenant, au delà de ce côté nous prenons des longueurs égales, nous obtenons des points 1, 2, 3, 4, etc., qui vont nous servir à tracer une courbe; c'est une *conchoïde*, parce que sa forme rappelle celle d'une coquille.

Eh bien! il est facile de voir que jamais cette courbe ne pourra rencontrer la droite AB . Vous aurez beau prolonger vos rayons partis de O , le point de la courbe sera toujours en dehors de la droite, bien qu'il s'en rapproche indéfiniment.



UNE RÈGLE GLISSANT SUR UN T A DESSIN SERT À TRACER LA CONCHOÏDE

CETTE COURBE APPELÉE CONCHOÏDE (VOIR LE TEXTE) NE POURRA JAMAIS RENCONTRER LA DROITE VERTICALE QU'ELLE CÔTOIE; CEPENDANT ELLE S'EN RAPPROCHE SANS CESSER

©

Nicomède avait même inventé un appareil composé d'une sorte de T de dessinateur et d'une règle glissant sur ce T au moyen de rainures, pour tracer une portion de la courbe d'une façon continue.

On pourrait à la suite des anciens géomètres, passés maîtres en ce genre d'exercices, multiplier indéfiniment ces exemples.

Ce que nous avons dit vous suffira pour mieux comprendre ce que l'on entend par *infini* en géométrie.

D'ailleurs, résumant cette intéressante question, M. Tannery, l'un des meilleurs mathématiciens de notre temps, écrivait : « La notion de l'infini, dont il ne faut pas faire un mystère en Mathématiques, se réduit à ceci : après chaque nombre entier il y en a un autre. »

L'infini mathématique n'est donc pas le vrai infini, car l'adjectif infini ne peut s'appliquer à un nombre ; Dieu seul est infini.

Il ne peut donc exister un nombre infini d'objets quelconques. Une cause même toute-puissante ne saurait créer un nombre infini de poules, de renards, d'atomes ou d'étoiles. Et remarquez qu'en affirmant ceci, nous ne limitons pas la puissance divine ; Dieu ne peut, ni vouloir des choses contradictoires, ni réaliser l'illogisme.

Qu'il y ait possibilité pour lui de créer un nombre encore plus grand d'étoiles, je n'y contredis point, car j'ignore pour quelles raisons il s'est limité, mais que ce nombre soit infini, je le répète encore une fois, ceci est absurde.

Si nous voulons rester sur le terrain strictement scientifique, notre question du début doit donc se changer en celle-ci :

Nos instruments ont-ils atteint la limite extrême de l'Univers ? Pouvons-nous dans toutes les directions nous vanter d'avoir rencontré les dernières étoiles ?

Pour difficile que soit le problème, on peut l'envisager comme ayant un sens nettement défini ; il relève de l'expérience.

En étudiant le nombre des étoiles enregistrées par ordre d'éclat, il est facile de remarquer une augmentation progressive lorsque nous passons d'une grandeur à la suivante. Règle générale, il faut multiplier par 3,5 le nombre des étoiles d'une grandeur donnée pour trouver celui qui représente le total des astres de la grandeur immédiatement au-dessous. Le calcul donne environ 2 millions d'étoiles de la dixième grandeur, 7 millions de la onzième et ainsi de suite. Or, nous observons ou plutôt nous enregistrons sur nos plaques des étoiles de 18^e grandeur. Si le taux d'accroissement est continu, nous devons arriver à un nombre total de 1 400 millions d'étoiles.

Eh bien ! ce nombre effrayant n'est pas confirmé par les « jauges » stellaires.

À partir de la dixième grandeur environ, cette loi d'accroissement progressif n'existe plus, il y a une diminution relative d'étoiles faibles.



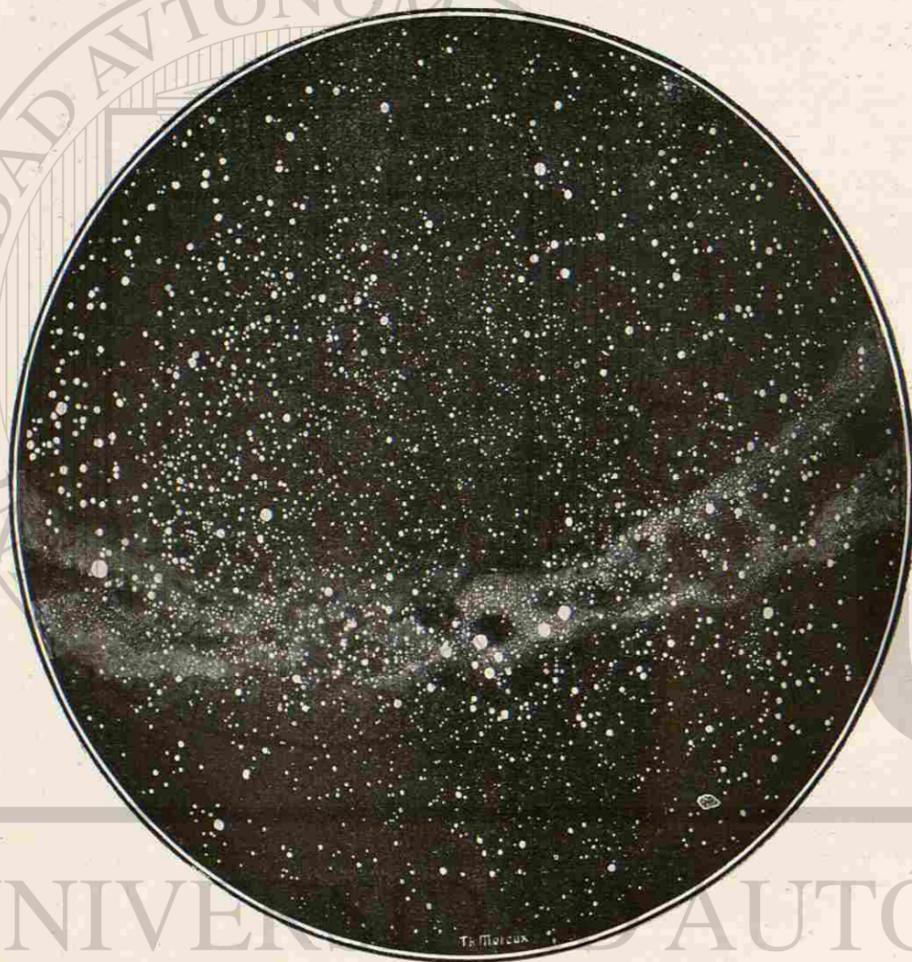
LES ÉTOILES VISIBLES À L'ŒIL NU DANS L'HÉMISPÈRE BORÉAL

La carte photographique du ciel contiendra, a-t-on dit, au grand maximum, 140 millions d'étoiles ; nous voilà bien éloignés des 1 400 millions de tout à l'heure.

D'ailleurs, ce chiffre de 140 millions a été un peu lancé au hasard.

M. Stroobant a étudié dans ces derniers temps les clichés de la carte du

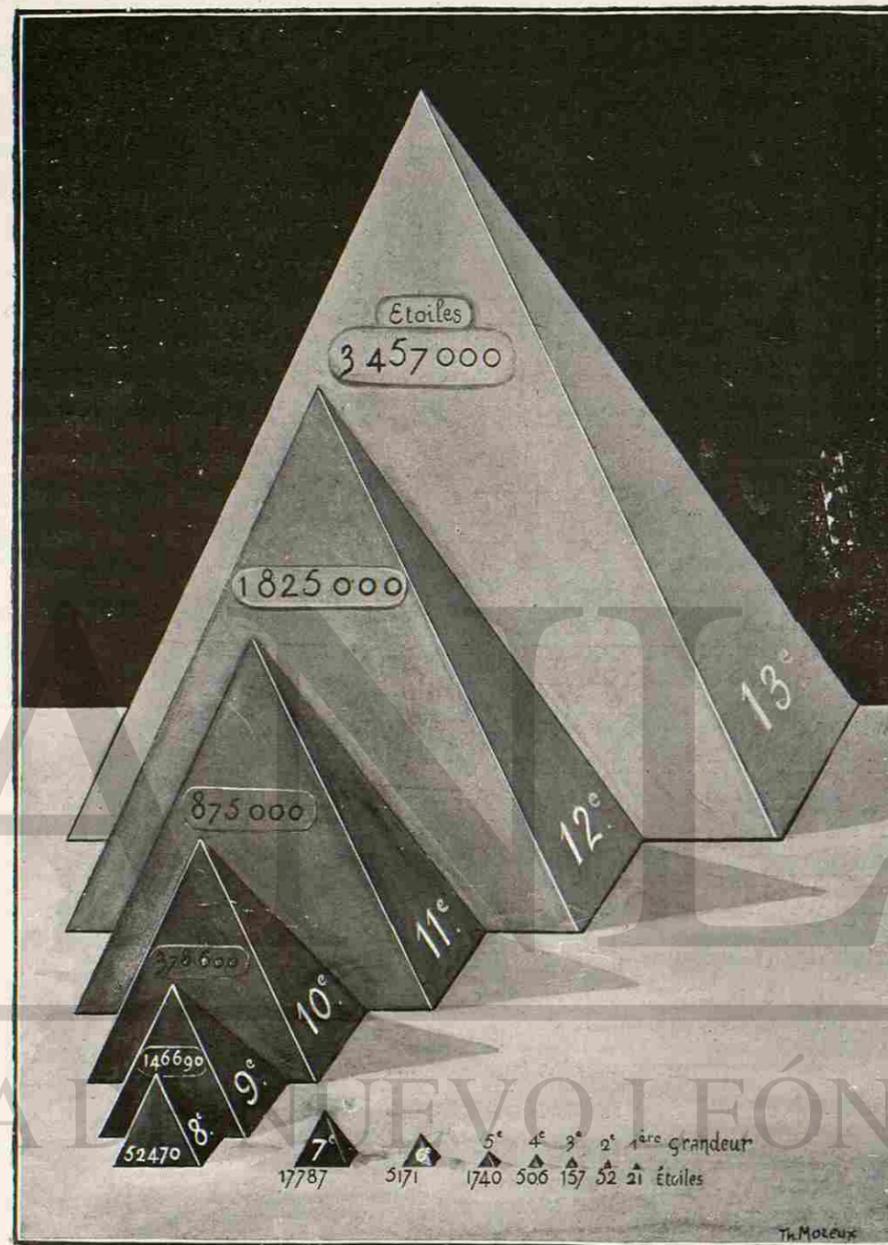
ciel qu'on peut dès maintenant utiliser; les étoiles marquées sur les plaques ne dépassent pas, il est vrai, la quatorzième grandeur, mais déjà on sent que l'accroissement n'est pas progressif, et, d'après les mesures photographiques, en admettant qu'on ne dépasse pas la quatorzième grandeur,



LES ÉTOILES VISIBLES A L'ŒIL NU DANS L'HÉMISPHERE AUSTRAL

la carte ne contiendrait guère plus de 10 millions d'étoiles; c'est relativement peu.

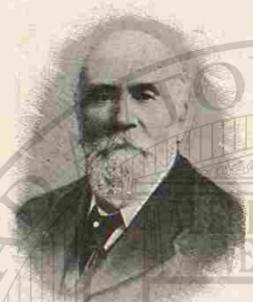
Tout nous porte à croire, par conséquent, que si nos instruments étaient plus puissants, il n'y aurait plus d'astres visibles à partir d'une certaine grandeur.



LE VOLUME DE CES PYRAMIDES EST PROPORTIONNEL AU NOMBRE D'ÉTOILES DE CHAQUE GRANDEUR DE LA PREMIÈRE A LA TREIZIÈME

Et, en fait, on ne voit pas précisément pourquoi la plaque photographique ne donnerait pas les grandeurs inférieures à la dix-huitième; il

suffirait d'augmenter le temps de pose. L'expérience a été faite bien des fois, nous allons en donner quelques exemples.



LE D^r ISAAC ROBERTS (1829-1904), ASTRONOME ANGLAIS CÉLÈBRE PAR SES TRAVAUX DE PHOTOGRAPHIE STELLAIRE

« Bien que le nombre des étoiles visibles dans les Pléiades, dit M. Wallace, croisse rapidement en proportion de la dimension du télescope employé, et que la photographie ait encore augmenté le nombre des étoiles dans ce groupe remarquable, on a découvert récemment qu'une longueur d'exposition prolongée au delà de trois heures ajoute très peu d'étoiles au nombre visible sur la photographie prise en 1885 à l'Observatoire de Paris, et sur laquelle on peut compter plus de deux mille étoiles. Même avec ce grand nombre d'astres sur un espace de ciel aussi restreint, il existe entre les points brillants des places vides relativement grandes, et un coup d'œil sur la photographie originale suffit pour montrer qu'il y aurait largement place pour bien des fois le nombre d'étoiles actuellement visibles. »

Le D^r Isaac Roberts arrive aux mêmes conclusions :

« Il y a onze ans, on prit des photographies de la grande nébuleuse d'Andromède au moyen du réflecteur de 50 centimètres de diamètre, et l'on exposa ces plaques durant des intervalles de quatre heures ; sur plusieurs d'entre elles se fixèrent des reproductions d'étoiles allant jusqu'à la dix-septième et la dix-huitième grandeur, ainsi que les nébuleuses d'un degré de faiblesse équivalent. Les pellicules des plaques obtenues à cette époque étaient moins sensibles que celles des cinq dernières années, et, durant cette période, les photographies des nébuleuses exposées pendant quatre heures ont été prises avec le réflecteur de 50 centimètres. Aucune extension des nébuleuses, aucune augmentation dans le nombre des étoiles ne se sont manifestées sur les dernières plaques à sensibilité rapide, par rapport aux premières plus lentes, bien que les reproductions d'étoiles, comme aussi des nébuleuses, acquièrent une densité plus grande sur les dernières plaques. »



S. NEWCOMB, NÉ AU CANADA EN 1835, MORT EN 1909, FUT L'UN DES PLUS GRANDS MATHÉMATIENS MODERNES

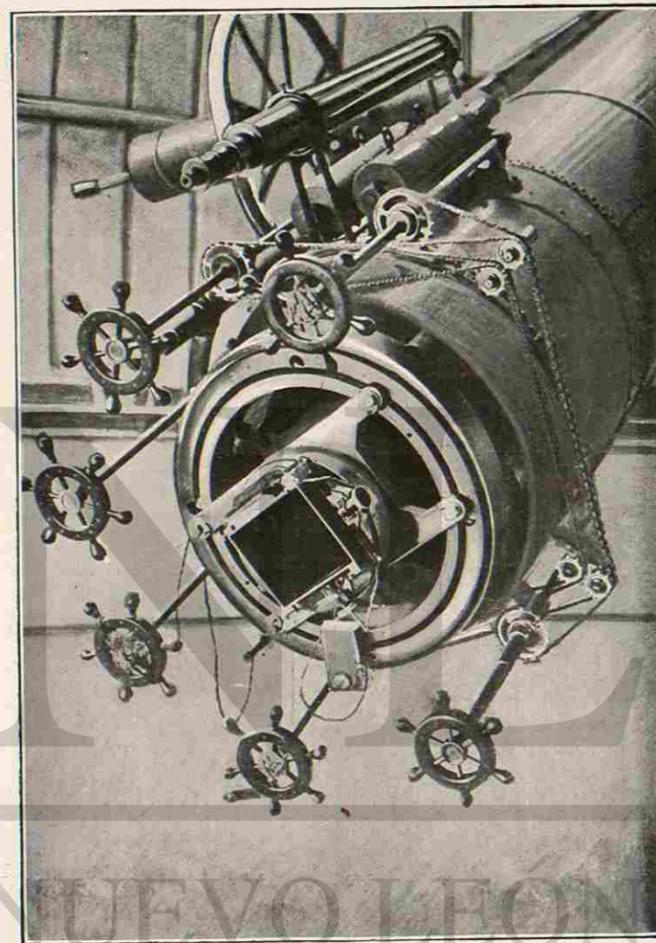
Les résultats ont été les mêmes pour la nébuleuse d'Orion et pour les Pléiades. Même dans le Cygne, en pleine Voie lactée, des poses variant du simple au double n'ont pas montré un plus grand nombre d'étoiles faibles.

A partir d'une certaine durée d'exposition, les plaques sensibles n'enregistrent plus rien.

Nous sommes donc assurés que dans certaines parties du ciel, au moins, nous atteignons les limites mêmes de notre Univers.

En d'autres régions, surtout dans les parties les plus denses de la Voie lactée, là où les étoiles se projettent les unes derrière les autres, il est bien difficile de savoir jusqu'où pénètre notre rayon visuel, mais évidemment, quelle que soit la grandeur du cercle galactique, il a une limite définie. En certains points même, nous avons de bonnes raisons de croire que les

dernières étoiles ne dépassent pas la distance de 3 000 années de lumière. La lumière mettrait donc environ 6 000 années dans cette hypothèse pour traverser de part en part notre univers, qui n'aurait de ce fait que 60 quadrillions de kilomètres d'étendue. C'est déjà inimaginable, mais c'est une quantité finie.



L'OCULAIRE DE LA GRANDE LUNETTE DE L'OBSERVATOIRE YERKES (Le châssis photographique est mis en place pour une pose stellaire.)

Miss Clerke, qui a résumé en de remarquables ouvrages la conclusion de la science moderne à ce sujet, s'exprime ainsi :

Le monde sidéral, selon toute apparence, nous présente un système fini. Il est à peu près certain que l'espace semé d'étoiles est de dimensions mesurables, car si l'on suppose que les étoiles sont innombrables, il en résulterait une somme de radiations sans limites, par laquelle l'obscurité serait bannie des cieux; l'inter-espace rendu lumineux par les rayons mélangés de soleils sans distinction individuelle possible éblouirait nos faibles sens d'une monotone splendeur, à moins que la lumière ne subit quelque affaiblissement dans l'espace.....

Or, rien jusqu'à présent ne prouve que cette cause d'affaiblissement existe; Newcomb, l'un des premiers mathématiciens et astronomes du monde, avait envisagé longuement cette hypothèse, et sa conclusion était que toutes les raisons militent en faveur d'une transparence absolue de l'espace céleste. Seule, la présence de notre atmosphère pourra diminuer l'éclat des plus faibles étoiles.

« La collection d'étoiles que nous appelons l'Univers, dit-il, est d'une étendue limitée. Les plus petites étoiles que nous pouvons voir à l'aide des plus puissants télescopes ne sont pas, pour la plupart, plus distantes que celles qui sont plus brillantes; ce sont surtout des étoiles ayant moins d'éclat et situées dans les mêmes régions. »

« Si le système stellaire, ajoute-t-il plus loin, s'étendait indéfiniment, les cieux entiers seraient remplis d'une lumière aussi brillante que le soleil, tandis que toutes les étoiles réunies ne donnent au grand maximum que la six-millionième partie de la lumière solaire. »

Nous pouvons nous demander maintenant si au delà de ces millions de soleils, de ces millions de nébuleuses, il existe d'autres mondes, d'autres Univers; si, après avoir parcouru des espaces inimaginables, nos regards étonnés ne rencontreraient pas d'autres agglomérations de Voies lactées nouvelles.

Ces questions, nous pouvons nous les poser évidemment; elles n'ont rien d'absurde en elles-mêmes; tout ce que nous pouvons dire cependant, c'est que rien jusqu'ici ne nous autorise à concevoir de semblables hypothèses; ce sont des fantaisies à peine scientifiques, et rien autre.

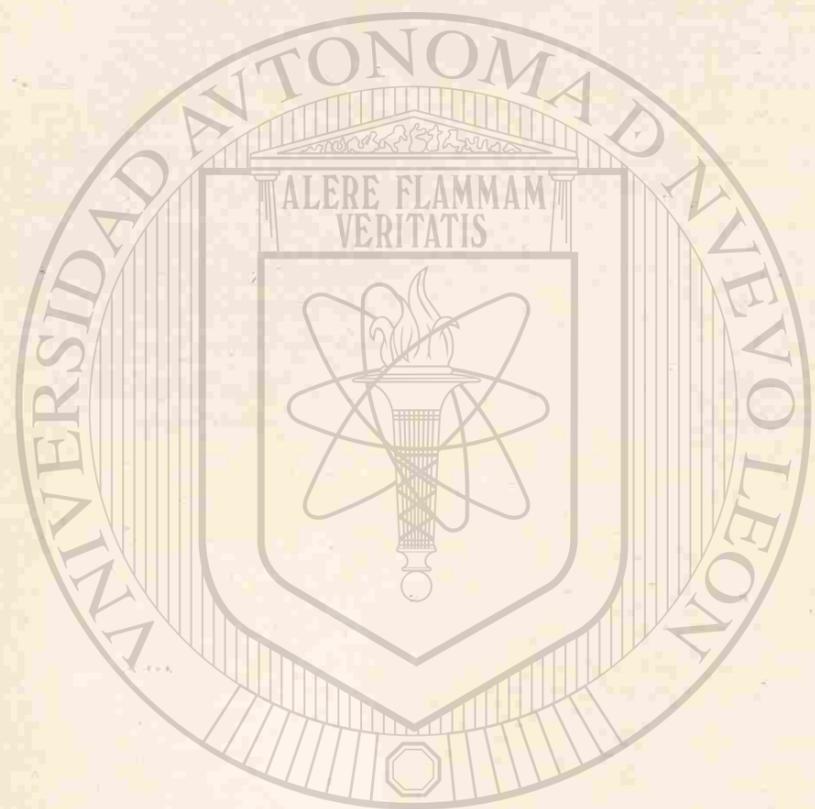
Je sais bien que notre imagination toujours en éveil n'est jamais satisfaite. Au delà des dernières étoiles, nous essayons de concevoir des espaces sans fin, rêves chimériques provenant de ce que nous nous faisons généralement une idée fausse de l'étendue.

L'espace n'est rien en dehors de la substance matérielle, et de même que le temps ne saurait se concevoir sans quelque chose qui dure, de même l'espace n'existerait pas si la matière était anéantie.

Arrêtons ici ces questions d'ordre métaphysique, elles nous entraîneraient beaucoup trop loin; au reste le champ que nous avons à explorer est immense, et, puisque nos sciences modernes ont réussi à pénétrer plus avant les grandes énigmes de la nature, sachons en profiter pour continuer nos conquêtes et admirer l'œuvre du Divin Architecte.

Dieu infini de la Terre où j'étais, je n'avais pas compris le chant de David : « Les cieux racontent la gloire de Dieu, et le firmament publie la magnificence de ses œuvres. » Mon esprit peut errer à travers les espaces, voler de monde en monde, frôler des soleils monstrueux, fournaies titanesques semblables au Chaos, se perdre au sein des nébuleuses phosphorescentes, assister à l'agonie des systèmes vieilliss; des millions et des millions d'années ne lui suffiraient pas pour visiter ces splendeurs; mon âme extasiée ne se lasserait pas d'admirer cette profusion et cette variété de richesses, parce que c'est Toi qu'elle retrouverait partout et toujours.

Je suis est ton nom; cette création est ton œuvre, peut-être n'est-elle pas la seule, mais toutes, présentes, passées ou futures, ne sont rien en face de ton Être; devant Toi, toutes sont comparables au néant; à peine est-ce un voile léger derrière lequel brille la lumière de tes infinies perfections.....



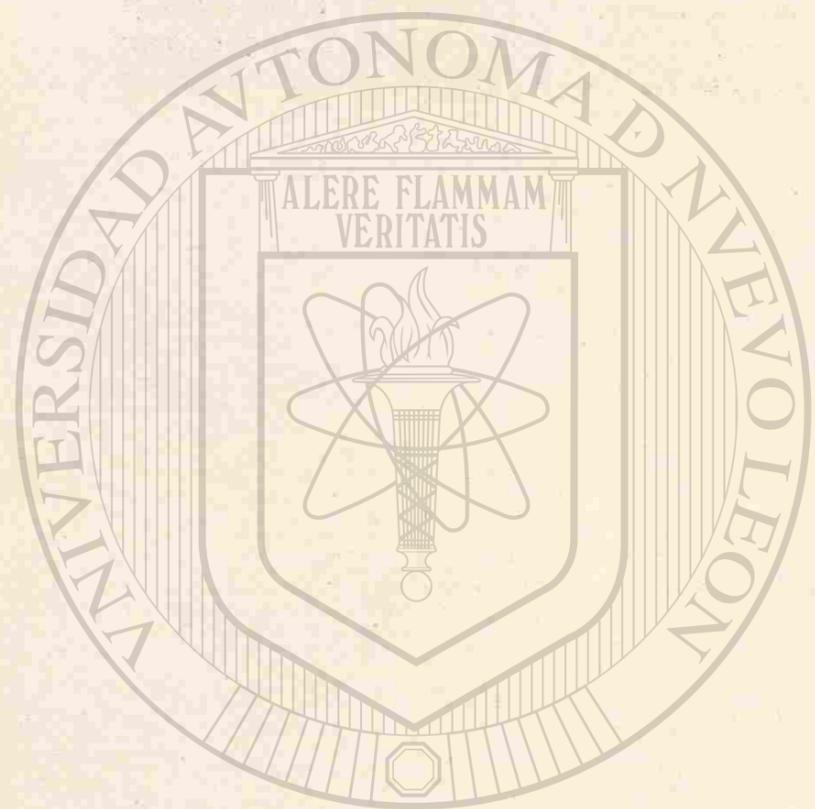
DEUXIÈME PARTIE
OU ALLONS-NOUS?

UANI

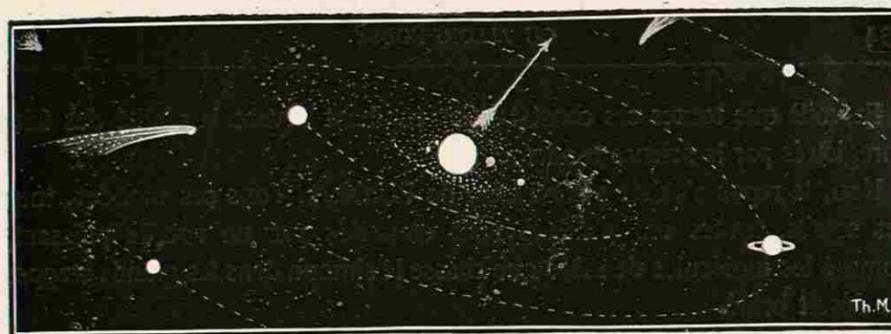
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CHAPITRE PREMIER

LA CHUTE DES MONDES

La contemplation du ciel étoilé n'a cessé de poser à l'esprit humain les plus insondables problèmes.

Jour par jour, cependant, les solutions se précisent : le mécanicien analyse les mouvements célestes en apparence désordonnés, et en fait surgir les lois qui ont immortalisé les Képler et les Newton ; le chimiste, à l'aide d'instruments inconnus de nos pères, nous révèle les substances brûlant au sein de ces foyers formidables que sont les étoiles : poussières de mondes répandues dans l'espace, myriades d'univers où s'agitent peut-être des créatures qui vivent et qui pensent ; fournaises de Titan éclairant les planètes avec leurs satellites.

Du minuscule grain de sable où l'homme est retenu prisonnier, voilà ce que nous apercevons pendant les rares loisirs que nous laissent nos mesquines querelles, voilà ce qu'ont aperçu nos ancêtres, et, de cet ensemble majestueux, il s'est dégagé peu à peu cette idée presque dogmatique de l'immutabilité des cieux.

Nos constellations ressemblent à celles qu'avaient notées les pasteurs dans les plaines de la Chaldée et les prêtres de Babylone du haut des terrasses de leurs villes, aujourd'hui enfouies sous la poussière des siècles.

Homère n'a-t-il pas chanté les Pléiades, Orion, l'Œil du Taureau, aussi bien que Virgile ou nos poètes modernes ?

Cependant que les civilisations disparaissaient, le ciel semblait assister impassible aux lentes révolutions de la Terre.

Telle est la pensée qu'on pourrait se croire en droit de dégager des études relatives à l'histoire de l'astronomie.

Et voilà que toutes ces constatations tombent devant la réalité des faits enregistrés par la science moderne.

Non, le repos n'existe pas au sein de l'Univers. Tous ces mondes, tous ces soleils, toutes ces planètes sont emportés par un souffle puissant, comme les molécules de sable que chasse le simoun dans les grands steppes du désert brûlé.

« Toutes les étoiles fixes, disait déjà Fontenelle dans ses *Entretiens*, sont autant de soleils, centres comme notre Soleil, chacun dans son tourbillon....., et qui peuvent se mouvoir de cette façon. »

Les anciens soupçonnaient donc déjà cette agitation universelle, mais que diraient maintenant Cassini, Bradley, Tobias Mayer et tant d'autres en présence des résultats dûment constatés?

Chaque année, nous entassons les clichés d'étoiles, et nos collections successives ne se ressemblent pas. Sans doute, d'un seul coup d'œil, notre rétine ne soupçonne aucune variation; mais, dès que le microscope intervient, les aspects sont changés.

Les plages brillantes sont méconnaissables, les points d'or se sont déplacés, et comme notre Soleil fait partie intégrante de la Voie lactée, nous sommes amenés à nous demander si nous aussi, rivés à son attraction, nous ne jouons pas un rôle dans cette procession immense de soleils lancés dans l'espace.

Etudier les déplacements des étoiles, mesurer leur vitesse, reconnaître la direction où les emportent leurs mouvements divers, tels sont les sujets qu'ont abordés avec succès les études modernes de l'astronomie.

A la solution de ces délicats problèmes se rattache la question de notre destinée stellaire.

Les positions comparées des étoiles à des intervalles de temps considérables dénotent le plus souvent des changements faibles, il est vrai, mais évidents, et en apparence absolument capricieux. Ce sont les *mouvements propres*; ils se distinguent des mouvements apparents dus à la lente variation des points de repère qui servent à fixer les positions de tous les corps célestes projetés sur la surface intérieure d'une sphère imaginaire concave.

Ces mouvements propres sont très difficiles à déterminer: ils exigent des observations extrêmement délicates et de grandes précautions pour comparer dans des conditions similaires des mesures faites à des dates éloignées.

Souvent aussi on peut imputer les différences à des erreurs faibles d'observation ou de calcul; dès lors, deux constatations faites à des dates éloignées ne suffisent plus; il faut, pour être certain du mouvement réel, une troisième observation intermédiaire concordant avec les deux autres en grandeur et en direction.

A priori, nos idées modernes sur la Mécanique nous permettent d'affirmer que pas une étoile de la voûte céleste ne saurait demeurer au repos; mais en réalité, nous n'avons vérifié le fait que sur un petit nombre d'entre elles, 10 à 12 000 au maximum.

Ce sont, pour la plupart, les étoiles de l'hémisphère Nord visibles à l'œil nu, et que Bradley observait entre 1750 et 1762. Dans l'hémisphère austral, nous ne possédons comme observations anciennes que celles de l'abbé Lacaille, se rapportant à une soixantaine d'objets rigoureusement repérés.

De ce chef, nous avons donc des observations exactes et nombreuses datant de plus d'un siècle et demi; d'autre part, les catalogues de Piazzini, de Lalande et de Groombridge sont venus les compléter; et, si nous ajoutons à cet ensemble les données fournies par la photographie en ces dernières années, nous voyons que nous laissons à la postérité une masse de matériaux suffisants pour résoudre le problème capital des mouvements stellaires.

Ce problème est d'ailleurs relativement récent.

A l'œil nu, il est impossible de découvrir une différence quelconque entre nos constellations actuelles et celles que connaissaient les anciens.

Les alignements d'étoiles que nous proposons aux débutants en astronomie pour se reconnaître dans le ciel seront encore vrais dans deux mille ans.

Sans doute, chacune des étoiles indiquées se sera avancée dans l'espace de millions et de millions de lieues, mais la distance est si considérable, que le chemin parcouru reste insignifiant.

Des étoiles mettant un siècle pour franchir 30 secondes d'arc, soit à peu près un sixième du diamètre lunaire, sont regardées comme de rapides voyageuses; on n'en compte guère qu'une centaine qui réussissent en un siècle à parcourir cent secondes et plus. Celles-ci alors, en les supposant toutes assez brillantes pour être visibles à l'œil nu, se déplaceraient d'une façon très sensible en deux milliers d'années, même pour un observateur peu attentif. Mais, parmi ces voyageuses extra-rapides, très peu sont visibles sans le secours d'instruments, et dix seulement atteignent la quatrième grandeur; leurs déplacements ne peuvent donc pas modifier d'une façon sensible la face des cieux.

Evidemment, les étoiles qui ont leur mouvement apparent très rapide sont parmi les plus proches de la Terre. En fait, le voisinage et la vitesse angulaire varient dans la même proportion, et quand un certain nombre d'étoiles possèdent des mouvements égaux, on peut conclure qu'elles sont à peu près à la même distance de notre œil.

Toutefois, ceci n'est vrai que très approximativement et souvent des calculs de ce genre basés sur des raisons théoriques probables se sont montrés, dans la pratique, tout à fait contraires à la vérité. Nous connaissons des étoiles à grands mouvements propres qui sont cependant à d'énormes distances; et si l'on ne connaît pas encore d'étoiles à grandes parallaxes douées d'un mouvement propre très faible ou nul, c'est peut-être parce qu'on ne les a pas recherchées. Il y aurait là, évidemment, une étude intéressante, et dont nous possédons tous les matériaux dans la collection de clichés photographiques pris depuis vingt ans.

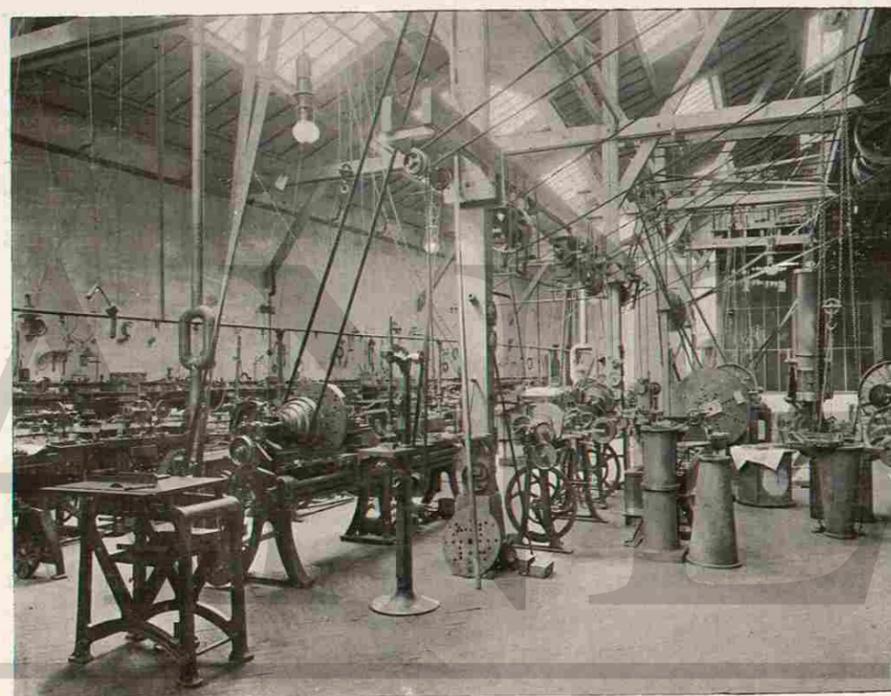
Quoi qu'il en soit, il est évident à première vue que dans l'ensemble, la somme de mouvement visible pour un nombre donné d'étoiles doit diminuer à mesure que leurs distances augmentent; et puisque l'éclat diminue aussi pour la même raison, et même beaucoup plus rapidement, on ne peut éviter la conclusion que, d'une façon très générale, le mouvement et la grandeur doivent varier suivant un rapport déterminé.

Les étoiles de sixième grandeur photométrique, par exemple, ne nous envoient que la centième partie de la lumière que nous recevons des étoiles de première grandeur; elles doivent donc être en moyenne dix fois plus éloignées. Autrement, nous serions amenés à admettre qu'il existe une différence systématique d'éclat réel entre les étoiles grandes et petites en apparence, ce qui est invraisemblable. Mais si la distance moyenne des étoiles de sixième grandeur est dix fois celle des étoiles de première grandeur, leur mouvement moyen ne sera que le dixième.

En fait, cependant, il est loin d'en être ainsi. Les mouvements propres des classes d'étoiles diminuent sans doute avec leur éclat, mais non dans la proportion indiquée par le calcul. Jusqu'à la sixième grandeur, les mouvements observés sont plus faibles que les mouvements calculés; pour les étoiles au-dessous de la sixième grandeur, les documents sont trop rares pour qu'on puisse tirer une conclusion certaine. Cette anomalie peut s'expliquer sans doute en partie par le fait que les étoiles de sixième et septième grandeur sont, en réalité, des corps plus petits ou d'un éclat intrinsèque moindre que les étoiles des première et deuxième grandeurs, et

sont, par conséquent, moins éloignées que pourraient le faire supposer leur éclat, et en partie parce qu'il peut exister une classe spéciale d'étoiles douées d'un faible pouvoir lumineux, mais voyageant avec une vitesse exceptionnelle; grâce à cette influence, les plus faibles étoiles seraient en même temps les plus rapides.

Le professeur Kapteyn a établi d'une façon générale que le mouvement propre varie avec la distance, mais que la grandeur n'est pas une preuve certaine de la distance. Ainsi les étoiles des types Sirians et hélium sont,



ATELIER DE CONSTRUCTION DE LA MAISON PRIN, DE PARIS,
D'OU SONT SORTIS D'IMPORTANTES INSTRUMENTS QUI SERVENT A NOS OBSERVATOIRES MODERNES

dans l'ensemble au moins deux fois et demie plus éloignées que les étoiles solaires de même grandeur photométrique. Les premières brillent donc avec une intensité sept fois plus grande que les dernières. Par conséquent, des variations dans la distribution des genres spectraux peuvent troubler beaucoup la progression méthodique des mouvements propres observés. Il y a là une source évidente d'anomalies, et un nombre relativement grand d'étoiles « blanches » comprises dans les 50 ou 60 plus beaux astres du firmament doivent être particulièrement signalées.

Campbell, en classant les vitesses radiales de 280 étoiles, a trouvé que les mouvements sont plus rapides pour les petites étoiles, mais ceci peut provenir de ce que les étoiles examinées appartenaient surtout à une classe spéciale. On sait, par exemple, que les étoiles du type hélium (Voir *Où sommes-nous?*) voyagent plus lentement que les autres étoiles; si elles sont en plus grand nombre parmi les brillantes étoiles de Campbell, on a l'explication de son observation. Les étoiles Siriennes vont encore plus vite, mais ce sont les étoiles solaires qui l'emportent. Ceci peut tenir à ce fait que les étoiles solaires, en raison d'un moindre éclat intrinsèque, sont plus voisines de nous pour une grandeur donnée.

Toutefois, si l'on examine un tableau des mouvements propres stellaires, on constate aussitôt que les mouvements les plus rapides appartiennent à des astres faibles; ainsi, sur les 30 plus rapides étoiles que nous connaissons, plus de la moitié sont invisibles à l'œil nu, et les quatre premières ont une grandeur moyenne de 7,3; onze sont au-dessous de la huitième grandeur, tandis qu'il n'y a que deux étoiles de la première grandeur, aucune de la deuxième, et une seule de la troisième grandeur.

C'est à Halley que nous devons la découverte du mouvement propre de quelques étoiles. Dès 1715, il trouvait que les brillantes étoiles Sirius, Arcturus et Aldébaran avaient sensiblement changé de position depuis l'époque des plus anciennes observations. Cet intéressant résultat fut confirmé par Jacques Cassini en 1738; cet astronome reconnut qu'Arcturus s'était déplacé de 5 minutes d'arc en 152 ans; c'était un mouvement annuel de deux secondes par an, concordant très bien avec la détermination moderne de 2",3.

Les observations récentes ont pleinement confirmé la découverte des mouvements stellaires, et actuellement, comme nous le disions plus haut, on a reconnu des mouvements perceptibles dans un nombre considérable d'étoiles. On a même la certitude qu'aucune étoile ne peut être immobile.

Le plus grand mouvement propre qu'on ait encore découvert appartient à une étoile de grandeur 8,5 située dans la constellation australe : *le Chevalier du peintre*. Il fut déterminé en 1897 par l'astronome hollandais Kapteyn, de Groningen, qui travaillait avec Gill et Innes à la confection du Catalogue photographique du Cap. En comparant les divers clichés pris à cet Observatoire, Kapteyn fut surpris de noter l'impression d'une étoile de huitième grandeur qui, à première vue, n'existait pas dans les catalogues. Cependant, l'examen de différentes listes d'étoiles et de plusieurs photo-

graphies lui montra bientôt d'une façon évidente que l'étoile avait déjà été aperçue et photographiée, mais toujours dans des positions différentes. L'étude des positions observées à diverses époques prouva que l'étoile avait le mouvement le plus rapide connu jusqu'alors. Toutefois, si grand que fût son mouvement, il faudrait environ 150 000 ans à cette étoile pour faire un tour complet du ciel, en supposant qu'elle fût animée d'un mouvement de révolution autour du Soleil comme centre. Au bout de 221 ans, elle ne se déplace sur la voûte céleste que d'une valeur égale au diamètre solaire.

Jusqu'à-là, le premier rang avait été occupé par 1 830 Groombridge, petite étoile de grandeur 6,2, située dans la Grande-Ourse, et signalée par Argelander en 1842 pour sa vitesse de progression, capable de lui faire parcourir en 185 000 ans la sphère céleste tout entière. Son mouvement apparent sur la sphère est de 7",04, tandis que celui de l'étoile Z C 5 h 243 Cordova, découvert par Kapteyn, est de 8",70. Pour franchir l'espace correspondant à un diamètre solaire, il lui faut 255 ans.

Dans la même région du ciel que 1 830 Groombridge, nous trouvons encore deux autres étoiles à mouvements propres rapides : c'est d'abord 21 185 Lalande, de grandeur 8,5, et qui se déplace annuellement de 4",8, ce qui lui ferait franchir un espace égal au diamètre solaire en un peu plus de 400 ans, et l'étoile 21 258 Lalande, de huitième grandeur et demie, dont la vitesse de 4",4 la transporterait à la même distance en 437 ans environ.

Quelques autres étoiles dans le ciel sont cependant plus rapides : ainsi 9 352 Lacaille, dans le Poisson austral, a une vitesse apparente exactement égale à celle de 1 830 Groombridge; 32 416 Cordova, de grandeur 8,2, dans l'Atelier du Sculpteur, possède un mouvement propre de 6",2. La fameuse étoile 61 Cygne, l'une de nos plus proches voisines de sixième grandeur environ, se meut à raison de 5",2 par an, et franchirait le diamètre solaire en 370 ans.

Toutes ces étoiles sont relativement faibles; deux au plus seraient visibles à l'œil nu.

Parmi les astres brillants qui peuplent la voûte céleste pendant les belles nuits sans Lune, α de la constellation du Centaure, notre plus proche voisine, occupe la première place au point de vue des mouvements propres apparents; il ne lui faudrait pas moins de 520 ans pour franchir un espace égal au diamètre solaire. Arcturus la suit de loin avec un mouvement apparent de 2",3, ce qui suppose plus de 835 ans pour un déplacement

analogue à celui qui nous a jusqu'ici servi de terme de comparaison. Et cependant, nous allons voir combien, sur ce point comme sur beaucoup d'autres, les apparences sont trompeuses. Nous serions tentés de croire, en effet, que le mouvement réel de la belle étoile du Bouvier est relativement lent, bien inférieur en tout cas à celui des autres étoiles dont nous venons de dresser une liste incomplète d'ailleurs. Un peu d'attention va nous permettre de rectifier notre erreur.

Quand, appuyé sur la balustrade de votre terrasse, vous contemplez le paysage se déroulant au loin, n'avez-vous jamais remarqué comme l'express qui passe là-bas, au fond de la plaine, à 10 ou 15 kilomètres peut-être, semble se déplacer lentement au milieu des objets qui l'entourent. Le panache de fumée qui a tout d'abord attiré votre attention s'allonge insensiblement sur le fond plus sombre des coteaux qui bornent l'horizon. A voir ainsi avancer lentement ce train, que vous savez parcourir en réalité plus d'un kilomètre et demi par minute, vous êtes tenté d'accuser le mécanicien de lenteur. N'apercevez-vous pas plus près de vous, en effet, des cyclistes, des voitures, des piétons même, paraissant se déplacer d'une façon incomparablement plus rapide et disparaître beaucoup plus vite derrière les arbres tout proches?

Examinez encore; les mouvements qui s'effectuent dans votre champ d'observation vous réserveront d'autres surprises. Voici un escargot déambulant lentement sur l'appui de la terrasse; mettez sa marche en parallèle avec le train. Etrange constatation! l'animal traînant sa maison paraît devancer le monstre d'acier qui continue là-bas sa marche, en apparence désespérément lente.

Comment expliquer ce paradoxe? D'une façon très simple. Il suffit de tenir compte des distances.

Si vous projetez sur l'horizon les deux extrémités de la route franchie en un temps déterminé par le limaçon d'une part et par la locomotive de l'autre, la victoire est du côté du limaçon; l'arc de cercle qu'il a parcouru est plus grand et de beaucoup, mais ici vous ne tenez compte que du mouvement apparent.

Evidemment, s'il s'agissait de déterminer les vitesses réelles, vous n'hésiteriez pas. Si la locomotive semble ne pas avancer, il faut en accuser la distance; plus près de vous le mouvement paraîtrait plus rapide. Dans la circonstance, comme il vous est possible d'évaluer les distances relatives de chaque objet, vous pouvez juger sainement.



ÉQUATORIAL DE 6 MÈTRES DE LONGUEUR CONSTRUIT PAR LA MAISON PRIN, DE PARIS, POUR L'OBSERVATOIRE DE BUCAREST

Pour les étoiles, le problème est autrement difficile. A première vue, il est impossible de se faire une idée de leurs distances relatives, et, par conséquent, de leurs vitesses réelles dans l'espace. En réalité, Arcturus, avec son mouvement propre apparent de $2''{,}3$ seulement, peut aller beaucoup plus vite que 243 Cordova Z (5 h); il suffit pour cela que, dans leurs

positions relativement à nous, Arcturus occupe la place de la locomotive, et l'autre étoile celle du limaçon.

Ce n'est donc pas assez d'avoir la valeur du déplacement d'une étoile dans le ciel, il faut encore tenir compte de sa distance réelle, et c'est ce que font tous les jours les astronomes.

C'est ainsi qu'ils ont trouvé précisément qu'Arcturus, avec son énorme vitesse de 413 kilomètres par seconde, voyage beaucoup plus rapidement que 243 Cordova. Cette dernière, comparée au brillant express du Bouvier, n'est qu'un train de marchandises.

Toutefois, ne nous faisons encore aucune illusion; les vitesses que nous obtenons ne sont que des minima, et vous allez en saisir la raison très facilement au moyen de l'exemple suivant.

Supposez une automobile venant vers vous en pleine nuit; son phare paraîtra ne pas se déplacer. Il grossira, direz-vous, et vous serez averti de son rapprochement. Très bien! mais vous ne pourrez appliquer la même règle aux étoiles. Elles sont beaucoup trop éloignées.

Un astre se mouvant sur la ligne de vision ne se déplace donc pas en apparence. Il est animé, disent les astronomes, d'une *vitesse radiale*.

Il peut aussi se mouvoir perpendiculairement au rayon visuel; il est alors animé d'une *vitesse tangentielle*, et celle-là, nous avons vu qu'elle est facile à apprécier. Enfin, il peut se déplacer suivant une oblique à ces deux mouvements. Dans ce dernier cas, il peut accomplir un chemin très grand malgré les apparences contraires.

Il faudrait pouvoir combiner le mouvement radial et le mouvement tangentiel pour avoir la vraie valeur du déplacement.

Eh bien! ce que la lunette ne peut nous donner, le spectroscopie nous le fournit d'une façon merveilleuse.

C'est Vogel qui, en 1888, à Potsdam, fit faire à l'astronomie stellaire cet important progrès. Depuis lors, on a découvert, grâce à cette méthode, de nombreux systèmes binaires spectroscopiques, et l'on a pu déterminer les mouvements de beaucoup d'étoiles sur la ligne de vision.

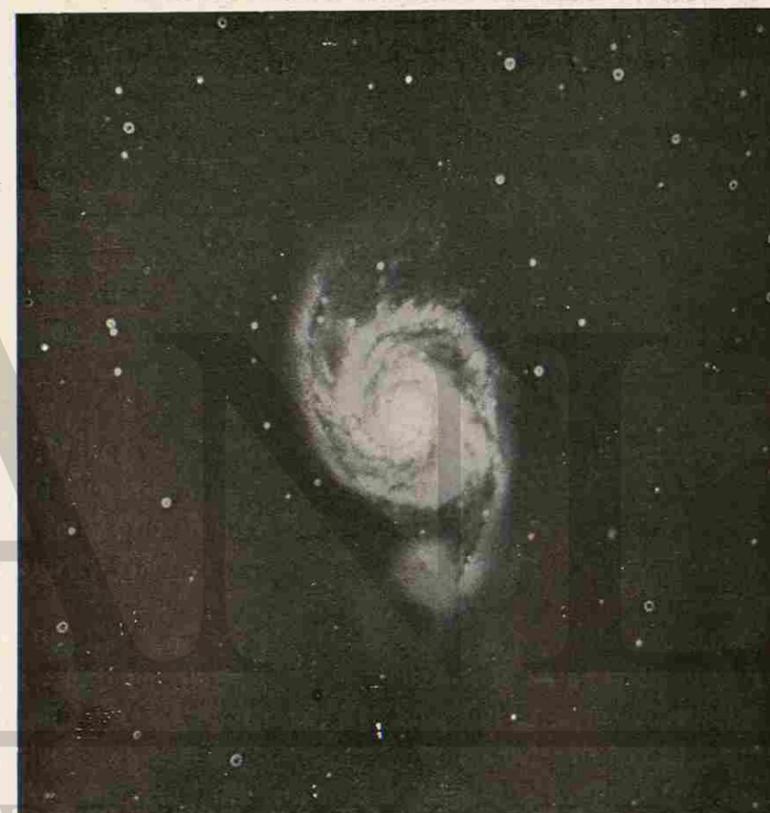
Pour Arcturus, nous n'avons pas à tenir compte de sa vitesse radiale, dans l'évaluation de son mouvement; sa direction, en effet, est presque exactement perpendiculaire à notre rayon visuel, la vitesse radiale étant de — 4 kilomètres seulement, ce qui indique que l'étoile se rapproche légèrement du système solaire.

En réalité, Arcturus est l'étoile la plus rapide que nous connaissons, et il

est fort probable que très peu d'astres dans l'Univers voyagent avec une vitesse aussi considérable.

L'étoile 15 290 Lalande occupe le second rang; elle est inférieure à la huitième grandeur et vogue dans l'espace au taux de 332 kilomètres par seconde; elle est située à peu près à la même distance de nous qu'Arcturus.

A cette vitesse, Arcturus franchit 35 726 400 kilomètres par jour; en



LA BELLE NÉBULEUSE SPIRALE DES CHIENS DE CHASSE
(D'après une photographie directe.)

quatre jours il irait de la Terre au Soleil, et en moins de 332 ans il nous conduirait à Alpha Centaure.

Le troisième rang est occupé actuellement par 1830 Groombridge, que sa parallaxe de 0',14 place à 32 ou 33 années-lumière. Sa vitesse tangentielle est de 241 kilomètres; mais, comme sa vitesse radiale est de 95 kilomètres par seconde, la vitesse totale de l'étoile dans l'espace atteint 255 kilomètres.

Nous trouvons ensuite Mu Cassiopée avec 166 kilomètres, et A Oe 11 677 avec 142 kilomètres. Puis vient la fameuse étoile 243 Cordova, celle qui, en apparence, est la plus rapide; en réalité, elle arrive seulement au sixième rang. 61 Cygne occupe le dix-neuvième rang, avec une vitesse de 82 kilomètres par seconde. Citons encore « Grue, dont la vitesse est de 64 kilomètres et demi, et qui donne près de 600 fois plus de lumière que notre Soleil.

De tous les astres qui se dirigent exactement suivant notre rayon visuel, les astronomes n'en ont pas trouvé jusqu'ici qui eussent des vitesses aussi formidables qu'Arcturus, ou même que 15 290 Lalande et 1 830 Groombridge.

Ces vitesses extrêmes défient véritablement l'imagination. On ne peut les expliquer par la simple attraction de l'Univers sidéral. Les calculs du professeur Newcomb ont montré que la vitesse maximum que peut atteindre un corps tombant de l'infini à travers un système composé de cent millions d'astres, ayant chacun cinq fois la masse de notre Soleil, et distribués à l'intérieur d'une sphère de 30 000 années-lumière d'étendue, serait de 40 kilomètres par seconde. Or, nous venons de voir que la vitesse d'Arcturus est plus de 10 fois supérieure, et l'on connaît actuellement plusieurs dizaines d'étoiles ayant des vitesses dépassant cette rapidité maxima théorique. Or, comme la vitesse varie suivant la racine carrée de la masse attirante, il faut supposer, pour expliquer le vol d'Arcturus, un monde d'étoiles 106 fois plus considérable que le nôtre, du moins tel que nous l'imaginons.

D'autre part, la vitesse que peut produire un système d'attraction est la limite de la vitesse qu'il peut arrêter; autrement dit, au delà de cette vitesse critique, le corps ne suit plus une courbe fermée. Dès lors, il est certain que si le Système stellaire ne possède pas des énergies gravitationnelles occultes, l'étoile Arcturus aussi bien que plusieurs autres n'appartiennent pas à notre Système d'une façon permanente. Elles voyagent en ligne droite et sortiront un jour de notre Univers pour continuer leur route dans l'espace insondable.

Lord Kelvin a recherché la quantité de matière gravitationnelle nécessaire pour la production des vitesses que l'on observe généralement parmi les étoiles, et il a trouvé qu'il ne faut pas moins d'un milliard de Soleils comme le nôtre, distribués au hasard dans une sphère de 3 262 années-lumière de rayon.

Étant donné le grand nombre relatif de ces étoiles projectiles, puisque

un tiers au moins des vitesses qu'on a pu convertir en kilomètres sont supérieures à la vitesse maxima théorique de 40 kilomètres trouvée par Newcomb, il est difficile de les regarder comme de simples vagabondes rencontrant par hasard notre Système stellaire. Qu'elles lui aient toujours appartenu, peu importe; en tout cas, il est certain qu'elles sont maintenant une quantité non négligeable, et qu'il faut en tenir compte si nous voulons étudier à fond le mécanisme du monde sidéral.

De la masse des documents réunis jusqu'ici, on a constaté que la vitesse moyenne des étoiles est de 34 à 35 kilomètres à la seconde. Celle du Soleil n'étant que de 20 kilomètres, nous serions donc nés, suivant l'expression pittoresque de Newcomb, « dans un véritable train limaçon ».

Enfin, les vitesses réelles nous conduisent aux mêmes conclusions que les mouvements propres apparents : Arcturus est une étoile du type solaire, montrant une forte absorption du titane, et en apparence très avancé vers le stage antarien. Sa masse est certainement énorme, puisque son pouvoir lumineux doit être équivalent à douze ou treize cents Soleils! 1 830 Groombridge et Mu Cassiopée, d'autre part, sont des astres relativement petits; tous les deux ont un spectre semblable à celui du Soleil. En fait, le type solaire semble plus que tout autre associé aux grandes vitesses. Les étoiles à spectres à bandes ou gazeux, et les variables de toutes classes ne montrent, pour la plupart, que de faibles signes de déplacement; nous aurions donc là un motif de supposer que ces astres sont à des distances énormes de la Terre.

Les tableaux suivants résument les conclusions de ce chapitre.

TABLEAU DES MOUVEMENTS PROPRES SECLAIRES MOYENS
DE TOUTES LES ÉTOILES DE BRADLEY DIFFÉRANT D'AU MOINS HUIT DIXIÈMES DE GRANDEUR

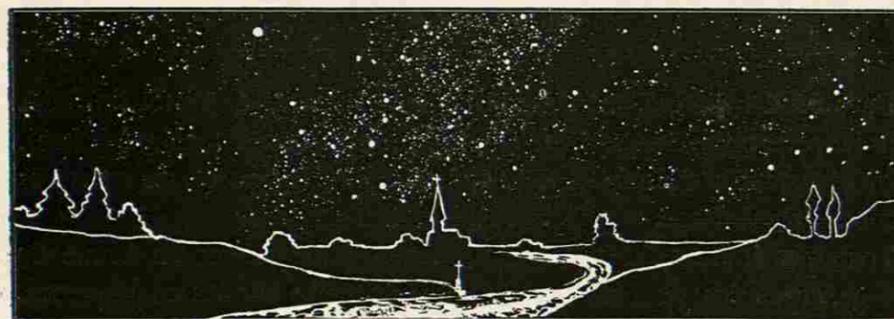
| GRANDEUR | NOMBRE D'ÉTOILES | MOUVEMENT MOYEN | |
|----------|------------------|-----------------|---------|
| | | OBSERVÉ | CALCULÉ |
| 1 | 9 | 66",5 | 80",0 |
| 2 | 22 | 17",2 | 50",4 |
| 3 | 51 | 16",5 | 31",8 |
| 4 | 106 | 16",2 | 20",6 |
| 5 | 318 | 8",3 | 12",7 |
| 6 | 647 | 8",0 | 8",0 |
| 7 | 92 | 6",8 | 5",0 |
| 8 | 11 | 12",5 | 3",2 |

VITESSES TANGENTIELLES DE QUELQUES ÉTOILES

| NOM DE L'ÉTOILE | GRANDEUR | PARALLAXE | VITESSE EN KILOM. PAR SECONDE |
|-------------------------------|----------|-----------|-------------------------------|
| Arcturus..... | 0,2 | 0'',026 | 413,5 |
| Lalande 15 290..... | 8,2 | 0'',028 | 331,5 |
| 1 830 Groombridge..... | 6,6 | 0'',14 | 241,35 |
| μ Cassiopée..... | 5,4 | 0'',108 | 165,7 |
| A Oe 11 677..... | 9,0 | 0'',10 | 141,6 |
| Z. C. V ^a 243..... | 8,5 | 0'',312 | 132,0 |
| 2 957 Lacaille..... | 6,0 | 0'',064 | 125,5 |
| 9 352 Lacaille..... | 7,0 | 0'',288 | 117,5 |
| α_2 Eridan..... | 4,5 | 0'',166 | 115,85 |
| 1 822 Groombridge..... | 8,0 | 0'',028 | 114,24 |
| ϵ Eridan..... | 4,4 | 0'',149 | 98,15 |
| 21 258 Lalande..... | 8,5 | 0'',238 | 86,88 |
| Σ 1 561..... | 6,7 | 0'',038 | 80,45 |
| β Hydre..... | 2,7 | 0'',134 | 78,84 |

VITESSES RADIALES DE QUELQUES ÉTOILES

| NOM DE L'ÉTOILE | GRANDEUR | SPECTRE | VITESSE EN KILOM. PAR SECONDE + indique éloignement - indique rapprochement |
|---------------------------|----------|--------------|---|
| φ_2 Orion..... | 4,4 | Solaire | + 100 |
| μ Cassiopée..... | 5,4 | — | — 98 |
| 1 830 Groombridge..... | 6,6 | — | — 95 |
| θ Grand Chien..... | 4,2 | Antarien (?) | + 95 |
| δ Lièvre..... | 3,9 | Solaire | + 95 |
| η Céphée..... | 4,0 | — | — 87 |
| ϵ Andromède..... | 4,5 | — | — 84 |
| α Phénix..... | 2,4 | — | + 78 |
| μ Sagittaire..... | 4,0 | Hélium | — 77 |
| 1 Pégase..... | 4,2 | Solaire | — 77 |
| ζ Hercule..... | 3,0 | — | — 70 |
| δ_1 Cygne..... | 6,1 | — | — 55,5 |
| Aldébaran..... | 1,1 | — | + 55 |
| Capella..... | 0,2 | — | + 34 |
| γ Lion..... | 2,3 | — | — 32 |
| λ Dragon..... | 3,7 | — | + 32 |



CHAPITRE II

L'APEX SOLAIRE

L'étude du mouvement propre des étoiles conduisit naturellement à la découverte du *mouvement du Soleil* dans l'espace.

On aurait pu s'en douter à priori, puisque le repos n'existe pas dans l'Univers depuis sa création; mais il fallait des faits, et il était bien difficile autrefois non seulement de les constater, mais de débrouiller le problème complexe mis en avant par les découvertes modernes.

Mais si le Soleil marche comme les autres étoiles, nous pouvons nous demander où il nous emporte.

A chaque instant, le mécanicien, du poste qu'il occupe sur la locomotive, surveille la course du rapide lancé à toute vitesse. Ne va-t-il pas dans la nuit brûler les signaux et se laisser heurter par un train se dirigeant vers lui?

L'astronome, l'œil à la lunette, lui aussi, sonde l'espace et surveille le chemin du Soleil, car le sort de l'esquif portant l'humanité est lié à celui de l'astre central. Le savant n'a pas la ressource, il est vrai, de serrer les freins ou d'obliquer la marche de la Terre; mais, au moins et à la rigueur, il pourrait prévoir.

Cette course folle, commencée depuis des milliers de siècles, paraît, au premier abord, quelque peu mystérieuse, et cependant elle est une loi nécessaire du mouvement, de l'action, de la vie, en un mot.

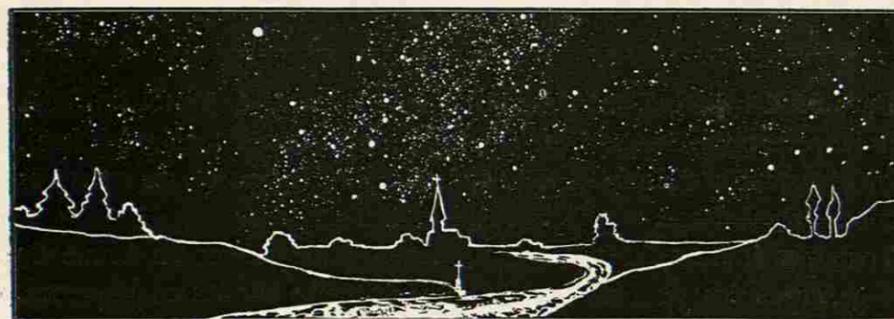
Si le Soleil venait à être arrêté brusquement dans sa course, il éprouverait aussitôt des changements physiques considérables; toutes les planètes et autres astres qui l'accompagnent seraient détruits instantanément. Poussé alors vers l'astre le plus voisin, et dont l'attraction serait prépondérante, notre Soleil se précipiterait vers cette autre fournaise, et l'humanité terrorisée assisterait à la plus épouvantable des collisions.

VITESSES TANGENTIELLES DE QUELQUES ÉTOILES

| NOM DE L'ÉTOILE | GRANDEUR | PARALLAXE | VITESSE EN KILOM. PAR SECONDE |
|-------------------------------|----------|-----------|-------------------------------|
| Arcturus..... | 0,2 | 0'',026 | 413,5 |
| Lalande 15 290..... | 8,2 | 0'',028 | 331,5 |
| 1 830 Groombridge..... | 6,6 | 0'',14 | 241,35 |
| μ Cassiopée..... | 5,4 | 0'',108 | 165,7 |
| A Oe 11 677..... | 9,0 | 0'',10 | 141,6 |
| Z. C. V ^a 243..... | 8,5 | 0'',312 | 132,0 |
| 2 957 Lacaille..... | 6,0 | 0'',064 | 125,5 |
| 9 352 Lacaille..... | 7,0 | 0'',288 | 117,5 |
| α_2 Eridan..... | 4,5 | 0'',166 | 115,85 |
| 1 822 Groombridge..... | 8,0 | 0'',028 | 114,24 |
| ϵ Eridan..... | 4,4 | 0'',149 | 98,15 |
| 21 258 Lalande..... | 8,5 | 0'',238 | 86,88 |
| Σ 1 561..... | 6,7 | 0'',038 | 80,45 |
| β Hydre..... | 2,7 | 0'',134 | 78,84 |

VITESSES RADIALES DE QUELQUES ÉTOILES

| NOM DE L'ÉTOILE | GRANDEUR | SPECTRE | VITESSE EN KILOM. PAR SECONDE + indique éloignement - indique rapprochement |
|---------------------------|----------|--------------|---|
| φ_2 Orion..... | 4,4 | Solaire | + 100 |
| μ Cassiopée..... | 5,4 | — | — 98 |
| 1 830 Groombridge..... | 6,6 | — | — 95 |
| θ Grand Chien..... | 4,2 | Antarien (?) | + 95 |
| δ Lièvre..... | 3,9 | Solaire | + 95 |
| η Céphée..... | 4,0 | — | — 87 |
| ϵ Andromède..... | 4,5 | — | — 84 |
| α Phénix..... | 2,4 | — | + 78 |
| μ Sagittaire..... | 4,0 | Hélium | — 77 |
| 1 Pégase..... | 4,2 | Solaire | — 77 |
| ζ Hercule..... | 3,0 | — | — 70 |
| δ_1 Cygne..... | 6,1 | — | — 55,5 |
| Aldébaran..... | 1,1 | — | + 55 |
| Capella..... | 0,2 | — | + 34 |
| γ Lion..... | 2,3 | — | — 32 |
| λ Dragon..... | 3,7 | — | + 32 |



CHAPITRE II

L'APEX SOLAIRE

L'étude du mouvement propre des étoiles conduisit naturellement à la découverte du *mouvement du Soleil* dans l'espace.

On aurait pu s'en douter à priori, puisque le repos n'existe pas dans l'Univers depuis sa création; mais il fallait des faits, et il était bien difficile autrefois non seulement de les constater, mais de débrouiller le problème complexe mis en avant par les découvertes modernes.

Mais si le Soleil marche comme les autres étoiles, nous pouvons nous demander où il nous emporte.

A chaque instant, le mécanicien, du poste qu'il occupe sur la locomotive, surveille la course du rapide lancé à toute vitesse. Ne va-t-il pas dans la nuit brûler les signaux et se laisser heurter par un train se dirigeant vers lui?

L'astronome, l'œil à la lunette, lui aussi, sonde l'espace et surveille le chemin du Soleil, car le sort de l'esquif portant l'humanité est lié à celui de l'astre central. Le savant n'a pas la ressource, il est vrai, de serrer les freins ou d'obliquer la marche de la Terre; mais, au moins et à la rigueur, il pourrait prévoir.

Cette course folle, commencée depuis des milliers de siècles, paraît, au premier abord, quelque peu mystérieuse, et cependant elle est une loi nécessaire du mouvement, de l'action, de la vie, en un mot.

Si le Soleil venait à être arrêté brusquement dans sa course, il éprouverait aussitôt des changements physiques considérables; toutes les planètes et autres astres qui l'accompagnent seraient détruits instantanément. Poussé alors vers l'astre le plus voisin, et dont l'attraction serait prépondérante, notre Soleil se précipiterait vers cette autre fournaise, et l'humanité terrorisée assisterait à la plus épouvantable des collisions.

Dans cette hypothèse, invraisemblable actuellement, de l'arrêt du Soleil dans l'espace, notre chute s'opérerait probablement vers Alpha du Centaure, notre plus proche voisine, et celle qui en même temps exerce sur nous l'action la plus intense.

Toutefois, il nous faudrait quelque temps pour arriver au terme du voyage, et le calcul peut rassurer l'humanité actuelle sur les conséquences de cet événement, que verraient se réaliser les générations futures.

Supposons donc notre Soleil en marche vers Alpha Centaure, et faisons l'hypothèse qu'aucun autre Soleil ne vienne troubler l'action de notre voisine, savez-vous quelle serait la distance parcourue au bout d'un mois ?

7 ou 8 millimètres seulement.

Au deuxième mois, nouveau bond de 25 millimètres. Je vous fais grâce des calculs : tout compte fait, pour parcourir les 41 trillions de kilomètres nous séparant de ce Soleil attirant, il ne faudrait pas moins de 14 millions d'années.

Mais ceci ne saurait arriver; nous sommes certains que le Soleil n'est pas immobile; les faits sont là, qui nous en apportent des preuves formelles.

Nous avons vu que les astronomes du temps de Bradley, soupçonnant notre mobilité, avaient cru en découvrir l'existence par l'examen des changements de parallaxe annuelle. Ils s'étaient trompés en partie. Il est bien vrai qu'en vertu du mouvement de la terre autour du Soleil les étoiles ne paraissent pas tout à fait fixes; mais en y regardant de très près, on s'aperçut qu'il y avait bien réellement un effet de parallaxe annuelle séculaire, c'est-à-dire un véritable déplacement se poursuivant toujours dans le même sens, et dépendant précisément du véritable mouvement que le Système solaire décrit dans l'espace.

Voilà donc où le problème se complique d'une façon terrible; vous allez facilement en concevoir la difficulté.

Si le Soleil était seul en mouvement et les étoiles en repos, les résultats observés dans les déplacements apparents des étoiles sur la voûte céleste seraient simples et faciles à interpréter. Chaque étoile semblerait voyager en arrière le long d'un grand cercle de la sphère passant par deux points opposés, l'un indiquant la direction vers laquelle tend le Soleil, l'autre d'où nous venons. Ainsi toutes les étoiles sembleraient se diriger par un effet de perspective vers un même point du ciel; l'endroit diamétralement opposé, le point vers lequel nous nous dirigeons, a reçu le nom d'*apex* ou point de mire solaire.

Pour chaque étoile en particulier, la valeur du déplacement varierait en raison inverse de sa distance, et en raison directe du sinus de la distance angulaire de l'apex. Par conséquent, en déterminant la parallaxe annuelle, même d'une seule étoile dérivant ainsi sensiblement, non seulement on connaîtrait la vitesse en kilomètres par seconde du mouvement du Soleil, mais on pourrait déduire par un simple calcul, d'après la quantité relative de son mouvement apparent, la parallaxe de toute autre étoile dérivant d'une façon relative.

Malheureusement, les étoiles ne sont pas au repos; elles ont des mouvements propres souvent beaucoup plus rapides que celui du Soleil; les effets de perspective sont donc ainsi en grande partie masqués, et cependant ils subsistent. Il est mathématiquement certain que chaque étoile, quelle que soit sa vitesse propre, réfléchit le mouvement du Soleil suivant la position qu'elle occupe par rapport à lui. Dès lors, ce qu'on appelle « le mouvement propre » d'une étoile se compose de deux parties : l'une apparente, et due au mouvement du Soleil, l'autre appartenant réellement à l'étoile. C'est cette partie du mouvement due à la marche de notre Soleil dans l'espace qu'il s'agit de retrouver dans toutes les étoiles ayant un mouvement apparent sensible. Le problème est compliqué, et il ne fallut pas moins de tout le génie de William Herschel pour en trouver la solution.

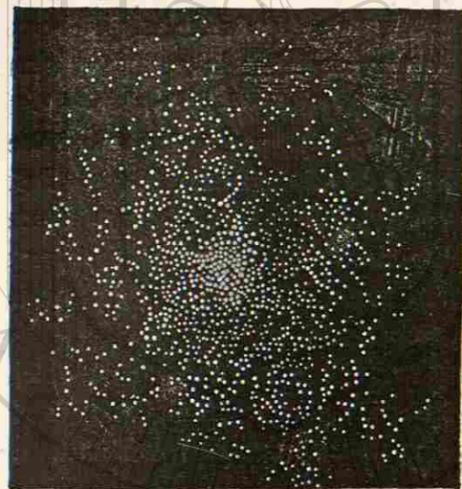
Cependant, déjà avant lui, on avait regardé le mouvement du Soleil comme possible. Nous avons vu que Fontenelle, parlant des observations de Cassini sur les mouvements propres des étoiles, avait dit : « Toutes les étoiles fixes sont autant de soleils, centres, comme notre Soleil, chacun dans son tourbillon, mais centres seulement à peu près, et qui peuvent se mouvoir autour d'un autre point central général. Le Soleil pourrait lui-même se mouvoir de cette façon. »

En 1748, Bradley émettait plus positivement la même hypothèse : « Si l'on conçoit que notre Système solaire change de place dans l'espace absolu, il est possible qu'à la longue il se produise un changement apparent dans les distances angulaires des étoiles fixes; et alors, les positions des plus proches étoiles étant plus affectées que celles des étoiles très éloignées, leurs situations relatives pourront paraître changer, bien que les étoiles elles-mêmes soient réellement immobiles. D'autre part, si notre Système est au repos et si quelques étoiles se meuvent réellement, leurs positions apparentes pourront varier réellement, d'autant plus que les étoiles seront plus près de nous, leurs mouvements plus rapides et plus convenablement

dirigés pour être bien vus. Mais les positions relatives des étoiles sont, dès lors, soumises à tant de causes de changement que, si l'on considère la distance énorme à laquelle certains astres sont placés, on admettra sans difficulté que les observations de nombreux siècles seront nécessaires pour déterminer les lois des changements apparents. »

En 1760, Tobias Mayer, publiant les mouvements propres de 80 étoiles, arrivait à une conclusion défavorable à l'hypothèse du mouvement solaire.

« On peut expliquer, disait-il, quelques-uns des mouvements observés, soit en supposant ces étoiles mobiles elles-mêmes, soit en admettant que le soleil change sans cesse de place avec les planètes qui circulent autour



UN AMAS D'ÉTOILES DANS LE VERSEAU

de lui. » Il montrait alors que, dans cette dernière hypothèse, les constellations vers lesquelles le soleil se dirige doivent augmenter graduellement de dimension, tandis que les constellations opposées diminuent. « C'est ainsi, ajoutait-il, que dans une forêt les arbres à la rencontre desquels marche le promeneur lui semblent progressivement s'écarter les uns des autres, alors que les arbres situés à l'opposé paraissent, au contraire, se rapprocher. »

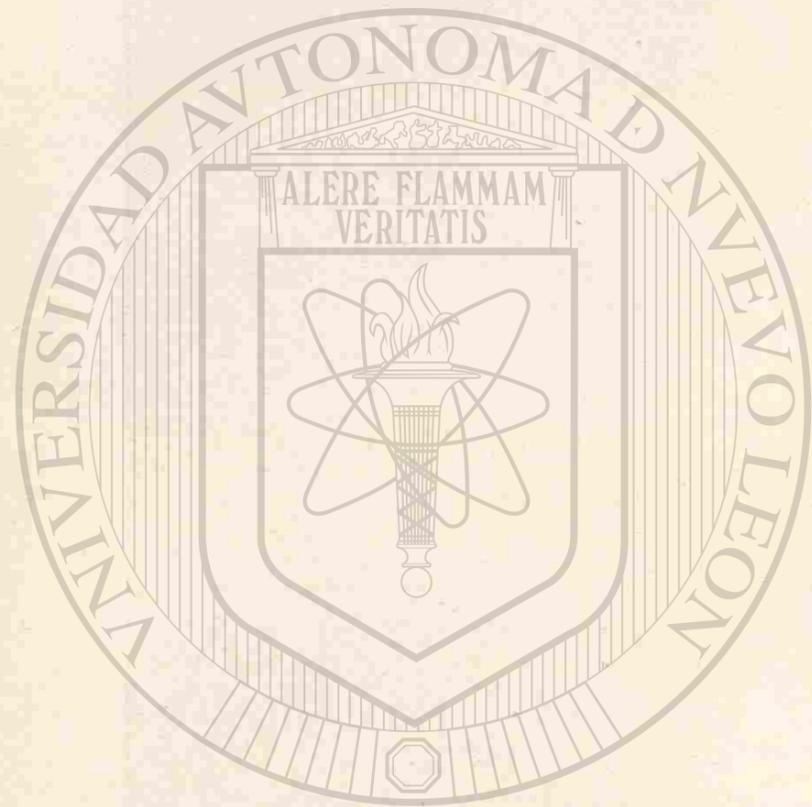
L'année suivante, Lambert regardait comme possible que toutes les étoiles, y compris le Soleil, aient un

mouvement dans l'espace, mais que le mouvement de rotation du Soleil sur son axe n'implique pas nécessairement un mouvement de translation. Mérian, qui avait adopté les mêmes idées, écrivait en 1770: « Comme le déplacement apparent des étoiles dépend du mouvement du Soleil aussi bien que de leur mouvement propre, il y aura peut-être un moyen de conclure de là vers quelle région du ciel notre Soleil prend sa course. »

Lambert avait admis la possibilité d'un mouvement de rotation sans translation. Lalande, au contraire, soutenait avec raison que l'un n'allait pas sans l'autre: « Le mouvement de rotation du Soleil, dit-il, a dû être produit par une impulsion qui n'était pas dirigée vers le centre de gravité de l'astre, mais une force ainsi dirigée n'engendre pas seulement un mouvement giratoire;



LE DOUBLE AMAS D'ÉTOILES DANS PERSÉE (PHOTOGRAPHIE DIRECTE)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

un mouvement de translation est la conséquence tout aussi nécessaire de son action, en supposant que le Soleil, déjà condensé dans sa forme actuelle, reçût un choc qui lui imprimât le mouvement de rotation. »

En 1783, sir William Herschel porta son attention sur la question du mouvement du Soleil dans l'espace. Il choisit d'abord sept étoiles dont les mouvements propres avaient été particulièrement déterminés; c'étaient Sirius, Castor, Procyon, Pollux, Régulus, Arcturus et Altaïr; il trouva ainsi que les mouvements propres de ces étoiles indiquaient un mouvement solaire vers la constellation d'Hercule. Pour l'exactitude de son résultat, il fit porter ses recherches sur un plus grand nombre d'étoiles: Arcturus, Sirius, β Cygne, Procyon, ϵ Cygne, γ Bélier, γ Gémeaux, Aldébaran, β Gémeaux, γ Poissons, α Aigle et α Gémeaux. Ajoutant Régulus et Castor (cette dernière étant double), il avait ainsi 14 étoiles. De leurs mouvements propres, il obtenait 27 mouvements en ascension droite et en déclinaison. En supposant pour l'apex solaire un point situé près de λ Hercule, Herschel reconnut que ce point satisfaisait à 22 de ces mouvements; il attribua alors les cinq exceptions à des mouvements réels des étoiles elles-mêmes.

Il trouvait de même que le mouvement apparent de Pollux « concorde étonnamment avec les observations »; Castor ne cadrerait pas aussi bien, et il en concluait que « sa distance devait être double de celle de Pollux ». En réalité, il n'en est rien.

Quant à la valeur annuelle du mouvement solaire, Herschel pensait que « le diamètre de l'orbite de la Terre, à la distance de Sirius ou d'Arcturus, ne sous-tendrait pas un angle d'une seconde »; mais le mouvement apparent d'Arcturus, s'il est dû au transport du Système solaire, s'élève à $2''{,}7$ par an, et il conclut « que le mouvement solaire ne peut certainement pas être inférieur au diamètre de l'orbite annuelle de la Terre ».

Ainsi Herschel était arrivé à la conclusion que le Soleil, animé d'une vitesse de 5 kilomètres à la seconde, se dirigeait avec son cortège de planètes vers un point voisin de λ Hercule, par 257 degrés d'ascension droite et 25 degrés de déclinaison boréale. ®

Deux ans plus tard, M. Prévot, se livrant aux mêmes recherches, trouvait, pour les coordonnées du point vers lequel le Soleil se dirige, un nombre divergeant à peine en déclinaison des résultats d'Herschel; par contre, la différence s'élevait à 27 degrés en ascension droite.

Cependant, la plupart des meilleurs astronomes de l'époque refusèrent

d'admettre les conclusions d'Herschel. Bessel soutenait qu'il n'y avait absolument aucune évidence prépondérante en faveur de la direction supposée du Soleil vers un point de la constellation d'Hercule.

Biot, Burckhardt, sir John Herschel lui-même (le fils de William) montraient la même incrédulité. Mais l'apparition en 1837 d'une thèse présentée à l'Académie de Saint-Petersbourg par Argelander changea l'aspect de la question. Herschel avait basé ses calculs sur un très petit nombre d'étoiles; Argelander avait à sa disposition 390 étoiles douées de mouvements propres déterminés avec la plus scrupuleuse exactitude. Il trouva ainsi pour la position du point du ciel vers lequel le Soleil se dirige : $260^{\circ}50'$ en ascension droite, et $31^{\circ}17'$ en déclinaison boréale.

Dans ces conditions, il était impossible de mettre en doute le fait lui-même, et cinq ans plus tard, dans ses *Etudes d'astronomie stellaire*, Otto Struve écrivait : « Le mouvement du Système solaire dans l'espace est dirigé vers un point de la voûte céleste situé sur la ligne droite qui joint les deux étoiles de troisième grandeur π et γ Hercule, à un quart de la distance apparente de ces étoiles, à partir de π Hercule. La vitesse de ce mouvement est telle que le Soleil, avec tous les corps qui en dépendent, avance annuellement dans la direction indiquée de 1623 fois le rayon de l'orbite terrestre, ou de 33 550 000 milles géographiques, ou à un septième de la valeur trouvée. On peut donc parier 40 000 contre un pour la réalité du mouvement propre progressif du Soleil, et un contre un qu'il est compris entre les limites de 38 et de 39 millions de milles géographiques. »

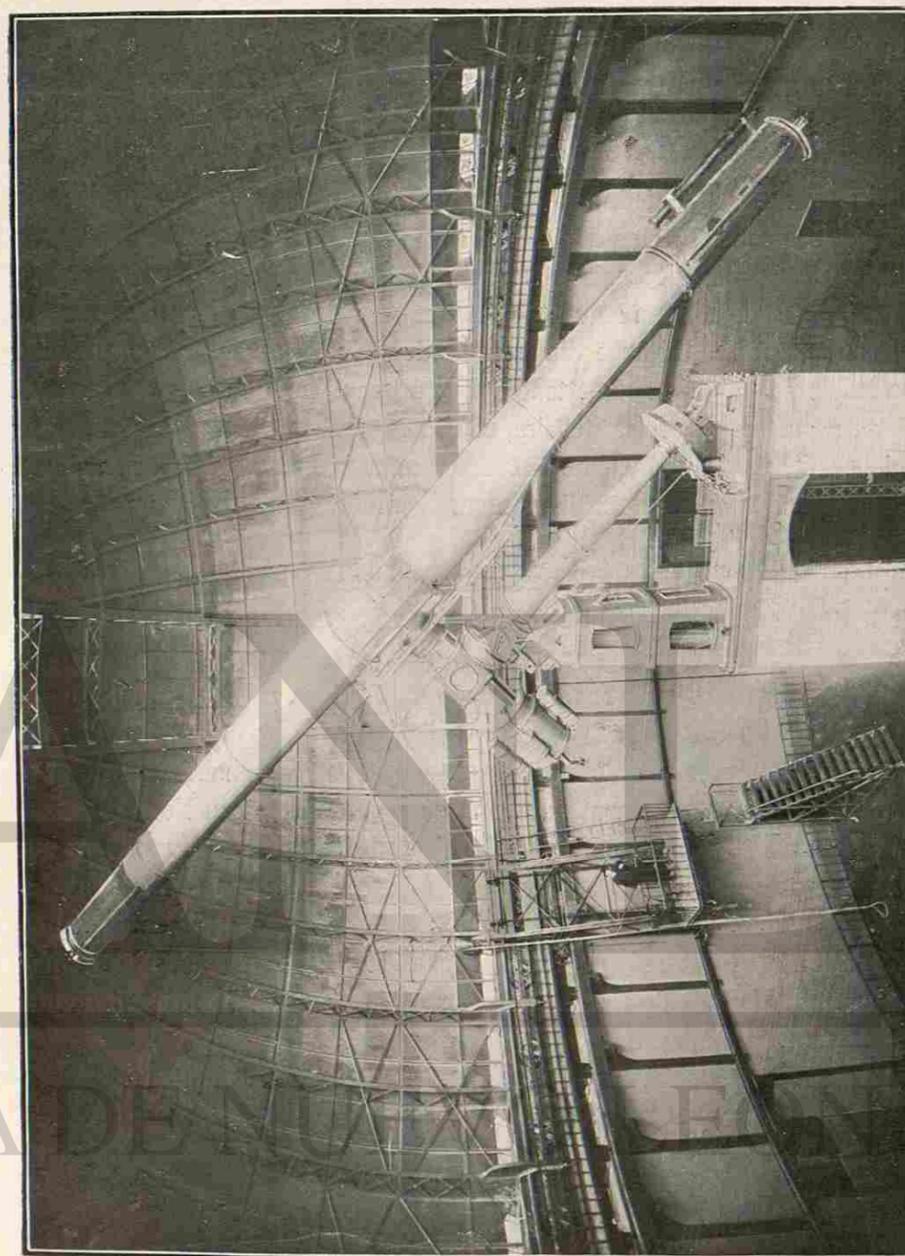
En 1847, les recherches de Galloway étaient encore plus précises; en discutant les mouvements propres de 81 étoiles visibles principalement dans l'hémisphère austral, et qui n'avaient pas été employées dans les recherches faites par William Herschel, Argelander et Otto Struve, cet astronome trouva pour la position de l'apex solaire :

Ascension droite, $260^{\circ}1'$

Déclinaison boréale, $34^{\circ}23'$

En 1859, sir George Airy, par l'étude du mouvement de 113 étoiles, trouvait : $261^{\circ}29'$ et $+ 24^{\circ}44'$, tandis que l'examen de 1167 mouvements propres conduisait M. Main à adopter $263^{\circ}44'$ et 25° .

Les recherches de M. Plummer, en 1883, ne modifièrent que légèrement ces conclusions. Cependant, les astronomes n'étaient pas satisfaits. En 1886, le Dr Auwers, de Berlin, terminait un beau travail pour lequel il recevait en 1888 la médaille d'or de la *Royal Astronomical Society* de Londres. Il avait



LA GRANDE LUNETTE DE L'OBSERVATOIRE DE NICE

réduit à nouveau, à l'aide de données modernes les plus précises, les étoiles originales de Bradley, et en comparant leurs positions ainsi obtenues pour l'année 1755 avec celles qui leur étaient assignées par les observations faites à Greenwich après un laps de temps de 90 années. Dans l'intervalle, comme

on devait s'y attendre, on reconnut que la plupart d'entre elles avaient parcouru une petite trajectoire sur la voûte céleste, ce qui permit de réunir un stock de près de 3 000 mouvements propres très exacts. Ludwig Struve utilisa alors cette énorme masse de matériaux pour une nouvelle discussion du mouvement du Soleil. Il plaça ainsi l'apex du mouvement solaire sur les limites des constellations d'Hercule et de la Lyre, par $273^{\circ}21'$ en ascension droite et $27^{\circ}19'$ en déclinaison boréale. Quant à la vitesse du mouvement, il l'exprimait de la façon suivante : l'espace parcouru en un siècle, vu perpendiculairement à la distance d'une étoile de sixième grandeur, sous-tendrait un angle de $4'',36$. En admettant que la distance varie en raison inverse de la racine carrée de l'éclat stellaire, et que les étoiles de première grandeur soient seulement à un dixième de la distance des étoiles de sixième grandeur, on arrive à traduire cette distance angulaire en vitesse linéaire : celle-ci serait de $23^{\text{km}},33$.

Ludwig Struve plaçait l'apex solaire beaucoup plus à l'Est que ses devanciers; sa conclusion fut confirmée par les recherches postérieures. Ainsi Lewis Boss, par la discussion de 253 mouvements propres extraits de la « Zone Albany », qui venait alors d'être terminée pour le Catalogue de l'*Astronomische Gesellschaft*, plaça l'apex à 280° en ascension droite et $+40^{\circ}$ en déclinaison, près de l'étoile quadruple ϵ Lyre; et, reprenant la question en 1901, il concluait finalement pour un point situé 5° plus au Nord.

En 1890, le Dr Oscar Stumpe montra que l'apex est différent suivant que l'on prend des séries de grands mouvements ou de petits mouvements propres. Il choisit une liste de 996 étoiles ayant des mouvements propres compris entre $16''$ et $128''$ par siècle. Il les divisa en trois groupes, le premier comprenant de $16''$ à $32''$; le second entre $32''$ et $64''$, le troisième entre $64''$ et $128''$.

Le premier groupe, qui renfermait 551 étoiles, donnait pour l'apex

$$A = 287^{\circ},4, \quad D = +45^{\circ}.$$

Le second groupe, qui comprenait 339 étoiles, donnait

$$A = 282^{\circ},2, \quad D = +43^{\circ},5.$$

Le troisième groupe, qui n'avait que 106 étoiles, donnait

$$A = 280^{\circ},2, \quad D = +33^{\circ},5.$$

Toutefois, ce résultat pourrait tenir beaucoup plus à l'exactitude des données qu'à une loi véritable de la construction des cieux.

Cependant, MM. Dyson et Thackeray, à Greenwich, en 1905, utilisant les mouvements propres des étoiles circumpolaires de Groombridge, traitèrent

séparément les étoiles du premier type et obtinrent des directions très différentes pour la route du Soleil. Il doit y avoir dans le ciel des groupes particuliers d'étoiles de composition diverse et qui suivent des directions propres.

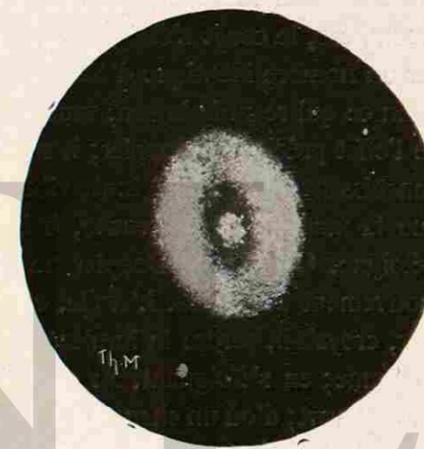
Dès 1893, le professeur Kapteyn, en étudiant isolément chacun des mouvements stellaires à sa disposition, suivant le grand cercle et perpendiculairement à ce même grand cercle passant par un apex solaire choisi comme le plus probable, réussit à isoler leur élément parallactique beaucoup plus parfaitement qu'on l'avait fait avant lui. La nature fondamentale du problème fut ainsi dévoilée, et les points obscurs éclaircis; il en résulta une détermination de premier ordre, d'après laquelle la trajectoire du Soleil est dirigée vers un point situé en ascension droite à 274° et en déclinaison à $+30^{\circ}$, soit exactement à 6° au sud de α Lyre.

L'exactitude de cette conclusion fut confirmée par les recherches magistrales du professeur Newcomb, qui, par l'étude de 2 527 mouvements propres faibles, trouva pour l'apex $A = 274^{\circ}$, $D = +31^{\circ}$; 600 mouvements plus grands lui donnèrent 277° et $+31^{\circ}$. Évidemment, ces nombres doivent être très voisins de la vérité.

Quant à la vitesse avec laquelle le Système solaire se dirige dans l'espace, la méthode suivie jusqu'à ce jour ne pouvait donner que des renseignements peu précis et subordonnés à diverses hypothèses plus ou moins justifiées. Il fallait connaître, par exemple, les distances des étoiles étudiées; or, ces distances ne pouvaient être fixées que très précairement, et encore pour certaines classes d'étoiles seulement. Toutefois, Kapteyn et Newcomb, après avoir très perfectionné les méthodes de leurs prédécesseurs, s'accordaient à fixer à 16 kilomètres par seconde la vitesse approximative du voyage solaire.

Cependant, depuis une vingtaine d'années, on possède une méthode plus directe pour résoudre cet intéressant problème.

Cette méthode repose sur ce qu'on appelle en physique le principe de Doppler-Fizeau.



NÉBULEUSE ANNULAIRE DE LA LYRE

Christian Doppler, professeur de mathématiques à Prague, montra, en 1842, que la couleur d'un objet lumineux, comme la hauteur du son émis par un corps, doit varier suivant que le corps s'approche ou s'éloigne. En voici la raison : la couleur comme le son ne sont subjectivement que des effets physiologiques, dépendant, non de la longueur d'onde absolue, mais du nombre d'ondes entrant dans l'œil ou l'oreille dans un intervalle de temps donné. Ce nombre, il est facile de le voir, doit augmenter si la source lumineuse ou sonore s'approche de nous; il doit au contraire diminuer si la distance de cette même source va en augmentant. Dans le premier cas, le corps vibrant presse les unes contre les autres les ondes qui émanent de lui; ces ondes se superposent d'une façon de plus en plus dense; dans le second cas, le corps s'éloignant, les ondes se raréfient, et l'espace occupé par un nombre identique d'ondes se trouve ainsi augmenté.

En ce qui regarde le son, tout le monde peut se convaincre de la réalité de l'effet prédit par Doppler; il suffit d'écouter le sifflet d'une locomotive franchissant une station à toute vitesse. Le son, de plus en plus aigu à mesure que la machine se rapproche, baisse ensuite très rapidement dès qu'elle s'éloigne. Cependant, Doppler ne réussit pas à appliquer son principe au mouvement des astres. L'étoile, en se rapprochant, devait changer de couleur, croyait-il, perdre la lumière rouge, par exemple, et devenir orangée ou jaune; en s'éloignant, au contraire, elle perdait le violet, qui devenait bleu ou vert; d'où un changement général de couleur de l'étoile. Théoriquement, le fait n'est pas douteux; mais, en pratique, il est impossible d'appliquer le critérium au Soleil ou aux étoiles, parce qu'elles brillent d'une lumière continue. Leur spectre entier se déplace légèrement dans un sens ou dans l'autre sur l'échelle de réfrangibilité.

Fizeau, en 1848, montra cependant comment on pouvait appliquer le principe de Doppler. Dans le spectre, fit-il remarquer, il n'y a pas que les couleurs à considérer; nous observons encore une série de raies qui, normalement, occupent une certaine position facile à déterminer d'une façon très exacte; dans certaines conditions de mouvement, ces raies doivent suivre la dérivation générale du spectre et se déplacer, soit vers le rouge, soit vers le violet. Il suffit donc de mesurer ce faible déplacement pour savoir de combien le corps observé se meut vers nous ou dans une direction opposée.

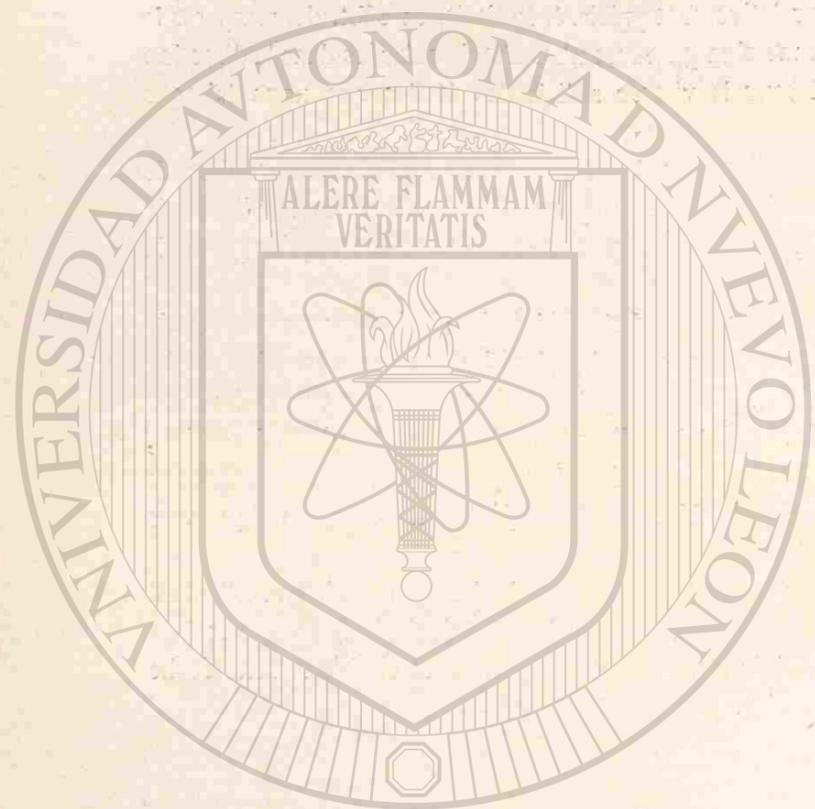
En fait, le principe appliqué aux étoiles s'est montré, ces dernières années surtout, d'une très grande utilité; il nous a même indiqué *les vitesses radiales* des astres, autrement dit leurs mouvements sur la ligne de vision. Il permet

ainsi, même pour les étoiles ayant un mouvement apparent perpendiculaire au nôtre, de déterminer la composante réelle de ce mouvement.

Dans l'étude de la marche du Soleil, il était dès lors possible d'arriver à des chiffres absolus relativement précis. Il suffisait, en effet, de comparer la vitesse radiale moyenne d'un grand nombre d'étoiles situées dans la direction suivie par le Soleil avec la vitesse radiale des étoiles que nous laissons derrière nous. Les mouvements de rapprochement doivent, dans l'ensemble, dominer dans le premier cas; les mouvements d'éloignement dans le second; la moitié de la différence moyenne représente alors la vitesse de transport de notre système relativement aux étoiles employées pour la comparaison.

En 1901, le professeur Campbell déduisait ainsi un mouvement de 20 kilomètres par seconde vers un point situé à $277^{\circ}30'$ en ascension droite et $+ 20^{\circ}$ en déclinaison. Il est probable que la vitesse est exacte à un ou deux kilomètres près. Quant à la direction, elle est plus sujette à caution, parce que les 280 étoiles ayant servi de base aux calculs se trouvent, pour la plupart, dans l'hémisphère Nord, d'où un déplacement systématique vers l'Équateur.

Cette vitesse de notre Système nous ferait donc parcourir annuellement une route égale à quatre fois environ le diamètre de l'orbite terrestre; à ce taux, si nous nous dirigeons vers α Centaure, nous atteindrions cette étoile en quelque 69 000 années.



CHAPITRE III

LES COURANTS STELLAIRES

Ainsi rien n'est au repos autour de nous; les étoiles sont toutes soumises à des mouvements plus ou moins considérables dans des directions diverses; notre Soleil est aussi animé d'un mouvement d'une vingtaine de kilomètres à la seconde, et dirigé vers la constellation de la Lyre, non loin de l'étoile Véga. Tous ces mouvements sont-ils réellement distribués au hasard, ou bien sont-ils régis par des lois déterminées? C'est ce qu'il nous reste à examiner.

L'étude des mouvements stellaires a montré que souvent des étoiles, situées dans la même région, mais ne paraissant avoir aucune relation entre elles, s'avancent cependant dans l'espace suivant une direction unique et à la même vitesse. Le premier, Richard Proctor attira l'attention sur ce qu'il appelait « star-drift », et qu'on pourrait nommer les *courants stellaires*. Un exemple très curieux nous en est fourni par les cinq étoiles intermédiaires de la Grande Ourse β , γ , δ , ϵ et θ . Elles ont un mouvement propre en ascension droite de 8'' environ par siècle, tandis qu'en déclinaison les mouvements sont tantôt négatifs et tantôt positifs; autrement dit, certaines de ces étoiles se rapprochent du Pôle et d'autres s'en éloignent. Mais si l'on projette les mouvements sur une carte, on trouve que la direction moyenne réelle est à peu de chose près la même pour les cinq étoiles, et la raison pour laquelle certaines se meuvent légèrement au Nord et les autres légèrement au Sud est due à la divergence des cercles en ascension droite, et à un effet de perspective.

La réalité de ce mouvement commun a été confirmée par les observations spectroscopiques faites à Potsdam; elles ont montré que les étoiles en

question se rapprochent de la Terre avec une vitesse générale de 29 kilomètres à la seconde. Le D^r Hoffler a grossièrement estimé à 200 années-lumière le système qu'elles forment; or, comme quatre d'entre elles sont de deuxième grandeur et δ de troisième, on peut conclure que chacun de ces astres brille en réalité d'un éclat beaucoup plus vif que notre Soleil. Dans ces conditions, l'étendue totale occupée par ce groupe serait au moins égale à 14 fois la distance qui nous sépare de α Centaure; ϵ Grande Ourse, la plus brillante, aurait un éclat au moins 600 fois supérieur à celui de notre Soleil.

Il est intéressant de constater qu'aucune des étoiles de la même région ne participe à ce mouvement. Mizar elle-même, avec ses deux satellites, semble étrangère au Système. L'est-elle réellement? Si les étoiles qui composent le groupe tournent autour d'un centre quelconque, il est évident qu'elles ne peuvent toutes avoir la même direction, puisque, malgré le parallélisme des orbites, elles occupent des points divers sur ces orbites. De même, dans d'autres régions du ciel, il peut y avoir des étoiles tournant sur d'immenses orbites autour du même foyer d'attraction que les étoiles de la Grande Ourse. Sirius, β Cocher, γ Grande Ourse, δ Lion, α Couronne boréale en seraient des exemples; mais, pour l'instant, il est impossible de les identifier toutes.

On connaît d'autres systèmes analogues; ainsi, les Pléiades voyagent ensemble si exactement, que jusqu'ici on n'a pu découvrir aucune différence dans leurs mouvements propres. Ceci est vrai non seulement pour les six étoiles que nous voyons facilement à l'œil nu, mais pour beaucoup d'autres plus faibles que nous révèlent les télescopes.

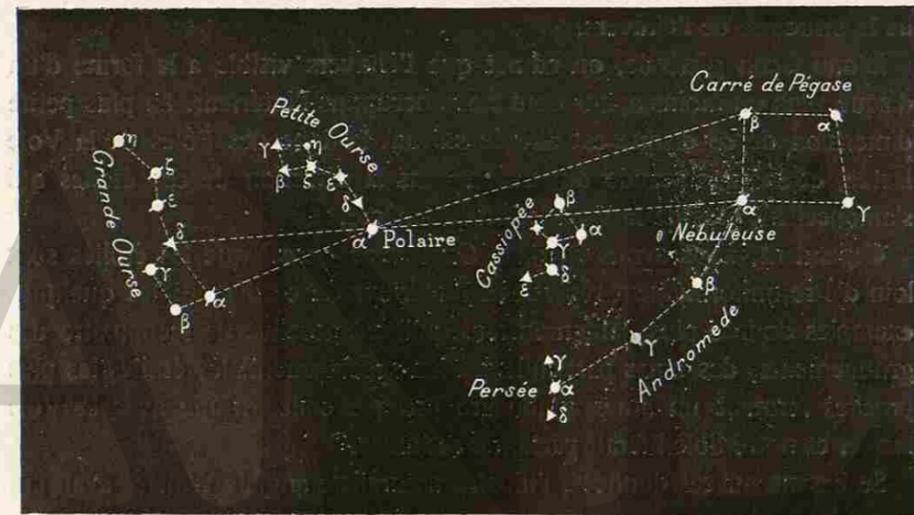
Toutefois, il est intéressant de constater que certaines étoiles en apparence à l'intérieur du groupe ne partagent pas ce mouvement, d'où l'on conclut qu'elles n'appartiennent pas au même Système. Elles sont certainement animées d'un mouvement quelconque, autrement elles finiraient par tomber les unes sur les autres par suite de leur attraction mutuelle; mais ces mouvements sont si faibles, qu'il faudra des siècles d'observations avant qu'on puisse les déterminer.

Il y a trois étoiles dans Cassiopée, β , η , et μ , qui ont chacune un grand mouvement propre dans une direction si identique qu'il est difficile de ne pas supposer une relation entre elles. Toutefois, les mouvements angulaires sont assez différents pour que la relation ne s'impose pas absolument.

Dans la constellation du Taureau, entre Aldébaran et les Pléiades, la plupart des étoiles qui ont été exactement déterminées semblent avoir un mouvement positif en ascension droite, et négatif en déclinaison; mais ces

mouvements ne sont pas égaux comme ils le seraient si les étoiles appartenaient à un système unique, de sorte qu'on ne peut en tirer de conclusion bien nette.

On connaît beaucoup d'autres Systèmes moins importants, mais que l'on n'aurait jamais soupçonnés sans cette identité de mouvement. Bessel, dès 1818, signalait à l'attention des astronomes deux étoiles, l'une de cinquième, l'autre de septième grandeur, connues sous les noms de γ A Ophiucus et γ Scorpion, à 13 minutes d'arc l'une de l'autre, et ayant le même mouvement annuel de $1''{,}25$. La première a un compagnon très proche, et il semble qu'une autre petite étoile intermédiaire fasse aussi partie du groupe.



ALIGNEMENT D'ÉTOILES POUR TROUVER LA PETITE OURSE, CASSIOPÉE, PÉGASE, PERSÉE ET ANDROMÈDE

Un autre Système quadruple intéressant est celui de deux couples dans le Cygne; l'un animé d'un mouvement de révolution, l'autre en apparence fixe; séparés par un intervalle de $15'$, ils dérivent ensemble lentement vers le Sud, dans une direction à peu près perpendiculaire à la ligne suivie par le Soleil. Ce mouvement commun leur est donc propre et n'est pas dû à un effet de perspective. La paire stationnaire est l'étoile jaune de cinquième grandeur γ Cygne, avec son satellite, bleuâtre à $26''$; la paire où les deux étoiles tournent l'une autour de l'autre est formée de deux étoiles de huitième grandeur à $3''$ d'écartement. Elle porte le nombre 2576 dans le grand catalogue de Struve.

Signalons encore un curieux exemple de communauté de mouvements fourni par deux étoiles de neuvième grandeur dans la Balance, découvertes par Schœnfeld en 1881, et qui s'avancent sur la sphère à la vitesse exceptionnellement rapide de $3''$, 7 par an. Malgré le grand intervalle de $5'$ qui les sépare, leur marche semble s'harmoniser parfaitement.

M. Innes a signalé un Système encore plus vaste formé par deux paires d'étoiles dans le Toucan. Mais, dans l'un et l'autre cas, il n'a pas été possible de déterminer leurs distances à la Terre.

Nous pourrions multiplier les exemples analogues. Mais tout ceci n'est rien à côté de l'étonnante découverte faite par l'astronome Kapteyn au début de ce siècle, et destinée à modifier considérablement notre conception de la structure de l'Univers.

D'une façon générale, on admet que l'Univers visible a la forme d'un disque plus ou moins aplati dont nous occupons l'intérieur. La plus petite dimension de ce disque est dirigée suivant la ligne des Pôles de la Voie lactée, et sa plus grande dimension dans la direction de ces étoiles qui s'amoncellent près de la Voie lactée elle-même.

Cependant, nous avons vu dans *Où sommes-nous?* que les étoiles sont loin d'être uniformément réparties à l'intérieur de ce disque; les quelques exemples donnés plus haut montrent qu'il est possible de reconnaître des groupements, des amas particuliers. Plus spécialement, les étoiles les plus proches forment un amas globulaire presque concentrique avec la Voie lactée, et notre Soleil ferait partie de cet amas.

Se basant sur ces données, l'illustre naturaliste anglais Wallace avait cru pouvoir conclure : « La nouvelle astronomie établit que notre Soleil est l'un des astres centraux d'un amas globulaire d'étoiles, et que cet amas occupe une place presque centrale dans le plan de la Voie lactée. Nous sommes donc au centre de l'Univers. » Il ajoutait même que c'est à cette position centrale que la Terre doit d'être habitée.

Il est certain que toutes les observations modernes nous montrent que le Soleil est relativement près du centre. Mais combien de temps y restera-t-il? On sait, en effet, que le Soleil, avec tout son cortège de planètes, change de place dans le ciel à raison de 18 à 20 kilomètres à la seconde.

C'est relativement peu sans doute, puisque la lumière mettrait seulement 35 minutes pour parcourir le long trajet effectué en une année par le Système solaire. Toutefois, comme nous poursuivons notre route sans arrêt, en 152 siècles notre Système a déjà franchi une année-lumière, de sorte

qu'en un peu plus de 65 360 ans nous arriverions à α Centaure, notre proche voisine, si nous allions vers elle.

Or, notre Univers stellaire a des dimensions finies, et, dès lors, il doit arriver nécessairement que notre Soleil, ainsi lancé en ligne droite, le traverserait d'une extrémité à l'autre en trois centaines de millions d'années environ. Si nous nous rallions aux 100 millions d'années que réclament les géologues pour l'existence de la Terre depuis sa formation, nous voyons combien notre position centrale devient éphémère.

Il est vrai que notre vitesse actuelle peut ne pas être permanente ni même durable; nous pouvons accomplir de chaque côté du centre une série d'oscillations d'amplitude relativement faible, et qui ne modifient pas beaucoup notre position. Si quelqu'un se plaisait à l'affirmer, il nous serait impossible actuellement de lui prouver qu'il est dans l'erreur.

Nous pouvons faire encore une autre hypothèse : Le Soleil et en même temps que lui tous les astres de la Voie lactée pourraient tourner autour d'un point central, comme les planètes tournent autour du Soleil.

Kant était assez disposé à regarder Sirius comme le « Soleil central » de la Voie lactée, tandis que Lambert croyait que la grande nébuleuse d'Orion pouvait servir de centre d'attraction à un groupe secondaire comprenant notre Soleil.

Pour Herschel, le grand amas dans Hercule pouvait remplir le même rôle; Argelander plaçait son Soleil central dans la constellation de Persée; Boguslawski, de Breslau, faisait trôner à ce poste d'honneur Fomalhaut, la brillante étoile du Poisson austral.

Mædler, qui succéda à Struve dans la direction de l'Observatoire de Dorpat, en 1839, concluait, d'une étude plus approfondie de la structure de l'Univers, que le centre d'attraction du système sidéral entier résidait non pas dans un corps unique de masse énorme et prépondérante, mais dans le centre de gravité de la multitude des astres agissant les uns sur les autres.

Dans l'hypothèse d'un astre central, les mouvements stellaires devaient être très rapides près du centre; dans l'hypothèse de Mædler, au contraire, ils s'accéléraient avec la distance. Cet astronome montra qu'on ne pouvait indiquer aucune partie du ciel comme région de mouvements exceptionnellement rapides dénotant la présence d'un corps prépondérant gigantesque même obscur et invisible; mais il existe certainement, disait-il, dans le groupe des Pléiades et dans son voisinage, un ensemble de mouvements extrêmement lents; c'est donc là qu'il plaça le centre de gravité de la Voie

lactée. La brillante étoile Alcyone devenait ainsi le « Soleil central », mais dans un sens purement passif, sa prépondérance étant due à sa situation au point où toutes les attractions viennent se neutraliser et où, par conséquent, tout est au repos.

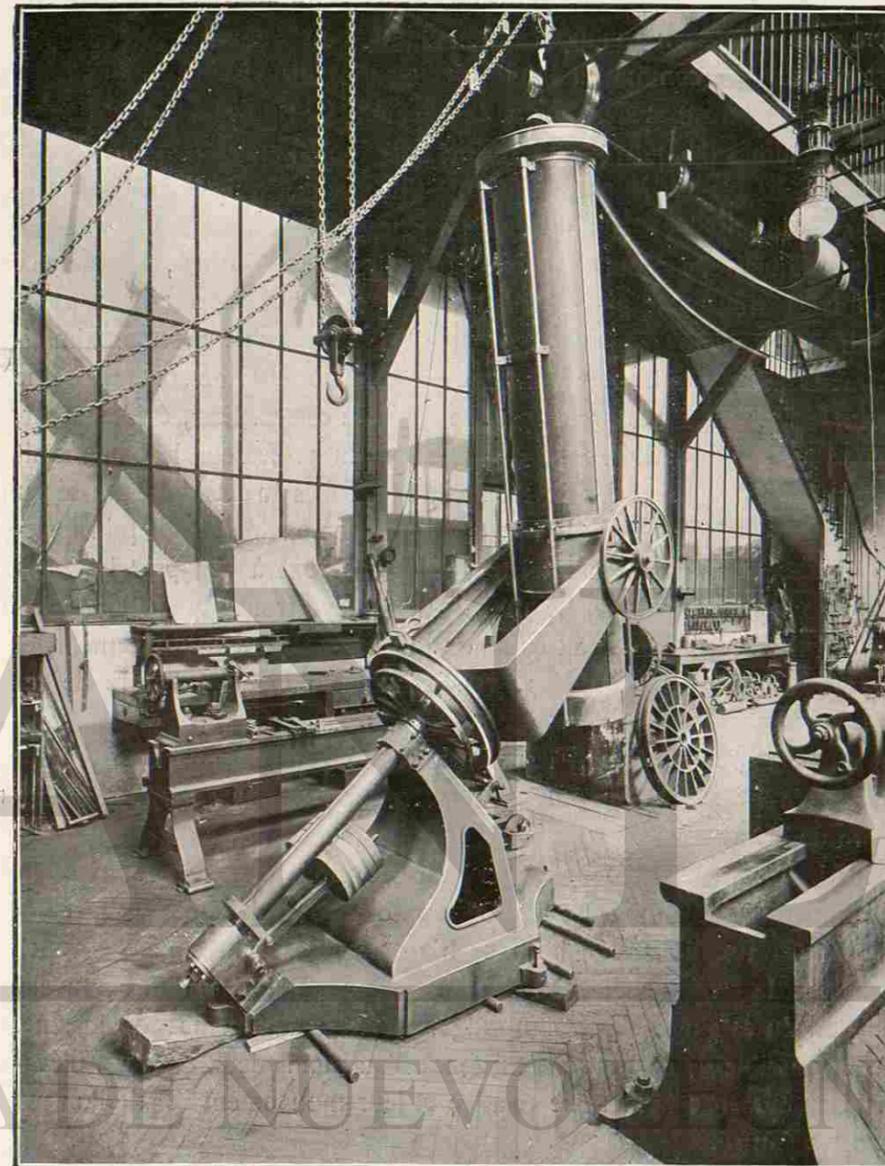
Poussant les conjectures à leur dernière limite, Mædler fixa enfin à 18 200 000 ans la période de révolution du Soleil autour de ce point central.

Évidemment, le gouvernement sidéral imaginé par l'astronome de Dorpat était, suivant l'expression de Miss Clerke, du type constitutionnel le plus absolu; le chef du gouvernement, en effet, non seulement n'y acquiert aucune influence, mais encore se voit enlever celle qu'il pourrait avoir naturellement.

Disons cependant que, tout en ignorant encore et peut-être pour toujours le plan fondamental sur lequel est organisée la Voie lactée, les recherches les plus récentes tendent à montrer de plus en plus que le gouvernement sidéral n'est pas monarchique si l'on peut dire, mais fédéral. La communauté de mouvements propres découverte par Mædler dans le voisinage des Pléiades peut, en conséquence, avoir une signification tout à fait différente de celle qu'il imaginait.

Toutefois, malgré les preuves irrécusables qui se dressent contre cette hypothèse d'un Soleil central, elle compte encore quelques partisans qui tentent de la ressusciter en lui faisant subir quelques modifications. Ainsi, le directeur de l'Observatoire de Lyon, M. André, mort tout récemment, soutenait, dans son traité d'astronomie, que notre distance au « Soleil central » est de 715 années-lumière; la période de révolution, de 22 millions d'années environ, et la vitesse de mouvement, de 18 kilomètres par seconde.

Mais, comme le fait remarquer l'astronome américain Young, l'évidence d'une telle révolution générale des étoiles est très loin d'être concluante, et les données sont si insuffisantes que les résultats numériques ne méritent aucune confiance. En réalité, ajoutait-il, l'hypothèse la plus probable, c'est que les étoiles se meuvent comme les abeilles dans un essaim, chaque étoile étant surtout sous le contrôle de l'attraction de ses plus proches voisines, tout en étant influencée plus ou moins évidemment par l'attraction de la masse générale. Dans ces conditions, les trajectoires des étoiles ne sont pas des orbites avec le sens de périodicité que nous donnons ordinairement à ce mot, c'est-à-dire que ce ne sont pas des trajectoires qui reviennent sur elles-mêmes. Les forces qui, à chaque instant, agissent sur une étoile donnée sont si près d'être neutralisées, que son mouvement doit se produire sensible-



TÉLESCOPE DE 0^m,50 D'OUVERTURE AVEC FOYER DE 3 MÈTRES POUR L'OBSERVATOIRE D'ALGER,
CONSTRUIT PAR LA MAISON PRIN, DE PARIS

ment, suivant une ligne droite, pendant des milliers d'années, sauf dans le cas où deux étoiles sont très proches l'une de l'autre.

Et nous voilà ainsi ramenés à la fameuse découverte dont nous parlions. Au Congrès des arts et des sciences, à Saint-Louis, aux États-Unis, en 1904,

le professeur Kapteyn annonçait au monde savant que l'Univers stellaire n'est pas simple, comme on le croyait jusque-là. Il existe au moins deux Univers, deux groupes stellaires, si l'on préfère, comprenant la totalité des étoiles et animés de mouvements relatifs. Dès lors, nous appartenons à l'un ou à l'autre de ces Systèmes, ou bien ni à l'un ni à l'autre, mais, en tout cas, il nous est impossible d'être d'une façon permanente au centre des deux; à moins d'admettre, suivant l'expression du professeur Turner, l'hypothèse tout à fait extravagante que le mouvement relatif d'un Univers par rapport à l'autre est oscillatoire, qu'ils sont tous deux finis, qu'ils ont approximativement le même centre, où se trouve placé notre Système solaire, et que chaque Univers stellaire oscille par rapport à ce centre. Ceci, évidemment, dépasse toute vraisemblance. La conclusion du professeur Kapteyn était basée sur une discussion des mouvements des étoiles du catalogue dressé par Bradley en 1755. Ces étoiles, au nombre de 2 600 environ, sont principalement des étoiles visibles à l'œil nu; elles couvrent à peu près les trois quarts de la sphère céleste. Le professeur Kapteyn trouve que toutes indiquent l'existence de ces deux courants qui se pénètrent mutuellement, et que toutes les étoiles examinées appartiennent à l'un ou à l'autre de ces deux Systèmes.

A la même époque, et tout à fait indépendamment, puisque le professeur Kapteyn n'avait encore rien publié de ses travaux, M. Plummer, de l'Observatoire de l'Université d'Oxford, faisait remarquer de son côté que les faits connus indiquent l'existence de plus d'un Univers.

D'autre part, M. Eddington, de l'Observatoire royal de Greenwich, reprenant les travaux de Kapteyn, en se basant sur les mouvements propres déduits par le professeur Dyson et M. Thackeray, à la suite d'une nouvelle réduction du catalogue de Groombridge, est arrivé aux mêmes conclusions. Il serait possible de démontrer l'existence d'au moins deux Univers, d'évaluer leur puissance numérique relative et leur mouvement relatif l'un par rapport à l'autre.

Les étoiles de l'un des courants, nommons-le, le courant I, ont une commune vitesse relativement au Soleil et convergent vers un point (Apex) situé à 18 heures en ascension droite et $+18^\circ$ en déclinaison, tandis que l'apex du courant II serait situé à 7^h30^m en ascension droite et $+58^\circ$ en déclinaison. Le premier apex est dans la constellation d'Hercule, le second entre le Cocher et le Lynx.

Les étoiles du courant II se meuvent lentement par rapport au Soleil, d'où

l'on peut conclure que nous appartenons à ce courant. « La vitesse du premier courant, par rapport au Soleil, est beaucoup plus grande que celle du second. Mais l'analyse montre qu'ils contiennent à peu près le même nombre d'étoiles, le courant II étant peut-être un peu plus important. Autre résultat très inattendu, la proportion des étoiles du courant II par rapport aux étoiles du courant I est à très peu près constante dans les différentes régions. De plus, les étoiles du courant I ne sont pas, en général, plus éloignées que les étoiles du courant II, dont nous faisons partie. »

Telles sont les conclusions obtenues par M. Eddington; elles sont en parfait accord avec celles du professeur Kapteyn, bien que basées sur une documentation différente.

Ne pourrait-on pas cependant interpréter différemment les faits? Évidemment si, et M. Schwarzschild s'y est essayé avec quelque succès. Dans sa pensée, il n'y aurait qu'un seul Système stellaire; mais la loi suivant laquelle varieraient les vitesses des mouvements propres des étoiles différerait un peu de celle qui régit les vitesses des mouvements moléculaires dans une masse gazeuse. Il est difficile, sans recourir à l'usage de mathématiques compliquées, d'énoncer la loi qu'adopte M. Schwarzschild. Disons seulement que l'application qu'il en a faite aux étoiles sur lesquelles M. Eddington a travaillé montre que l'interprétation des données d'observation est à peu près aussi satisfaisante que dans l'hypothèse des deux Systèmes stellaires de M. Kapteyn, se pénétrant mutuellement.

Cette constatation de deux mouvements prédominants dans l'Univers visible m'a suggéré une autre théorie très plausible de la structure de la Voie lactée. Reportez-vous au chapitre IX de *Où sommes-nous?* L'ensemble de toutes les toiles offre grossièrement une disposition symétrique nous indiquant qu'au début les matériaux qui ont formé les étoiles étaient distribués dans une sphère presque parfaite.

Les lois de la condensation dans un tel milieu, loin d'aboutir, comme dans le Système solaire, à la production d'une grosse masse centrale, ont donné naissance, au contraire, à un vaste anneau nébuleux.

C'est de cet anneau que sont nées les étoiles peuplant communément ce que nous appelons la Voie lactée.

Les mouvements ont eu lieu dans les deux sens, direct et rétrograde, et les astres résultant de cette condensation ont conservé encore ces mouvements primitifs; de là les deux courants de Kapteyn, ceux que nous montrent les plus récentes observations. Mais, au centre du Système, c'est-à-dire au

milieu de l'anneau, des condensations partielles se sont effectuées; d'énormes amas ont formé des Soleils, et le nôtre est du nombre.

Pouvons-nous dire quelque chose de vraisemblable sur la nature des mouvements dont ces astres intérieurs sont animés?

La meilleure solution du problème consiste à admettre qu'en ces régions centrales, les deux mouvements direct et rétrograde ont dû prédominer au commencement, mais bien vite l'attraction de l'anneau extérieur s'est fait sentir; chaque Soleil s'est donc vu dans l'obligation de fuir le centre et de se diriger vers la périphérie. Ainsi ont pris naissance ces processions de Soleils que nous observons couramment dans le ciel. Par des tracés obliques, les chefs de file mènent ces longues théories vers l'anneau de la Voie lactée, dont l'attraction s'exerce à des milliards de kilomètres. La trajectoire de notre Soleil est donc la résultante des attractions de ses voisins, combinée avec celle de l'anneau extérieur. Notre marche ne serait donc pas une ligne droite, mais une sorte de spirale dont le rayon de courbure est si peu prononcé, que nos observations sont impuissantes à le déceler en un petit nombre d'années.

Tout l'ensemble formerait donc une vaste nébuleuse spirale, mais bien différente de celles que nous connaissons, puisque les mouvements s'y effectueraient à rebours, c'est-à-dire du centre à la circonférence.

Quand arriverons-nous au but? Personne ne peut le conjecturer d'une façon vraisemblable. Arrivé au terme du voyage, notre Soleil sera obscurci depuis longtemps; la vie aura abandonné les planètes qu'il traîne à sa suite, et la Voie lactée comptera un système de plus dans les millions d'astres morts tournant sans discontinuer dans l'immense domaine de l'anneau galactique.



CHAPITRE IV

L'AVENIR DU SOLEIL

Le Soleil est la source de la chaleur et de la lumière qui vivifient notre globe; il est le principe de tous les mouvements qui se produisent autour de nous et en nous; c'est le réservoir où nous puisons toutes les forces que l'homme a pu assouplir, diriger et mettre à son service. Or, quelle est l'origine de sa puissance calorifique? Où prend-il encore cette chaleur qu'il distribue à profusion sans se refroidir? Quelle est la raison de la merveilleuse constance de sa radiation? Mais surtout, et c'est là un point capital pour l'humanité, combien cette source vivifiante et unique durera-t-elle de temps encore et entretiendra-t-elle sur la Terre la vie sous ses manifestations variées?

A la grande distance qui nous sépare de l'astre central, 149 000 000 de kilomètres en chiffres ronds, la radiation moyenne est d'environ deux calories par centimètre carré et par minute. L'émission totale du Soleil est donc d'environ

$$2 \times 4 \times \frac{22}{7} \times (14\,900\,000\,000\,000)$$

2 calories par minute!

Les feux ordinaires du charbon sont dus à la combinaison de carbone avec l'oxygène. Or, sauf dans les taches, il ne se produit pas de combinaisons dans le Soleil. La température est si élevée que la plupart des composés sont aussitôt dissociés en leurs divers éléments. Cependant, le Soleil émet une telle radiation, que si rien ne venait lui restituer la chaleur envoyée dans l'espace, il ne tarderait pas à se refroidir. Même depuis les temps historiques, nous devrions constater une diminution marquée de la température superficielle de la Terre.

Or, la Géologie nous apprend que, pendant plus de 50 milliards d'années,

milieu de l'anneau, des condensations partielles se sont effectuées; d'énormes amas ont formé des Soleils, et le nôtre est du nombre.

Pouvons-nous dire quelque chose de vraisemblable sur la nature des mouvements dont ces astres intérieurs sont animés?

La meilleure solution du problème consiste à admettre qu'en ces régions centrales, les deux mouvements direct et rétrograde ont dû prédominer au commencement, mais bien vite l'attraction de l'anneau extérieur s'est fait sentir; chaque Soleil s'est donc vu dans l'obligation de fuir le centre et de se diriger vers la périphérie. Ainsi ont pris naissance ces processions de Soleils que nous observons couramment dans le ciel. Par des tracés obliques, les chefs de file mènent ces longues théories vers l'anneau de la Voie lactée, dont l'attraction s'exerce à des milliards de kilomètres. La trajectoire de notre Soleil est donc la résultante des attractions de ses voisins, combinée avec celle de l'anneau extérieur. Notre marche ne serait donc pas une ligne droite, mais une sorte de spirale dont le rayon de courbure est si peu prononcé, que nos observations sont impuissantes à le déceler en un petit nombre d'années.

Tout l'ensemble formerait donc une vaste nébuleuse spirale, mais bien différente de celles que nous connaissons, puisque les mouvements s'y effectueraient à rebours, c'est-à-dire du centre à la circonférence.

Quand arriverons-nous au but? Personne ne peut le conjecturer d'une façon vraisemblable. Arrivé au terme du voyage, notre Soleil sera obscurci depuis longtemps; la vie aura abandonné les planètes qu'il traîne à sa suite, et la Voie lactée comptera un système de plus dans les millions d'astres morts tournant sans discontinuer dans l'immense domaine de l'anneau galactique.



CHAPITRE IV

L'AVENIR DU SOLEIL

Le Soleil est la source de la chaleur et de la lumière qui vivifient notre globe; il est le principe de tous les mouvements qui se produisent autour de nous et en nous; c'est le réservoir où nous puisons toutes les forces que l'homme a pu assouplir, diriger et mettre à son service. Or, quelle est l'origine de sa puissance calorifique? Où prend-il encore cette chaleur qu'il distribue à profusion sans se refroidir? Quelle est la raison de la merveilleuse constance de sa radiation? Mais surtout, et c'est là un point capital pour l'humanité, combien cette source vivifiante et unique durera-t-elle de temps encore et entretiendra-t-elle sur la Terre la vie sous ses manifestations variées?

A la grande distance qui nous sépare de l'astre central, 149 000 000 de kilomètres en chiffres ronds, la radiation moyenne est d'environ deux calories par centimètre carré et par minute. L'émission totale du Soleil est donc d'environ

$$2 \times 4 \times \frac{22}{7} \times (14\,900\,000\,000\,000)$$

2 calories par minute!

Les feux ordinaires du charbon sont dus à la combinaison de carbone avec l'oxygène. Or, sauf dans les taches, il ne se produit pas de combinaisons dans le Soleil. La température est si élevée que la plupart des composés sont aussitôt dissociés en leurs divers éléments. Cependant, le Soleil émet une telle radiation, que si rien ne venait lui restituer la chaleur envoyée dans l'espace, il ne tarderait pas à se refroidir. Même depuis les temps historiques, nous devrions constater une diminution marquée de la température superficielle de la Terre.

Or, la Géologie nous apprend que, pendant plus de 50 milliards d'années,

la température de notre globe n'a pas dû varier de plus de quelques dizaines de degrés. Sans doute, aux temps primaires, il régnait sur toute la Terre, depuis les Pôles jusqu'à l'Équateur, une température élevée et uniforme permettant aux organismes coralliaires, par exemple, de se développer jusque dans les mers polaires. Mais leur existence simultanée près de l'Équateur est la preuve que ces régions jouissaient d'une température analogue à celle qu'on y trouve actuellement. Par conséquent, le climat torride des zones polaires était dû non pas au Soleil, mais à quelque autre cause, peut-être à la chaleur interne du globe traversant la croûte encore très mince sur laquelle la vie commençait à se manifester.

Il y a donc lieu de se demander comment le Soleil a pu pendant si longtemps fournir une température aussi constante. Tel fut le problème que les savants d'autrefois regardèrent comme insoluble.

Mayer fut le premier qui, en 1848, donna de la chaleur solaire une origine rationnelle. « L'espace interplanétaire, disait-il, est sillonné dans tous les sens, non seulement par des comètes, mais par des corps analogues aux aéroolithes, soumis à l'attraction du Soleil, qui se précipiteraient sur lui s'ils n'étaient déviés en chemin par quelque action perturbatrice. Mais, de même qu'un pendule écarté de sa position d'équilibre n'y revient pas tout d'un coup, et n'y arrive qu'au bout d'un certain temps, quand sa vitesse est diminuée par les frottements, de même la chute directe sur le Soleil est un cas exceptionnel. Les astéroïdes décrivent donc généralement des orbites fermées autour du foyer d'attraction; puis, la résistance du milieu répandu autour de ce foyer, ralentissant leur vitesse, resserre leurs oscillations et finit par les amener, encore animés d'une vitesse formidable, sur la masse centrale, où leur force vive s'anéantit brusquement et se transformera en chaleur. »

Ainsi la chaleur solaire ne serait qu'un effet de gravitation; on est donc conduit à admettre que le Soleil s'est formé, à l'origine des temps, par la chute successive de matériaux disséminés dans un espace immense, vers un centre quelconque d'attraction, d'abord très faible, puis croissant peu à peu jusqu'à ce que son état actuel d'incandescence ait été atteint.

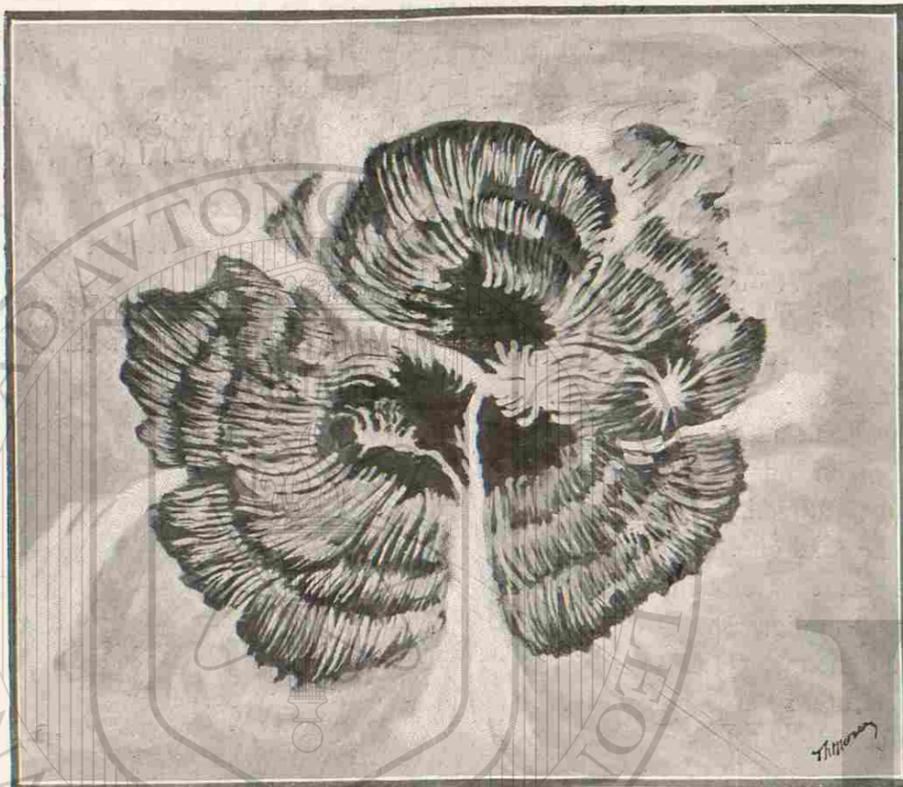
Le Système solaire s'étend aujourd'hui jusqu'à Neptune, 30 fois plus loin que la Terre, à une distance du centre du Soleil égale à 215×30 ou 6 450 rayons de cet astre. Pour fixer les idées, supposons que la masse du Soleil ait été dissiminée, à l'origine, dans une sphère de rayon décuple. Sa densité, aujourd'hui de 1,4, en prenant celle de l'eau pour unité, deviendrait

64 500³ ou 428 000 000 000 000 fois plus petite; dans ces conditions, elle serait 148 000 fois moins dense que le vide au millionième de Crookes. Au fait, ce vide de Crookes n'est pas tellement dépourvu de matière, qu'il n'en contienne encore 1 293 000 kilogrammes par myriamètre cube. Dans la nébuleuse primitive, telle que nous venons de la supposer, on n'en trouve plus, pour un même volume, que 5 217 grammes, que l'on rendait toute-fois parfaitement visibles en y lançant un jet puissant de lumière électrique.

Cependant, même dans un milieu aussi rare, l'attraction conserve ses droits. Grâce à elle, le travail de la condensation se poursuit lentement; la température s'élève, et, quand le Soleil s'est trouvé réduit à ses dimensions actuelles, un calcul fort simple de thermodynamique montre que le total de la chaleur développée a été de 25 000 000 de fois la dépense annuelle du Soleil d'aujourd'hui. Autrement dit, par le seul fait de sa condensation progressive, la masse solaire a dû gagner assez de chaleur pour alimenter sa radiation actuelle pendant 25 millions d'années.



GRANDE TACHE SOLAIRE DE 16 000 KILOMÈTRES
(Dessin de l'abbé Th. MOREUX.)



TYPE DE TACHE SOLAIRE EN VOIE DE DÉCROISSANCE
(Dessin de l'abbé Th. MOREUX.)

Cette théorie, due à Helmholtz, est universellement admise aujourd'hui. D'après elle, une contraction de 76 mètres par an dans le diamètre du Soleil suffirait à soutenir la radiation solaire actuelle. Dans ces conditions, il faudrait environ dix mille ans pour réduire le diamètre apparent du Soleil d'une seconde d'arc, de sorte que, en ce qui concerne du moins l'observation télescopique, la théorie de la contraction est parfaitement admissible, puisqu'un changement de $1/10$ de seconde dans le diamètre solaire ne pourrait être reconnu.

D'après les calculs de Newcomb, le Soleil, pour maintenir sa radiation actuelle pendant encore 7 000 000 d'années, devrait se contracter à la moitié de sa grandeur présente. Comme cette contraction ne peut se poursuivre indéfiniment, et que, pour cette raison, la provision de chaleur solaire n'est pas infiniment grande, nous devons à ce point de vue regarder la durée de la vie dépendant des rayons du Soleil comme ayant eu un commencement

dans un passé plus ou moins éloigné. Pour la même raison, il est certain qu'elle tend vers une fin dans un avenir relativement proche.

Cette action, d'ailleurs, est relativement lente, et depuis les temps historiques, nos observations n'ont pu déceler quoi que ce soit en faveur de la théorie.

« Depuis l'invention du thermomètre, on a recueilli, dit M. Faye, de longues séries d'observations sur une infinité de points du globe. Résultat général : depuis cent ans, les climats n'ont pas varié, et, comme la température superficielle de notre globe dépend presque exclusivement de la radiation solaire, depuis cent ans celle-ci est restée la même.

» Les végétaux sont des témoins tout aussi délicats, tout aussi irrécusables de la température, et leurs indications remontent bien plus haut que celles du thermomètre. Il y a des limites que chaque espèce ne franchit pas. Ainsi la culture de l'olivier, comme arbre de rapport, est restée confinée aujourd'hui en France entre les mêmes limites qu'au temps où Jules César guer-



LA GRANDE TACHE SOLAIRE DU 2 FÉVRIER 1905. 180 200 KILOMÈTRES DE DIAMÈTRE
Cette tache, la plus grande que l'homme ait contemplée depuis l'invention des lunettes, a été découverte par l'abbé MOREUX à son observatoire de Bourges.

royait dans les Gaules. En Égypte, en Palestine, la culture du dattier donne des fruits mangeables; mais un degré de moins dans la température de l'été ferait rejeter ces fruits. La vigne y donne encore du vin, mais un degré de plus ferait abandonner cette culture. Eh bien! les choses en étaient au même point du temps des Pharaons. Conclusion : aussi loin que remontent les témoignages historiques, la chaleur du soleil n'a pas varié. »

Il ne faudrait pas en conclure, néanmoins, qu'il en a toujours été ainsi. Bien que nous ne puissions constater les effets actuels du refroidissement de la masse solaire, l'extinction du Soleil est aussi certaine que la mort des organismes vivants.

Comment nous le savons? En examinant ce qui se passe dans le ciel; mais ici une comparaison s'impose pour mieux faire comprendre notre pensée.

Promenez-vous dans une forêt; sans pouvoir assister au processus de la vie ni à son éclosion, vous aurez très nettement la conception du développement organique depuis la naissance de la plante jusqu'à sa mort. Devant vous, en effet, poussent des arbres de tout âge et de toute grandeur, depuis le rameau fragile à peine sorti de la graine, jusqu'à l'arbre puissant qui menace le ciel; depuis l'être plein de vie et au maximum de sa force, jusqu'à l'arbre à moitié brisé par la vieillesse, et dont le branchage, dénué de sève, tombe lamentablement vers le sol.

Maintenant, regardez le ciel; le spectacle est identique. Alors que les étoiles jaune d'or, nous l'avons déjà vu, commencent à peine à se condenser, d'autres, au contraire, attendent le jour fatal où, sous une mince enveloppe solidifiée de toutes parts, elles lanceront dans le ciel leur dernier éclat et seront rayées des catalogues stellaires.

Sans doute, ces corps célestes sont loin de nous; mais, grâce au spectroscope, nous les connaissons aussi bien que notre propre Soleil.

L'observation nous a appris, en effet, que plus une masse de matière est chaude, plus son spectre envahit l'ultra-violet. Nous pouvons en conclure que plus la température d'une étoile est élevée, plus son spectre complet ou continu s'allonge vers l'ultra-violet, moins il est absorbé par les vapeurs froides de son atmosphère.

Or, en groupant les différents spectres stellaires, nous trouvons que les étoiles gazeuses possèdent un spectre très étendu; les étoiles métalliques, un spectre moins considérable, et les étoiles à carbone un spectre plus raccourci encore.

En associant les deux séries de phénomènes, on se trouve donc amené

à cette conclusion, que les étoiles gazeuses ont la température la plus élevée, les étoiles à carbone étant les plus froides, tandis que les étoiles métalliques occupent une position intermédiaire.

Ainsi, les différences dans les constitutions chimiques apparentes sont associées à des différences de température. Il nous reste maintenant à déterminer en quel point de la courbe thermométrique se trouve telle étoile en particulier; vient-elle de naître seulement, et sa température augmente-t-elle, ou bien a-t-elle déjà passé le minimum et marche-t-elle vers le déclin? Là encore les expériences de laboratoire vont être pour nous d'un précieux secours.

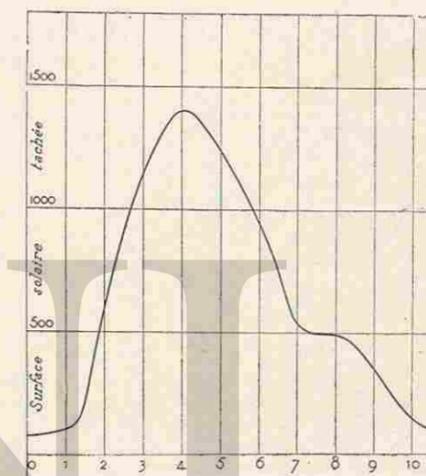
Ces gaz ou ces vapeurs ne possèdent pas un spectre unique, comme on le croyait au début des études spectroscopiques; les Systèmes de lignes brillantes émises par les substances rayonnantes changent avec la température.

Prenons, par exemple, de l'acide carbonique, et photographions son spectre; augmentons maintenant la température, de façon à détruire le composé, nous obtenons évidemment les spectres de ses constituants : carbone et oxygène. Eh bien! les spectres des éléments chimiques se conduisent

exactement de la même façon que les spectres des composés connus lorsque nous employons des températures beaucoup plus élevées que celles qui détruisent le composé; dans quelques cas les changements sont même plus marqués.

Ainsi, le spectre du fer, porté au rouge sombre, ne ressemble pas complètement à celui du même élément chauffé par l'arc électrique ou l'étincelle. ®

Dans chaque cas, de nouvelles lignes apparaissent, et les anciennes deviennent plus intenses à mesure que la température augmente. Ces raies ont reçu le nom de *lignes renforcées*. Ce ne sont pas, d'ailleurs, les seules visibles; en dehors de la région à haute température où elles sont produites, les vapeurs en voie de refroidissement nous donnent des lignes froides. Nous



APRÈS UN CERTAIN NOMBRE D'ANNÉES INDIQUÉ PAR LES NUMÉROS DU BAS, LES TACHES SOLAIRES AUGMENTENT, PASSENT PAR UN MAXIMUM ET DESCENDENT ENSUITE. L'INTERVALLE ENTRE DEUX MAXIMA EST DE ONZE ANS ENVIRON

pouvons encore concevoir les lignes renforcées seules visibles à la température la plus élevée dans un espace suffisamment libre de l'action de toutes les températures inférieures, mais nous ne pouvons évidemment reproduire ce dernier cas dans nos laboratoires.

En étudiant attentivement l'apparition de ces lignes renforcées spéciales dans les spectres stellaires, nous arrivons aux conclusions suivantes :

Les étoiles gazeuses, qui ont une température moyenne très élevée, montrent de fortes lignes d'hélium et de faibles lignes renforcées.

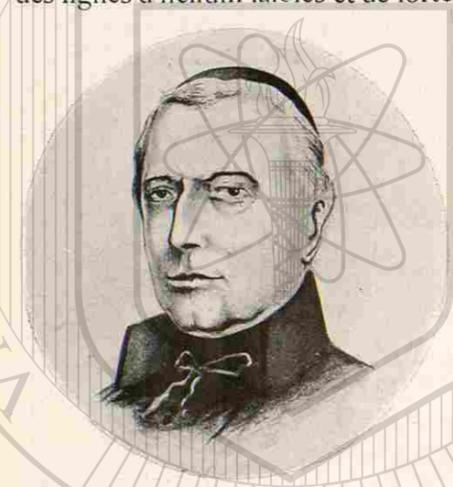
Les étoiles métalliques, qui ont une température moyenne, ou bien montrent des lignes d'hélium faibles et de fortes lignes renforcées, ou bien pas d'hélium et de fortes lignes à arc.

Enfin, les étoiles à carbone qui sont au bas de l'échelle des températures n'ont que de faibles lignes à arc.

Il est donc évident que non seulement les changements spectraux dans les étoiles sont associés aux changements de température ou produits par ses changements, mais que l'étude des lignes renforcées de l'étincelle et de l'arc nous conduit à la conception d'une thermométrie stellaire rigoureuse, ces lignes étant plus faciles à observer que les longueurs relatives des spectres.

Or, en classant ainsi les différents astres, on a reconnu que les spectres des étoiles les plus froides sont loin d'être semblables entre eux, tandis qu'il n'y a qu'une seule espèce d'étoiles très chaudes, et vous en comprenez la raison. Les astres qui s'éteignent passent par les mêmes stades calorifiques que les étoiles naissantes; mais d'un côté, alors que la température monte, de l'autre elle descend, et, comme les combinaisons chimiques ne sont pas les mêmes, dans les deux cas le spectroscopie nous en avertit.

Dans les étoiles les plus chaudes, nous trouvons à peu près exclusivement l'hydrogène, l'hélium et quelques autres gaz encore inconnus. Aux températures immédiatement inférieures, ces gaz sont remplacés par des métaux dans l'état où nous les observons au laboratoire lorsqu'ils sont soumis aux plus fortes chaleurs de l'étincelle électrique. Enfin, à une température plus



PORTRAIT DU R. P. SECCHI,
LE CRÉATEUR DE LA PHYSIQUE SOLAIRE

basse encore, les gaz ont à peu près disparu entièrement, et les métaux existent tels qu'ils nous apparaissent dans l'arc électrique.

On peut dès lors disposer de la façon suivante certaines étoiles types montrant ces changements chimiques :

Étoiles dont la température augmente. Étoiles dont la température diminue.
Étoiles très chaudes.

Bellatrix

ξ Taureau β Persée

Rigel γ Lyre

α Cygne Castor

γ Cygne Procyon

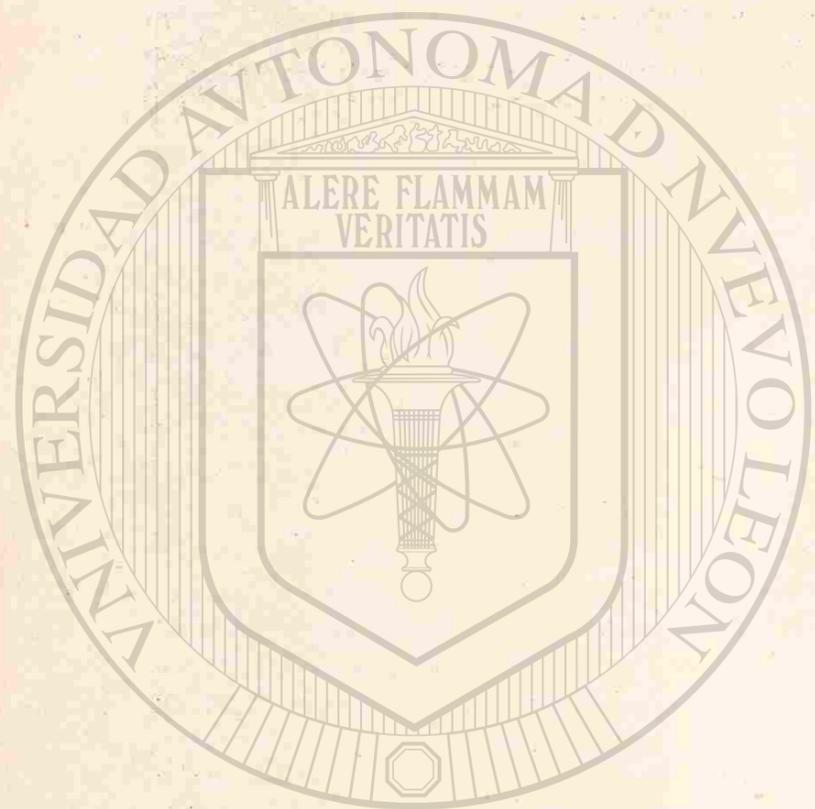
α Orion Arcturus et le Soleil

Voilà, si vous l'examinez de près, un tableau où vous pourrez lire la destinée de notre Soleil.

Notre horoscope n'a rien de divertissant. La place occupée par le Soleil nous montre à l'évidence que notre astre central est presque au dernier stage de son évolution; c'est un vieillard bien décrépité, et la tombe est sa seule espérance.

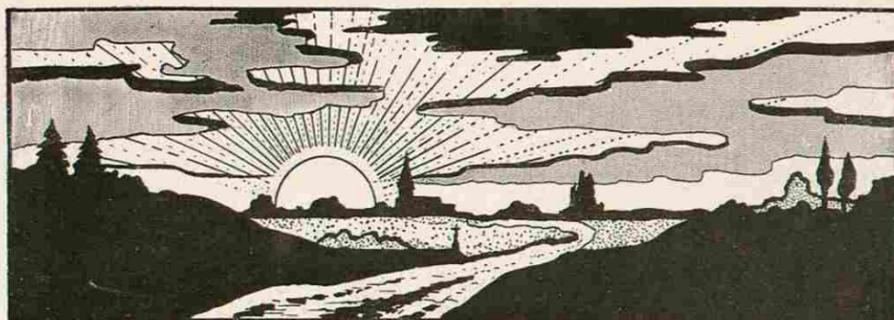
Peu à peu les combinaisons chimiques bien visibles dans les taches se formeront sur de plus grandes étendues. Elles deviendront aussi plus stables; puis la température diminuera rapidement, et, dans quelques dizaines de millions d'années, lorsqu'une couche pâteuse recouvrira sa surface, l'astre du jour avec son éclat aura perdu sa place parmi les étoiles de la voûte céleste.

Soleil noir et invisible, épave dangereuse pour les millions d'étoiles lancées dans les abîmes, il n'en continuera pas moins sa course à travers l'immensité.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CHAPITRE V

L'AVENIR DE LA TERRE

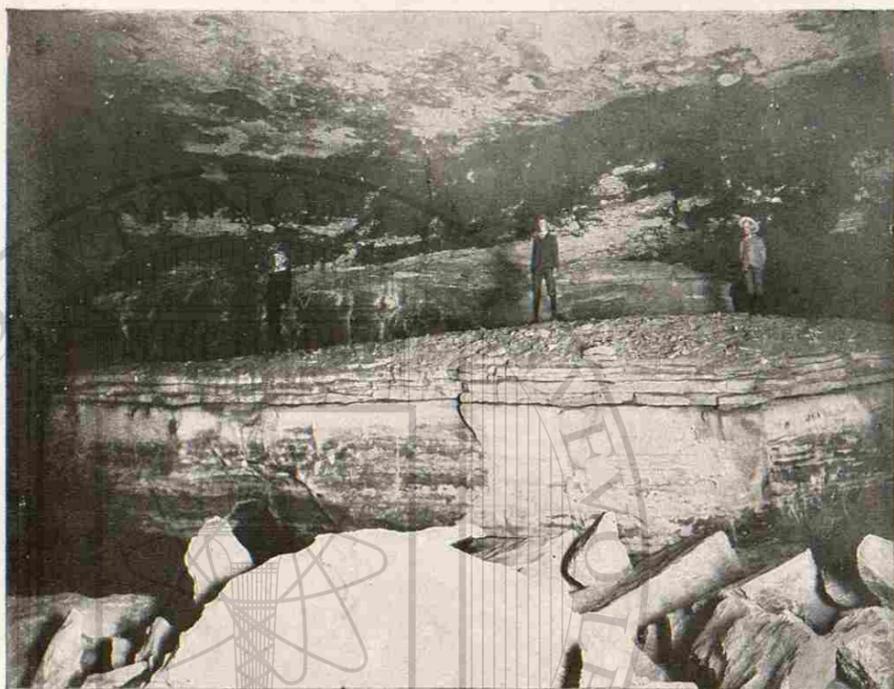
La surface de la Terre subit de constantes métamorphoses. Tantôt les montagnes surgissent à la place des vallées, tantôt les plaines succèdent à des reliefs accusés, tantôt enfin la mer abandonne les rivages qu'elle baignait autrefois; ou inversement, elle envahit les massifs continentaux et cherche à étendre son empire.

Les forces internes, toujours à l'œuvre, luttent pour la surrection du sol, alors que les agents extérieurs tendent à le niveler incessamment.

Ces agents de destruction, tout le monde les connaît, et chacun de nous en a éprouvé maintes fois les effets; ils ont leur siège dans l'atmosphère, et se manifestent sous des formes diverses: eau de pluie, eau de ruissellement, congélation, vents plus ou moins violents.

L'agitation de l'air provenant d'une rupture d'équilibre calorifique peut atteindre une intensité extraordinaire. C'est le vent qui transporte les particules fines et desséchées du sol à des distances fantastiques; on cite des nuages de poussières enlevées au Sahara et retombant après de longues pérégrinations au milieu de l'Atlantique. C'est encore le vent qui projette les mêmes particules avec des vitesses relativement considérables à la surface des roches, où elles exercent une action érosive parfois très marquée.

Rappelez-vous l'expérience des grains de sable tombant sur des morceaux d'acier, et creusant dans le métal de profondes rainures, et vous comprendrez mieux le phénomène de la corrosion. A la longue, les calcaires du Sahara prennent un poli analogue à celui du marbre; les cailloux s'arrondissent et rendent la marche des chameaux extrêmement difficile. A l'île de Sylt, dans la mer du Nord, les sables poussés par le vent contre les vitres des habitations les rayent, au point de leur enlever toute transparence.



LE CERCUEIL DU GÉANT DANS LA GROTTÉ GÉANTE DES ÉTATS-UNIS

Quand la roche est friable, le vent l'entraîne peu à peu, et c'est ainsi que se forment, suivant les circonstances, les roches perchées ou isolées. Quand une roche très dure vient à tomber sur un sol moins consistant, le vent, par son action prolongée, dégrade la base peu à peu, et, finalement, la roche plus dure apparaît comme sur un piédestal. On cite de curieux exemples, dans l'Arizona, de gros blocs de conglomérat tombant du haut des falaises sur le schiste qui en forme la base. Le schiste, moins dur, est désagrégé plus rapidement, et le bloc apparaît alors perché dans des conditions d'équilibre instable sur une colonne de schiste destinée à s'écrouler au premier jour.

Tous les points élevés sont soumis à l'action destructive du vent, qui tend ainsi continuellement à niveler la surface de la Terre.

Comparée à celle de l'eau, l'action du vent est cependant quantité négligeable. L'eau de ruissellement exerce constamment ses effets sur la masse de la terre ferme, dont elle charrie les fragments de plus en plus divisés vers les dépressions océaniques.

A son tour, la mer, lancée à l'assaut des rivages, ronge les continents, ruine le pied des falaises, et transporte à des niveaux inférieurs les matériaux provenant de cette érosion continue.

Toutefois, malgré les apparences contraires, l'eau douce exerce par la désagrégation des masses continentales des effets autrement puissants que ceux des vagues marines, et c'est pour cette raison qu'on a pu affirmer en la circonstance que chaque goutte de pluie mène le deuil de la terre ferme.

Des calculs approximatifs vont nous permettre de nous faire une idée de cette puissance plus formidable qu'on ne le supposerait au premier abord.

L'évaporation transporte dans l'atmosphère des quantités considérables de vapeur d'eau que la condensation précipite sur les 145 millions de kilomètres carrés formant les continents. Or, savez-vous quel est le volume de cette eau ainsi projetée à la surface du sol?

Répartie uniformément sur les reliefs continentaux, cette eau formerait une couche de 844 millimètres, ce qui nous donne un volume annuel de 122 500 kilomètres cubes.

En réalité, la distribution est très inégale.

Alors que dans certaines régions désertiques il ne tombe que quelques centimètres d'eau chaque année, ailleurs on en mesure plusieurs mètres. A Paris, la chute annuelle de pluie est de 0^m,54; elle est de 0^m,80 à l'embou-



LA CÔTE DE SUZAC, PRÈS DE ROYAN

chure de la Seine; de 1^m,57 au Settons, dans le massif du Morvan. En certains points de la Grande-Bretagne, il tombe jusqu'à 3^m,85, et même jusqu'à 4^m,72 d'eau. Enfin, à Cherra-Ponjee, au pied de l'Himalaya, les vents chauds des tropiques abandonnent en moyenne 12 à 14 mètres d'eau par an.

Cette eau qui tombe est loin toutefois de subir le même sort. Une partie plus ou moins considérable, suivant la température et l'état physique du globe, est restituée à l'atmosphère par évaporation. Celle-ci est parfois si intense, qu'on a pu dire que, dans la zone tempérée, les pluies estivales ne profitent pas aux cours d'eau. De ce chef, depuis le moment où la pluie tombe jusqu'à celui où l'eau tombée arrive à l'océan, près des 4/5 des précipitations atmosphériques se sont évaporés. Toutefois, une bonne partie de cette eau a eu le temps de fournir un travail d'érosion appréciable, et dont le mécanisme est facile à saisir.

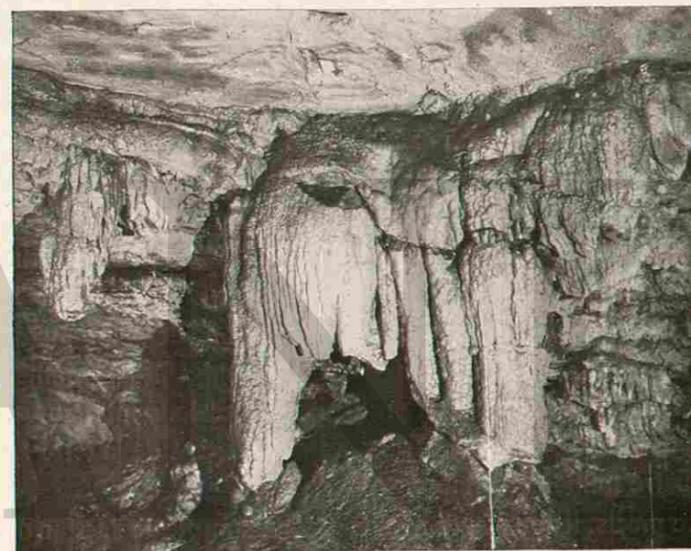
En descendant des régions élevées pour se rendre à l'Océan, l'eau est évidemment douée d'une certaine énergie qui agit d'une façon plus ou moins efficace, suivant les circonstances, pour modifier la forme des terrains qu'elle rencontre. Cette eau agira d'autant mieux que sa rapidité sera plus grande; animée d'une grande vitesse, elle dégradera les parois du canal qui la contient. Il en résulte que tout cours d'eau, par l'affouillement de ses rives et de son lit, cherchera à diminuer sa pente en entraînant toutes les particules solides arrachées le long de sa route.

L'érosion dépendra donc à la fois de la vitesse de l'eau de ruissellement et de la nature des terrains traversés. On conçoit fort bien, en effet, qu'une terre détrempeée et argileuse sera plus facilement entraînée que des cailloux ou des roches compactes.

S'il arrive que de gros blocs durs sont noyés dans une matière facile à désagréger, l'action des eaux sauvages tend à isoler les blocs et à les laisser en saillie à la surface du sol. Les blocs se trouvent ainsi placés en équilibre instable, jusqu'au moment où ils roulent au bas de la pente; ou bien ils demeurent entassés les uns sur les autres dans la position où l'enlèvement progressif des sables les a fait peu à peu descendre. Ainsi se sont produits les blocs perchés, les pierres branlantes et ces accumulations très pittoresques visibles dans les pays granitiques, sortes de cheminées naturelles formées de colonnes de roches friables surmontées et protégées par une pierre plus résistante. La Savoie nous offre de beaux exemples de ces formations, mais c'est au Colorado où ces *pyramides des fées* atteignent leurs plus grandes dimensions; on en cite quelques-unes de 100 mètres de hauteur.

Parfois, comme à Montpellier le Vieux, l'érosion a façonné les rochers de telle façon que, de loin, on pourrait prendre ces merveilleuses ruines naturelles pour des remparts crénelés, élevés à grands frais par le travail de l'industrie humaine.

Ainsi, le seul fait que la pluie tombe d'une façon plus ou moins violente sur notre globe tend à détruire les inégalités de terrain en entraînant le long des pentes toutes les parties friables. Mais quand l'eau tombée s'est réunie au fond des vallées pour former les rivières et les fleuves, son action est beaucoup plus efficace. Les fleuves qui affouillent continuellement leurs rives entraînent à la mer les matériaux désagrégés; en même temps, ils creusent



STALACTITES DANS LE CROGAN'HALL

leurs lits et modifient la région traversée jusqu'au jour où tout relief disparaît.

Vous pourrez surtout apprécier cette action corrosive sur le passage des *torrents*, dont le trait caractéristique est de résumer en un seul flot toute l'eau tombée pendant un certain temps sur un espace assez étendu. Des matériaux de toutes sortes sont ainsi arrachés aux flancs des montagnes et transportés dans les plaines inférieures. Une partie de ces débris arrivent enfin à l'embouchure des fleuves, pour former ces immenses *deltas* que nous offrent le Rhône, le Nil, le Gange et le Mississipi.

Dans ces conditions, il est facile de conclure que l'érosion suffisamment

prolongée doit avoir pour résultat définitif l'aplanissement complet des surfaces continentales au profit des dépressions océaniques.

En connaissant la valeur des matériaux enlevés à la terre ferme, et en supposant que cette action dynamique reste constante, il y a donc lieu de se demander quel temps il faudrait pour que tout le relief du globe disparût.

Plusieurs géologues se sont exercés à résoudre cet intéressant problème.

Sir John Murray a trouvé ainsi que les 19 principaux fleuves, pour un débit annuel de 3 610 kilomètres cubes, amenaient à la mer une masse de sédiments égale à 1 385 millièmes de kilomètre cube, soit $\frac{38}{100\,000}$ du débit. Ce chiffre correspond à un apport dans l'Océan de 10 kilomètres cubes et demi environ. On sait, d'autre part, que la terre ferme peut être représentée par un plateau uniforme de 700 mètres d'altitude sur 145 millions de kilomètres carrés. Ce plateau perd donc chaque année une tranche de sept centièmes de millimètre. En tenant compte de toutes les influences, on arrive à la conclusion que la seule érosion continentale, à supposer qu'elle s'exerçât toujours dans les conditions actuelles, mettrait sept millions d'années pour amener la disparition complète de la terre ferme.

Si, en plus, on tient compte des espaces considérables auxquels tout écoulement maritime fait défaut, mais qui n'en subissent pas moins un abaissement constant de la surface au profit des dépressions intérieures, on peut réduire de moitié le chiffre nécessaire au nivellement de la terre ferme, soit trois ou quatre millions d'années.

Pour être précis, il nous faudrait encore tenir compte de l'action des vagues de l'Océan; mais cette action, nous l'avons déjà vu, est actuellement de beaucoup inférieure à celle des eaux courantes continentales.

Ainsi, en résumé, la mer ronge le littoral; les cours d'eau, et en général les eaux de pluies, les fleuves, les torrents, les vents même tendent constamment à niveler les reliefs et à les précipiter dans la mer. Le globe terrestre marche donc par ce seul fait vers un état de plus en plus stable, vers une forme de moins en moins destructible, où toute énergie provenant de la pesanteur aura entièrement disparu.

Mais le raisonnement ne peut être valable que si d'autres agents, internes ceux-là, et souvent puissants, ne viennent pas sans cesse bouleverser l'écorce et faire surgir de nouvelles montagnes, comme cela s'est produit à toutes les périodes géologiques.

De nos jours encore, de violents *tremblements de terre* nous avertissent que l'écorce superficielle est loin d'avoir trouvé son équilibre.

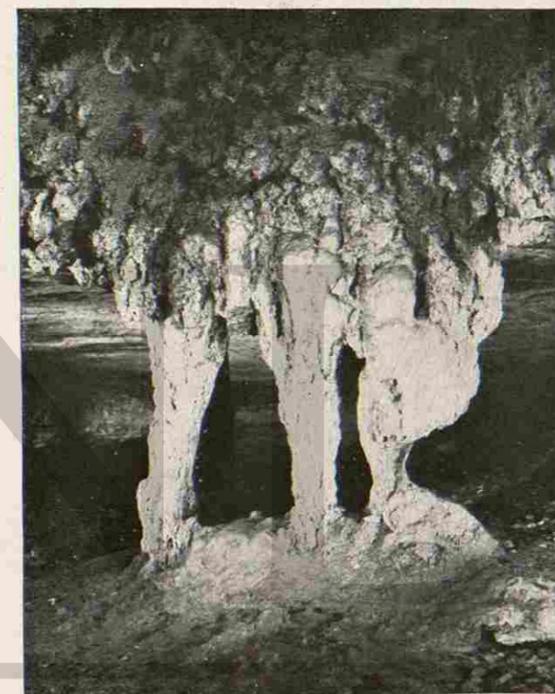
A chaque instant, cette croûte est soumise à des frémissements que nos sismographes enregistrent.

La ligne inscrite par l'instrument n'est jamais une ligne droite, elle est toujours plus ou moins ondulée, suivant l'amplitude de ces frémissements. Les courbes obtenues ont reçu le nom de *sismogrammes*.

L'étude attentive des sismogrammes a fourni des renseignements extrêmement intéressants au sujet de la constitution interne de notre globe. Ils nous ont appris, par exemple, que l'épaisseur de l'écorce solide de notre planète a tout au plus 50 à 60 kilomètres, et que l'intérieur même de la Terre a une constitution toute spéciale, sa rigidité étant au moins deux fois plus grande que celle de l'acier.

On avait remarqué d'autre part depuis longtemps que la chaleur augmente avec la profondeur. A quelques mètres au-dessous du sol, la température demeure constante et voisine de la température moyenne annuelle du lieu d'observation. Si l'on creuse un puits vertical, on voit qu'en général il faut descendre à 30 ou 35 mètres pour un accroissement de 1 degré centigrade. Cette profondeur, qu'il faut parcourir pour une augmentation de 1 degré de température, est ce que les géologues ont appelé le *degré géothermique*.

La loi semble se vérifier jusqu'à une profondeur de 2 kilomètres, point extrême atteint par les sondages; mais que sont ces 2 kilomètres, comparés au rayon de la Terre, dont la valeur moyenne est d'environ 6 350 kilomètres? C'est à peine une égratignure sur une telle épaisseur.



CONCRÉTIONS CALCAIRES DANS UNE GROTTÉ AUX ÉTATS-UNIS

Cependant, si la loi subsiste, nous devrions avoir une température de 2 000 degrés à une profondeur de 70 kilomètres. Aucune roche, aucun métal ne saurait résister à la fusion dans ces conditions. A partir de ce point jusqu'à 300 kilomètres au-dessous de la surface environ, la matière doit être dans un état de fluidité pâteuse dont nous n'avons pas d'exemple sous les yeux, puisque les pressions qu'elle supporte dépassent tout ce que nous avons pu réaliser dans nos laboratoires.



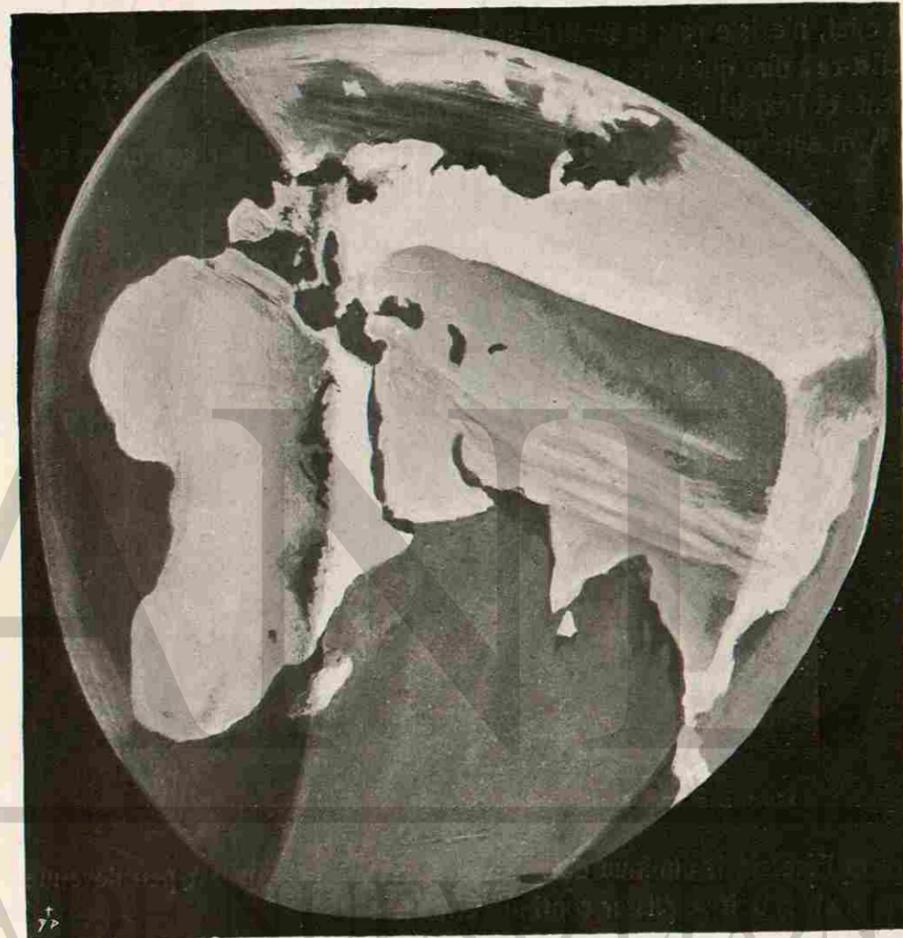
VUE D'UNE GALERIE DANS UNE GROTTÉ

Après cette couche de 300 kilomètres, et malgré la pression, la chaleur est trop considérable pour permettre aux substances un état différent de l'état gazeux.

L'astronomie, d'ailleurs, nous fournit d'autres preuves de la très haute température de l'intérieur de notre globe. Les lois immortelles découvertes par Képler et Newton ont permis de peser la Terre et d'obtenir ainsi sa densité moyenne. Cette densité vaut cinq fois et demie celle de l'eau environ. Mais ce n'est là qu'une densité moyenne; à la surface, les matériaux ont

pour densité un peu plus de 2; par compensation, ceux de l'intérieur doivent être beaucoup plus lourds, et leur densité se rapproche du chiffre 7, c'est-à-dire de la densité du fer et des métaux.

D'autre part, l'aplatissement de la Terre conduit à cette conclusion, que



LA TERRE N'EST PAS TOUT À FAIT RONDE : ELLE TEND, SOUS L'INFLUENCE DE LA CONTRACTION CAUSÉE PAR LE REFROIDISSEMENT, À PRENDRE LA FORME D'UNE PYRAMIDE AVEC QUATRE FACÉS ET QUATRE SOMMETS

(D'après l'abbé TH. MOREUX.)

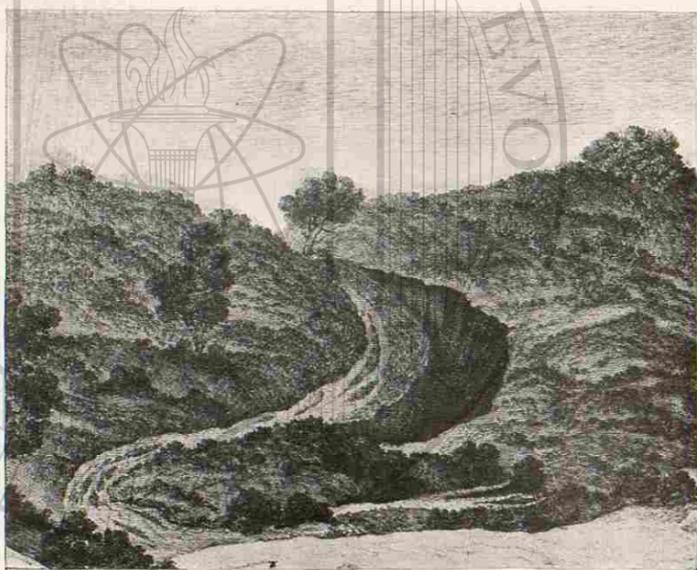
les matériaux doivent être distribués par couches de densité successivement croissantes de la surface à l'intérieur, suivant une loi qui ne saurait s'appliquer qu'à un fluide.

Nous voilà donc arrivés, par des moyens très différents, à ce résultat déjà

énoncé dans *D'où venons-nous?* La Terre a été fluide à l'origine, et sa chaleur initiale ne s'est pas complètement perdue. Mais, malgré cette haute température, l'intérieur de la Terre est très dense, et la pellicule sur laquelle nous marchons, et où tous les tremblements de terre prennent naissance, ne repose pas sur un gouffre toujours béant et prêt à nous engloutir. Ce gouffre, en effet, n'existe pas; la matière se continue sous nos pieds.

Est-ce à dire que cette pellicule aurait acquis une stabilité absolue? Nullement, et l'expérience est là pour nous rappeler le contraire.

A mesure que le noyau intérieur perd de sa chaleur par rayonnement à



FENTE DUE A UN TREMBLEMENT DE TERRE PRÈS DU MONT SAINT-ANGE

travers l'écorce, il diminue de volume, et cette écorce, peu à peu devenue trop grande, doit se plisser continuellement.

C'est ainsi que sont apparues les rides de l'écorce, les aspérités qui, plus tard, ont donné naissance aux chaînes de montagnes. Cette contraction de l'écorce s'est faite d'ailleurs suivant une loi bien définie, imaginée d'abord par Lowthian Green, combattue pendant longtemps par la science officielle, et que le colonel du Ligondès et moi avons pleinement justifiée depuis.

La terre est à peu près ronde, ceci ne fait aucun doute; son mouvement de rotation l'a renflée à l'Équateur et aplatie au Pôle; mais son volume diminuant par l'effet du refroidissement, elle s'est trouvée dans le cas d'un ballon qu'on

dégonfle peu à peu; elle tend vers une forme pyramidale, avec quatre faces et quatre sommets.

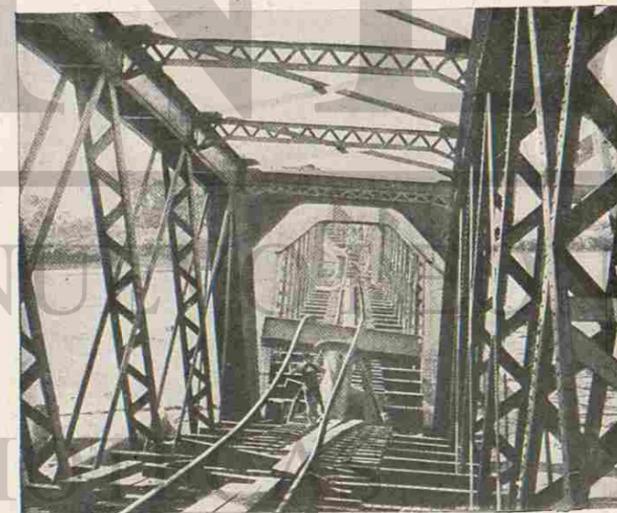
Si l'on jette en effet un regard sur le globe terrestre, on ne tarde pas à être frappé par la concentration des continents dans l'hémisphère Nord, où la terre ferme occupe une surface d'autant plus considérable qu'on s'approche davantage du Pôle.

L'Amérique du Nord, l'Europe, l'Asie, les deux tiers de l'Afrique sans compter le Groenland sont au nord de l'Équateur. Il ne reste pour l'hémisphère austral que l'Amérique du Sud, un tiers de l'Afrique et l'Océanie avec le continent polaire antarctique.

Un second point attire encore l'attention. Presque toutes les grandes unités géographiques se terminent en pointes, et ont, par conséquent, la forme triangulaire. Pour les continents, les bases sont au Nord, les pointes au Sud. Voyez la forme des deux Amériques, l'Afrique, l'Hindoustan, la Tasmanie, et l'Australie, le Groenland, etc. Le contraire a nécessairement lieu pour les mers dont les pointes viennent remplir l'espace laissé vide entre les continents.

De cette disposition, il résulte que le pôle Nord est entouré d'une couronne de terres presque ininterrompues; elles se projettent toutes vers le Sud. Les mers forment, au contraire, un véritable anneau autour du Pôle austral, et de cette masse océanique partent trois Océans qui viennent s'intercaler entre les terres émergées.

Enfin, voici un troisième fait singulier, moins apparent peut-être, mais beaucoup plus significatif. Si, partant d'un point situé sur un continent, nous percions le globe terrestre en ligne droite, et en passant par le centre, nous arriverions en pleine mer sur la face opposée, et inversement.



PONT DE CHEMIN DE FER, AU JAPON,
TORDU PAR UN TREMBLEMENT DE TERRE

Cette disposition est générale, peut-on dire, puisqu'elle se réalise dix-neuf fois sur vingt. L'Europe, l'Asie et l'Afrique correspondant à l'immense Océan Pacifique; l'Amérique du Nord à l'Océan Indien, et l'Australie à l'Océan Atlantique. L'Océan Arctique et le continent Antarctique sont de même situés aux extrémités d'un même diamètre.

Toutes ces particularités ne peuvent s'appliquer qu'en admettant pour le globe terrestre une forme le rapprochant d'une pyramide à quatre faces. En examinant de plus près, on trouve précisément, comme dans une pyramide de ce genre, quatre faces et quatre sommets.

Trois de ces derniers sont marqués par des protubérances continentales, sortes de saillies composées de roches très anciennes, et qui occupent des positions éloignées entre elles de 120 degrés (le tiers de la circonférence).

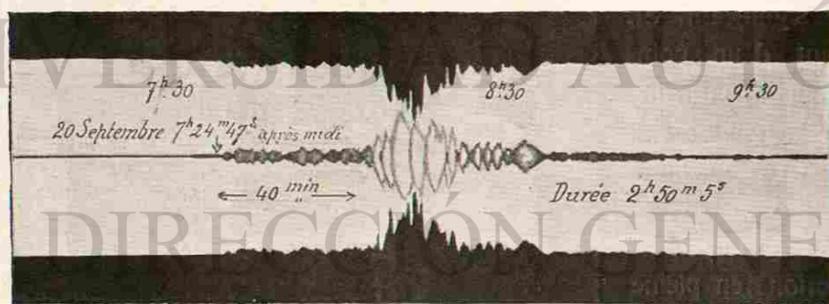
L'un occupe le nord occidental de la Russie, et comprend également la Finlande et la Scandinavie; le second a son centre vers la baie d'Hudson, et comprend la partie septentrionale de l'Amérique du Nord. Enfin, nous pouvons installer le troisième dans la Sibérie orientale, vers Yakoust.

De ses trois sommets partent, comme autant d'amorces continentales, des ramifications qui, plus ou moins interrompues, se continuent jusqu'au Pôle Sud.

L'Atlantique méridional, l'Océan Indien et le Pacifique forment les faces opposées.

Quant à la quatrième face et au quatrième sommet, leur place est tout indiquée. Les récentes expéditions polaires ont montré d'une façon indubitable l'existence d'une profonde dépression occupant l'emplacement du Pôle Nord, et au Pôle Sud un vaste plateau continental d'une hauteur moyenne de près de 3 000 mètres.

Cet acheminement vers la forme pyramidale a persisté à travers les



INSCRIPTION PHOTOGRAPHIQUE, PAR UN SISMOGRAPHE,
DU TREMBLEMENT DE TERRE DE BORNÉO (20 SEPTEMBRE 1897)



FAILLE AU JAPON, PRODUITE PAR LE TREMBLEMENT DE TERRE DE 1891

périodes géologiques. Les faces de la pyramide tendant à rejoindre le noyau interne ont donné ainsi naissance aux grandes fosses océaniques. A la limite des faces, c'est-à-dire près des arêtes et des sommets, il y a eu tendance à la dislocation avec phénomènes de pression latérale. C'est là aussi que nous trouvons des lignes de relief très accentuées figurant les arêtes dont nous avons parlé. Ces endroits sont d'ailleurs les points faibles, des points de moindre résistance. C'est là que la contraction commencée se fera le plus sentir. Ce seront donc les régions où les glissements de terrain se feront plus volontiers, où les tremblements de terre seront le plus à craindre; en un mot, où l'écorce terrestre sera le moins stable.

En résumé, lorsque nous assistons à des tremblements de terre, nous voyons de nos yeux s'édifier les chaînes de montagnes, ces plissements insensibles qui peu à peu changeront l'aspect du globe qui nous porte. Des lignes de fracture se produisent ainsi à travers l'écorce, et les gaz et les matériaux de l'intérieur prennent cette voie de préférence pour gagner la surface et donner naissance aux volcans.

On a, d'ailleurs, un certain nombre d'exemples de changements topographiques stables modifiant complètement l'aspect d'une région, et survenus après de grands tremblements de terre. Peut-on prévoir, dès lors, ce que

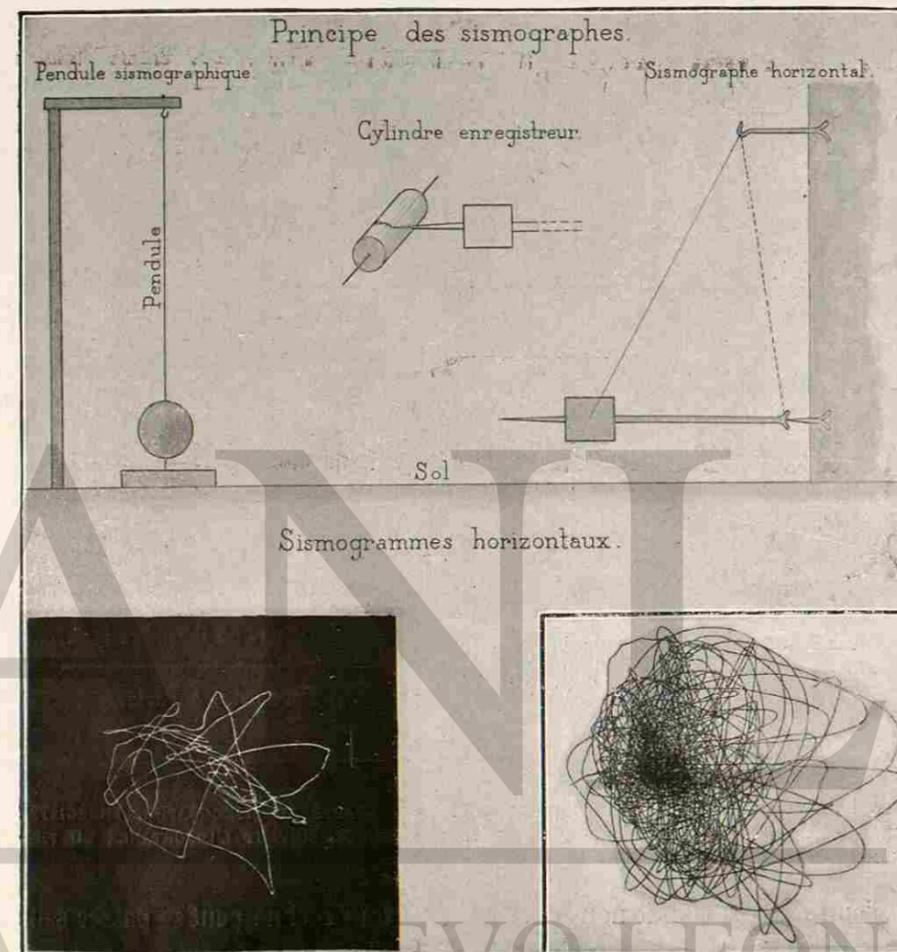
l'avenir réserve à la Terre? Il semble que nous soyons actuellement dans une période de calme relatif aussi bien au point de vue volcanicité que sismicité. « Les grands plissements, dit de Launay, qui ont fait surgir toutes les chaînes, à la fois les plus récentes et les plus hautes du globe : les Alpes, le Caucase, l'Himalaya, les Andes, paraissent terminés; l'intensité première des érosions qui, à la fin du pliocène et au début du pléistocène, a exercé sur ces chaînes plissées de tels ravages, transporté de tels cubes d'alluvions, et si profondément, si largement entamé les terrains pour assurer le libre écoulement des eaux avec tendance à un profil d'équilibre des eaux, est à peu près close; l'activité volcanique elle-même est infiniment moindre qu'elle ne l'a été pendant le pliocène. Nous sommes, selon toute apparence, dans une phase d'accalmie, et il est possible que cette phase se prolonge encore longtemps, achevant d'user les montagnes, de supprimer les barrages ou les cascades, de régler le cours des torrents, de combler les lacs, de démolir les falaises, de pulvériser les galets sur nos côtes, d'accumuler les vases dans nos estuaires, tandis qu'ailleurs s'édifient les récifs coraliens, ou que, dans le fond des eaux, s'accumulent en sédiments calcaires ou siliceux les coquilles ou les spicules. »

Mais un moment viendra où les forces internes, réagissant avec violence, bouleverseront à nouveau l'écorce terrestre. « On peut alors imaginer que, dans nos régions européennes, l'espace resté libre pour les plissements entre les massifs consolidés de l'Europe centrale et le massif également résistant de l'Afrique centrale peut subir, suivant la zone méditerranéenne, des plissements analogues à ceux qui, plus au Nord et plus au Sud, se sont déjà produits dans un espace de plus en plus resserré aux diverses phases de l'histoire géologique, et dont le dernier a fait surgir les Alpes avec tous leurs rameaux.

» D'autre part, il existe encore deux zones faibles de l'écorce terrestre qui sembleraient prédestinées à former les géosynclinaux futurs et ultérieurement des chaînes plissées. Ce sont ces deux lignes de rupture marquées : l'une par cette série d'événements volcaniques qui jalonnent l'axe de l'Atlantique, l'autre par l'effondrement linéaire des grands lacs africains. On peut encore prévoir un accroissement des deux continents asiatique et européen dans le sens du Pacifique par la formation au large de nouvelles rides montagneuses venant reproduire parallèlement celles qui, dans les mêmes régions, ont déjà surgi à l'époque tertiaire. »

Mais la pesanteur n'entre pas seule en jeu pour bouleverser l'écorce terrestre; on peut attribuer encore les tremblements de terre et les failles

à une cause toute différente: l'explosion des gaz souterrains. Dans les régions sous-jacentes comprises entre 200 et 300 kilomètres de profondeur, à l'endroit où la matière intérieure change d'état, il se produit à chaque

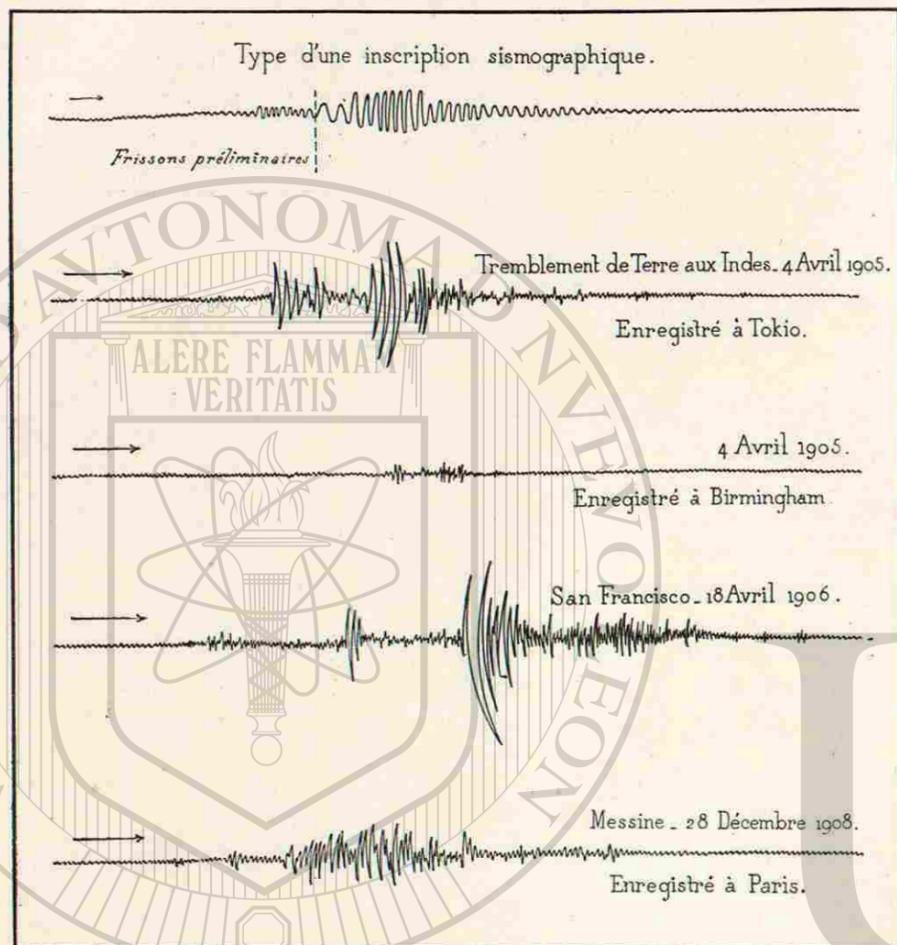


LE PLUS SIMPLE DES SISMOGRAPHES (APPAREIL A ENREGISTRER LES SECOUSSES SISMIQUES) EST UNE MASSE PESANTE SUSPENDUE PAR UN FIL D'ACIER; UNE POINTE TRACE AU-DESSOUS LES VIBRATIONS DU SOL

En bas, à gauche, l'inscription d'une secousse artificielle.
A droite, l'inscription d'un véritable tremblement de terre.

instant des émissions de masses gazeuses qui pénètrent dans l'écorce. Or, ce passage ne peut se faire sans un changement d'état physique et chimique.

De gazeuses, ces masses deviennent ou liquides ou solides; et, dans l'un

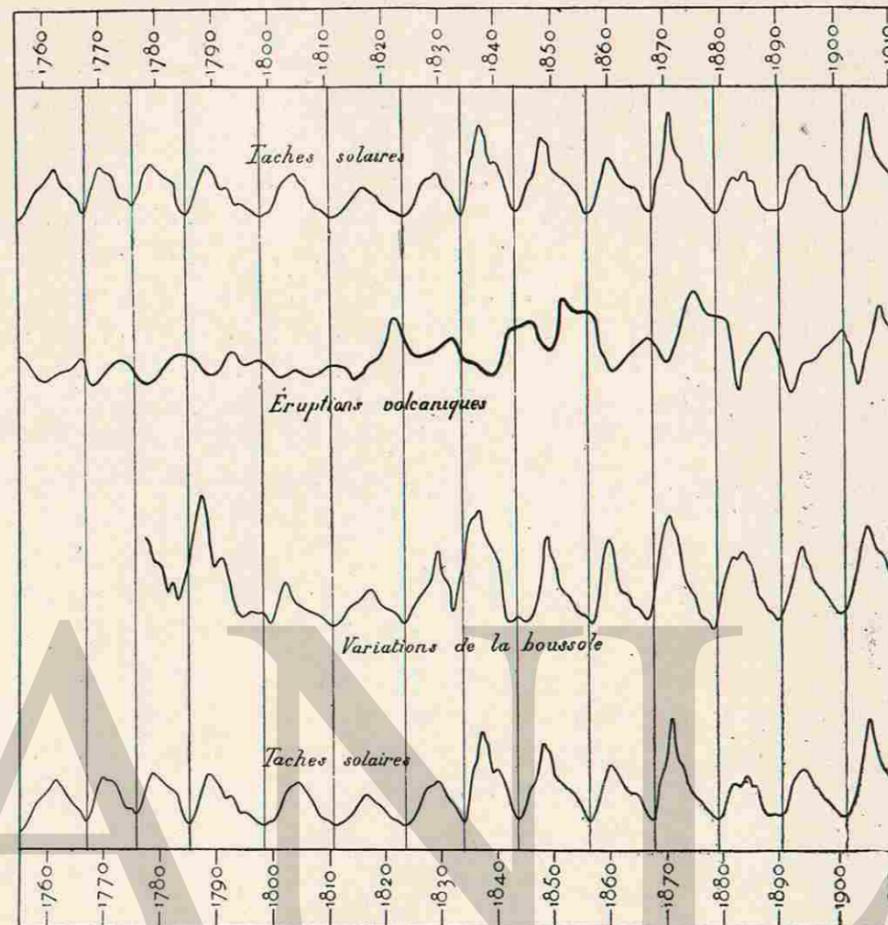


LORSQUE LA TERRE TREMBLE, UN CYLINDRE TOURNANT, ADAPTÉ AU SISMOGRAPHE, ENREGISTRE LES SECOUSSES SOUS FORME D'ARCS PLUS OU MOINS ÉTENDUS, SUIVANT L'IMPORTANCE DU PHÉNOMÈNE

ou l'autre cas, la chimie nous enseigne que tout ceci ne peut se passer sans des explosions ou des chocs violents.

Rappelons-nous l'expérience classique de la formation de l'eau. Au début, mélange de gaz oxygène et hydrogène; une étincelle détermine une combinaison accompagnée d'une explosion violente.

À l'intérieur de la Terre, les choses ne se passent pas différemment. Tammann a montré qu'un grand nombre de substances ne peuvent passer d'un état à un autre sans qu'il y ait choc violent; à plus forte raison lorsque les matières en présence sont capables de se combiner entre elles. C'est là que réside sans aucun doute la source principale des secousses sismiques. Ainsi,



COURBES DRESSÉES PAR M. L'ABBÉ MOREUX À L'OBSERVATOIRE DE BOURGES

L'activité solaire manifestée par les taches influe sur les variations de la boussole, et les deux courbes coïncident complètement. La courbe des éruptions montre, d'autre part, que l'activité volcanique se calme au moment du maximum de taches solaires. (Les chiffres indiquent les années.)

grâce à ces idées toutes nouvelles, on aurait actuellement tendance à rapporter le plus possible aux causes physico-chimiques les phénomènes étudiés par la Physique du Globe. Entrons dans quelques détails.

Les expériences de Tammann sur les variations du point de fusion en fonction montrent que l'augmentation du point de fusion d'une substance, après avoir subi parallèlement l'élévation de la pression, subit un certain point d'arrêt au delà duquel, la pression augmentant, la température de fusion s'abaisse. L'augmentation des pressions est ainsi accompagnée de dilatations graduellement décroissantes. La dilatation devient nulle à la température maxima de fusion, puis accuse des valeurs négatives si la pression augmente

encore. Il en résulte que le corps à l'état solide, pour ces pressions élevées, aura un volume plus grand qu'à l'état liquide. Cette circonstance se présente aux pressions ordinaires avec la glace et le bismuth.

L'application de ces résultats au cas de refroidissement d'un corps en état de fusion va nous permettre une connaissance plus approfondie de la structure interne du globe. Afin de simplifier d'abord le travail, supposons chimiquement homogène la masse en fusion. Tammann reconnaît comme une hypothèse plausible celle qui admet que les courants de convection produisent une égalisation de température constante et rapide. La solidification commence dans une région où la pression des couches supérieures fondues correspond exactement à la pression afférente à la température maximum de pression de Tammann. Cette première assise de cristallisation va s'étendre vers l'extérieur et vers l'intérieur. Dans le premier sens, la propagation sera rapide, et accompagnée d'une dilatation; vers l'intérieur, au contraire, sa marche en avant sera plus lente et accompagnée de contraction. L'écorce terrestre apparaît donc comme formée de deux feuillets concentriques. Celui qui est à l'extérieur est soumis à des tensions superficielles, le feuillet intérieur est le siège de pressions élevées.

Cependant, nous savons par les analyses de laves que la magma terrestre n'est pas homogène. Par conséquent, on trouvera à l'intérieur du globe quantité de feuillets cristallins qui s'engrènent les uns dans les autres.

Sieberg considère la base de l'écorce terrestre superficielle (320 kilomètres environ) comme la ceinture primaire de cristallisation. A l'exception des foyers volcaniques, toute la couche est déjà cristalline à l'époque actuelle. Pour lui, l'énergie sismique est due au frottement de masses rugueuses. Les foyers sismiques les plus profonds représenteraient la limite supérieure de la zone de plasticité, et, par suite, la masse rocheuse rigide n'aurait pas moins de 200 kilomètres de profondeur.

La contraction de la carapace prédomine pendant que s'opère la cristallisation. Sieberg attribue, dans la formation du relief, un rôle prédominant aux explosions périodiques de cristallisation.

En effet, l'augmentation de volume due à la cristallisation doit avoir eu pour conséquence la production de forces de translation considérable. A l'époque géologique actuelle, la carapace toute cristallisée, exception faite des volcans, ne se contracte plus. Mais le changement de l'état d'agrégation n'est pas encore terminé.

Selon les circonstances, la transformation cristalline s'opère-t-elle, au con-

traire, avec un changement de pression subite? Celui-ci se traduira pour nous par une secousse sismique, accompagnée fréquemment de dislocations.

Ainsi, à côté de la *théorie tectonique* qui invoque le refroidissement et la contraction du globe, il existe une infinité de causes concourant à l'ébranlement continu de l'écorce terrestre, et par conséquent aux modifications de la vie à sa surface. D'autre part, j'ai démontré en 1902 que notre globe est sous la dépendance directe du Soleil; toutes les variations électriques et magnétiques de l'astre central ont leur répercussion sur la Terre.

C'est cette loi et cet examen qui m'ont permis de prédire le grand tremblement de terre de

San-Francisco par l'organe du *New-York Herald*, ainsi que les phénomènes sismiques de 1908-1909, dans un article paru à l'*Écho de Paris*; la catastrophe de Messine, enfin, dans un article du 16 décembre de l'*Illustration*, c'est-à-dire quelques jours seulement avant la crise épouvantable qu'a traversée la Terre à cette époque. C'est



LIGNE DE CHEMIN DE FER JAPONAIS,
TORDUE PAR UN TREMBLEMENT DE TERRE

encore cette loi générale qui m'a porté à avertir les Provençaux et tous ceux qui habitent la Côte d'Azur d'avoir à se tenir sur leurs gardes pendant l'hiver qui précéda le tremblement de terre du 11 juin 1909.

« Les manifestations sismiques, écrivais-je un mois après, vont diminuer peu à peu, pour laisser place aux éruptions volcaniques qui vont se grouper autour de l'année 1912 », et c'est ce que l'expérience a vérifié.

J'ai démontré en effet que, depuis 1910, au moment où le Soleil atteint sa plus grande activité, les éruptions sont en décroissance, et inversement. Elles coïncident donc avec les minima des taches solaires, c'est-à-dire que l'activité des volcans s'accroît à mesure que l'activité solaire diminue, et d'autant plus vite, que celle-ci diminue brusquement.

Quant aux tremblements de terre, leur fréquence ne se prête guère à la construction d'une courbe. Leurs effets destructeurs ne sont pas en rapport avec les secousses; ils dépendent souvent des régions éprouvées.

Là encore il semble qu'il y a une loi manifeste.

Ils arrivent surtout au moment où l'activité solaire change de sens, soit qu'elle augmente, soit qu'elle diminue d'une façon générale. Le cadre de cet ouvrage ne me permet pas d'entrer dans des détails trop techniques, mais ce que je puis dire c'est que notre courbe de l'activité solaire, telle que nous la construisons, n'est qu'une courbe moyenne; la courbe réelle est beaucoup plus mouvementée. Elle procède par à-coups successifs. Après l'époque du maximum des taches, par exemple, les soubresauts sont très accentués; puis il y a un repos marqué trois années après ce maximum; enfin, la courbe descend progressivement jusqu'au minimum suivant.

D'après ma théorie, c'est à la fin de la troisième année du cycle solaire, et pendant l'année suivante, que les tremblements de terre devraient présenter leur maximum de fréquence et d'intensité; or, c'est pratiquement ce qui existe.

Mais il faut bien s'entendre et être précis; dans cet ordre d'idées, on ne peut prévoir qu'à la condition de suivre pas à pas, et par un examen direct, l'état même du Soleil.

Il nous reste maintenant à expliquer la façon dont le Soleil agit sur l'écorce terrestre, et à dire quels rapports il peut exister entre ces phénomènes et la vie de notre astre central.

Le problème revient à imaginer une cause périodique qui tantôt retiendrait l'écorce terrestre au-dessus du noyau gazeux ou liquide, tantôt, au contraire, la laisserait s'appuyer sur lui. Toute dilatation de la croûte tendrait à diminuer la pression sur le noyau interne; tout retrait de l'écorce produirait l'effet opposé; les vapeurs dissoutes dans le magma sous-jacent auraient alors tendance à s'échapper, entraînant les laves rendues liquides par une moindre pression aux endroits des grandes fractures, d'où mouvements orogéniques et tendance à la volcanicité. C'est ainsi que les choses se passeraient si nous dilations les pierres de la voûte d'un pont; la dilatation rendrait l'édifice plus solide; le retrait, au contraire, produirait un tassement et un mouvement de descente.

La chaleur solaire variable ne peut rien expliquer, car nous savons qu'à partir de 16 mètres au-dessous du sol la température est d'une constance remarquable.

Nous pourrions être plus heureux en nous adressant à l'électricité.

Les statistiques montrent que les tremblements de terre sont plus nombreux en hiver qu'en été. De même on enregistre plus de secousses la nuit que le jour, et le matin que le soir.

Or, de tous les phénomènes qui concordent le mieux avec la distribution périodique des séismes, j'ai montré que l'électricité atmosphérique tenait le premier rang.

L'électricité servirait donc d'intermédiaire entre le Soleil et les troubles sismiques; ou, ce qui revient au même, entre le Soleil et les contractions de la Terre.

Aussi paradoxale que puisse paraître cette affirmation, nous allons montrer qu'elle peut scientifiquement se soutenir. Tout le monde connaît une bouteille de Leyde, mais on ignore généralement que si l'on fait varier la charge de la bouteille, son volume varie proportionnellement. En chargeant l'armature extérieure représentée par une feuille d'étain, le volume augmente; l'inverse se produit si on diminue la charge.

Or, sur la Terre, l'atmosphère joue le même rôle que la feuille d'étain extérieure; la croûte terrestre remplace le verre de la bouteille, et l'armature intérieure est fort bien représentée par le noyau liquide ou gazeux, surtout formé de substances métalliques.

Si donc la charge électrique venue du Soleil augmente dans l'atmosphère, nous aurons dans la croûte une tendance à la dilatation; les pressions latérales seront plus accusées, et toute la croûte tendra à se maintenir d'elle-même au lieu de s'appuyer sur le noyau central. D'où suppression des tremblements de terre.

C'est précisément ce que nous constatons. Les tremblements de terre sont



EFFET D'UNE SECOUSSE SISMIQUE EN 1886
SUR UNE COLONNE AUX ÉTATS-UNIS

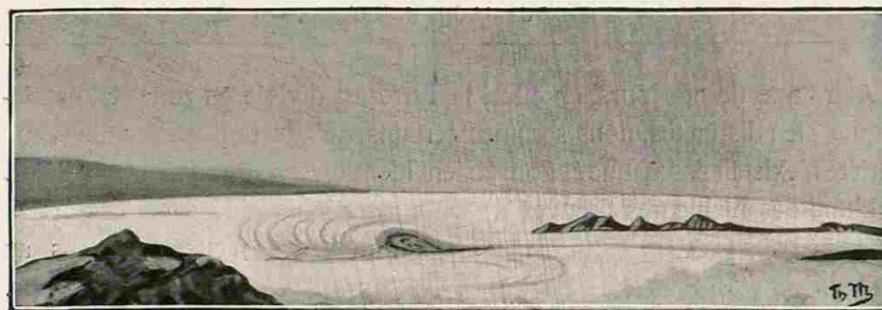


faibles ou n'existent pas en été et dans les après-midi, moments de grande charge électrique.

Inversement, lorsque l'électricité diminue, pendant l'hiver ou même dans la seconde partie des nuits, il y a tendance à la contraction de la part de l'écorce; rien ne retient plus cette couche pesante au-dessus du noyau, d'où phénomènes de tassement et de descente, et, par conséquent, tremblements de terre.

On comprend donc que les gaz enfermés dans la croûte cherchent, à certaines époques, à sortir en vertu de la pression de l'écorce, favorisée par une tendance à la contraction. Leur tension augmentera jusqu'au moment où l'activité solaire passera par un minimum. Ainsi s'expliqueraient les relations que j'ai constatées pour la première fois il y a une dizaine d'années. Quel que soit le sort de la théorie que je préconise, les faits sont là. Ce sont eux qui fournissent le plus sûr bilan de notre science, et nos hypothèses, souvent changeantes, ne sont pour ainsi dire qu'un aide-mémoire dont nous pouvons nous servir, à la condition de n'en jamais méconnaître la nature.

Mais, lorsque la croûte terrestre sera devenue trop épaisse pour se plier à ces oscillations périodiques, que deviendra notre globe? Lorsque les pressions sur le noyau interne se feront perpétuellement sentir, comment se comporteront les gaz comprimés dans cet immense réservoir dont nous ne sommes séparés que par une croûte insignifiante? D'épouvantables convulsions menaceront alors notre chétive planète. La face tourmentée et bouleversée de notre satellite nous offre très probablement l'aspect d'un monde où le volcanisme, dans les spasmes d'une effrayante agonie, a mis fin à toute vie planétaire.



CHAPITRE VI

L'AGONIE DE NOTRE PLANÈTE

Bien d'autres dangers cependant menacent plus prochainement notre pauvre humanité : le froid d'abord.

Nous avons vu que la Terre n'a rien à attendre désormais de la chaleur interne pour soutenir la vie à sa surface. Lord Kelvin n'a-t-il pas calculé que dix mille ans après la formation d'une première croûte solide, le flux de chaleur qui la traversait aurait été déjà sans influence sur la température extérieure? A plus forte raison doit-il en être ainsi dans l'avenir.

Or, nous savons que la chaleur du Soleil a depuis longtemps passé son maximum. L'astre central va désormais en se refroidissant. Nous allons donc vers une mort imminente, la mort par le froid.

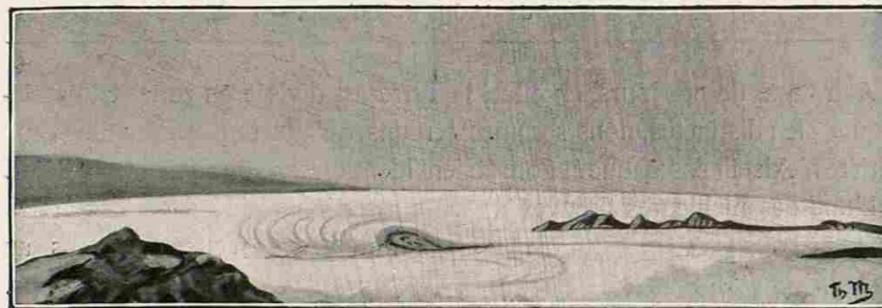
L'étude des premiers êtres apparus dans nos sédiments les plus anciens, comparés aux espèces similaires encore existantes, montre que, vraisemblablement, la température terrestre, dans les temps précambriens, n'était probablement pas beaucoup supérieure à ce qu'elle est aujourd'hui dans la zone tropicale. Suivant la remarque qui en a été faite, certains de ces êtres existent encore sans changements appréciables, et l'on n'a dès lors aucune raison d'admettre que leur milieu se soit modifié. « Il n'y a dans ces premiers terrains, dit M. de Launay, ni *salamandres* ni *pyrozoaires* susceptibles de vivre dans un milieu embrasé. Le phénomène qui ressort de cette étude directe est bien moins un refroidissement continu de la température moyenne (sinon dans les limites de quelques degrés) qu'une localisation progressive des zones chaudes, d'abord uniformément réparties sur toute la Terre entre les Pôles et l'Équateur, indépendamment de la latitude, puis concentrées à peu près au voisinage de l'Équateur. C'est dans ce sens, et dans ce sens seul, que la paléontologie constate une évolution des climats. »

faibles ou n'existent pas en été et dans les après-midi, moments de grande charge électrique.

Inversement, lorsque l'électricité diminue, pendant l'hiver ou même dans la seconde partie des nuits, il y a tendance à la contraction de la part de l'écorce; rien ne retient plus cette couche pesante au-dessus du noyau, d'où phénomènes de tassement et de descente, et, par conséquent, tremblements de terre.

On comprend donc que les gaz enfermés dans la croûte cherchent, à certaines époques, à sortir en vertu de la pression de l'écorce, favorisée par une tendance à la contraction. Leur tension augmentera jusqu'au moment où l'activité solaire passera par un minimum. Ainsi s'expliqueraient les relations que j'ai constatées pour la première fois il y a une dizaine d'années. Quel que soit le sort de la théorie que je préconise, les faits sont là. Ce sont eux qui fournissent le plus sûr bilan de notre science, et nos hypothèses, souvent changeantes, ne sont pour ainsi dire qu'un aide-mémoire dont nous pouvons nous servir, à la condition de n'en jamais méconnaître la nature.

Mais, lorsque la croûte terrestre sera devenue trop épaisse pour se plier à ces oscillations périodiques, que deviendra notre globe? Lorsque les pressions sur le noyau interne se feront perpétuellement sentir, comment se comporteront les gaz comprimés dans cet immense réservoir dont nous ne sommes séparés que par une croûte insignifiante? D'épouvantables convulsions menaceront alors notre chétive planète. La face tourmentée et bouleversée de notre satellite nous offre très probablement l'aspect d'un monde où le volcanisme, dans les spasmes d'une effrayante agonie, a mis fin à toute vie planétaire.



CHAPITRE VI

L'AGONIE DE NOTRE PLANÈTE

Bien d'autres dangers cependant menacent plus prochainement notre pauvre humanité : le froid d'abord.

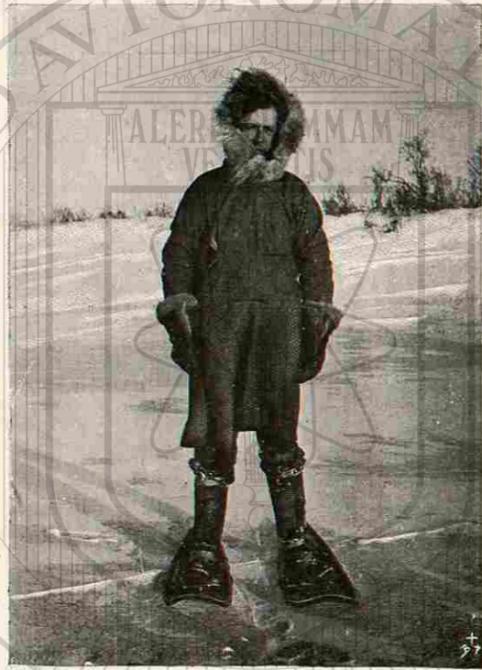
Nous avons vu que la Terre n'a rien à attendre désormais de la chaleur interne pour soutenir la vie à sa surface. Lord Kelvin n'a-t-il pas calculé que dix mille ans après la formation d'une première croûte solide, le flux de chaleur qui la traversait aurait été déjà sans influence sur la température extérieure? A plus forte raison doit-il en être ainsi dans l'avenir.

Or, nous savons que la chaleur du Soleil a depuis longtemps passé son maximum. L'astre central va désormais en se refroidissant. Nous allons donc vers une mort imminente, la mort par le froid.

L'étude des premiers êtres apparus dans nos sédiments les plus anciens, comparés aux espèces similaires encore existantes, montre que, vraisemblablement, la température terrestre, dans les temps précambriens, n'était probablement pas beaucoup supérieure à ce qu'elle est aujourd'hui dans la zone tropicale. Suivant la remarque qui en a été faite, certains de ces êtres existent encore sans changements appréciables, et l'on n'a dès lors aucune raison d'admettre que leur milieu se soit modifié. « Il n'y a dans ces premiers terrains, dit M. de Launay, ni *salamandres* ni *pyrozoaires* susceptibles de vivre dans un milieu embrasé. Le phénomène qui ressort de cette étude directe est bien moins un refroidissement continu de la température moyenne (sinon dans les limites de quelques degrés) qu'une localisation progressive des zones chaudes, d'abord uniformément réparties sur toute la Terre entre les Pôles et l'Équateur, indépendamment de la latitude, puis concentrées à peu près au voisinage de l'Équateur. C'est dans ce sens, et dans ce sens seul, que la paléontologie constate une évolution des climats. »

Alors que de nos jours, en effet, la Terre est divisée en zones climatologiques bien distinctes, nous sommes certains qu'aux temps primaires cette variété n'existait pas; faune et flore étaient identiques de l'Équateur aux Pôles.

L'une des meilleures preuves de cette assertion réside dans la considération des récits coralliens au cours des périodes géologiques.



LE P. BERNARD CHEZ LES ESQUIMAUX
Les Européens eux-mêmes deviennent méconnaissables.

Ces formations intéressantes sont aujourd'hui localisées dans une zone tropicale qui ne s'étend pas à plus de 30 degrés en latitude des deux côtés de l'Équateur. Or, on sait que ces organismes ne peuvent vivre que dans une eau tiède et à une température d'au moins 20 degrés. Comme nous n'avons aucune raison de supposer que des êtres semblables se soient prêtés sans modifications à vivre dans des milieux de plus en plus différents du milieu originel, nous sommes conduits à admettre que les organismes cellulaires coralliens ont toujours exigé des limites de température semblables.

Leur présence dans un terrain nous renseigne donc très exactement sur les conditions climatologiques régnant au moment où celui-ci s'est déposé.

A la fin de l'ère primaire, pendant la période carbonifère, au moment où la végétation prenait une si extraordinaire expansion, on observe encore une remarquable uniformité climatique; la végétation est partout la même de l'Équateur au Spitzberg, dans les Indes orientales, la Chine, l'Afrique australe, l'Amérique du Nord. On retrouve même des coraux carbonifères par 82° de latitude à la pointe Barrow, au nord-ouest de l'Amérique.

Sans doute, dès cette époque, on constate dans certaines régions la présence de glaciers importants. Mais ce n'étaient là probablement que des phénomènes locaux dus à des plissements montagneux déterminant un abaissement local de la température.

Il nous faut presque arriver jusqu'à la moitié des temps secondaires pour voir commencer le rétrécissement progressif de la zone tropicale.

Cependant à l'époque médio-jurassique, la flore des pays tempérés monte encore jusqu'au 71° degré de latitude, et il ne semble pas qu'il y ait eu de différence dans cette flore depuis le 50° degré jusqu'au 71° degré entre l'Angleterre et la Sibérie. Toutefois, ce n'est plus le climat absolument uniforme des temps primaires.

Puis, pendant le crétacé, on voit apparaître les arbres à feuillage caduc, les plantes à fleurs. Ils ne tardent pas à prendre un développement considérable, et à refouler vers l'Équateur le monde végétal ancien à caractère plus primitif. Cependant, au milieu de l'ère tertiaire, on trouve encore au Groenland une végétation semblable à celle qui, de nos jours, caractérise la Louisiane et la Californie, et les mêmes plantes florissaient au Spitzberg ainsi que dans la presqu'île d'Alaska. Mais la présence au milieu des palmiers, des lauriers et des magnolias, des hêtres, des lierres, des châtaigniers, des platanes, des peupliers, indique que partout la lumière était vive et les saisons changeantes. On observe dans les diverses régions des alternatives de chaleur, de froid et d'humidité suivies par des oscillations des glaciers.

Actuellement, la surface de la Terre est divisée en zones bien tranchées, mais aux deux extrémités de l'axe terrestre le climat glaciaire règne en maître, et rien ne fait prévoir un adoucissement quelconque.

Peu à peu, le froid envahissant notre planète, la zone glaciaire gagnera du terrain aux dépens des zones tempérées et torrides. L'homme verra ainsi se réduire lentement les régions soumises à son autorité, car — et c'est là un fait d'expérience — la zone glaciaire n'est pas habitable *absolument*; seules, quelques misérables tribus d'Esqui-



UN ESQUIMAU ET SA FEMME

maux, dont le nombre diminue rapidement, ont pu s'habituer à ces froids perpétuels et trouver dans la mer une nourriture précaire. Mais le nombre des hommes qui peuvent vivre ainsi sera toujours très limité, et on peut dire que lorsque les glaces du Pôle auront envahi l'Équateur, l'humanité disparaîtra sans retour.

A quoi devons-nous attribuer ces changements dans la température superficielle de notre planète? Bien des hypothèses ont été proposées, aucune n'est satisfaisante.

Remarquons d'abord, comme nous l'avons dit plus haut, que la chaleur n'était pas, à l'époque primaire, beaucoup plus considérable dans les régions équatoriales qu'à l'heure actuelle. Seules, les zones tempérées et polaires jouissaient d'une température beaucoup plus élevée, mais les régions tropicales avaient la même flore et la même faune. Par conséquent, le Soleil n'envoyait pas plus de chaleur qu'aujourd'hui. Autrement dit, pendant la durée des temps géologiques, depuis qu'il existe des êtres vivants sur la Terre, la température du Soleil n'a pas dû varier d'une façon considérable. D'autre part, il n'est pas vraisemblable que le diamètre solaire ait varié autant que le réclament certains savants. Les climats actuels proviennent surtout et de l'inclinaison de l'axe terrestre et du parallélisme des rayons solaires. En admettant, disent-ils, qu'à l'origine le Soleil, au lieu d'être réduit à un diamètre très petit, avait un diamètre de plusieurs dizaines de degrés, le faisceau des rayons solaires, au lieu d'être parallèle comme il l'est actuellement, est limité par un cylindre tangent au globe sur un grand cercle d'illumination, formerait un cône venant toucher la Terre le long d'un petit cercle qui, au moment du solstice, passerait par l'un des Pôles et par le parallèle de 43° sur l'hémisphère opposé. Pour aucun point de la Terre il n'y aurait de nuits de vingt-quatre heures, et les incidences rasantes deviendraient l'exception. Sans doute, un soleil aussi dilaté serait plus ou moins nébuleux, et donnerait pour chaque unité de surface une chaleur et une lumière moins intenses; mais, par sa situation plus rapprochée de la périphérie de cette nébuleuse, et se trouvant comme baignée dans son atmosphère, la Terre pourrait en profiter dans la même mesure qu'aujourd'hui; et ainsi, pour une valeur convenable du diamètre apparent de l'astre principal, le globe aurait joui d'une complète uniformité de climats. Cette théorie très séduisante n'est cependant, ne l'oublions pas, qu'une pure hypothèse. Le colonel du Ligondès prétend, en effet, que le Soleil qui a éclairé la Terre naissante n'avait qu'un petit diamètre apparent, et que l'astre imaginaire dont les rayons,

d'après M. Blandet, enveloppaient notre globe et maintenaient à sa surface l'uniformité de température, n'a jamais existé.

Le Soleil des temps primaires, d'après le même auteur, se réduisait à une étoile comparable comme grosseur à Jupiter. A la distance où il se trouvait de la Terre, son diamètre apparent était quatre ou cinq fois plus grand que celui de cette planète à son opposition. D'autre part, l'enveloppe atmosphérique de notre globe était, semble-t-il, beaucoup plus considérable et plus dense qu'actuellement, par conséquent plus difficile à traverser par les rayons calorifiques d'un Soleil très petit, mais très lumineux.

Malgré les calculs de lord Kelvin et les affirmations de certains géologues, c'est à la chaleur interne de la Terre elle-même qu'il faudrait s'adresser pour trouver la cause de la haute température des temps primaires; or, cette chaleur va

toujours en diminuant, et quelle que soit l'énorme provision qui subsiste encore à quelques dizaines de kilomètres de profondeur, elle n'a que peu d'influence sur la température moyenne du globe. Nous sommes donc sous la dépendance directe du Soleil; sans doute, l'astre central fournit encore une masse de chaleur énorme qui atteint 2 calories environ par centimètre carré par minute. Si ces rayons solaires pouvaient être complètement employés à fondre de la glace exposée continuellement et perpendiculairement à ces rayons, ils suffiraient à fondre une couche de 130 mètres environ d'épaisseur en une année. Comme la Terre a quatre fois la surface de sa section transversale, nous pouvons dire que les rayons du Soleil sont capables



REPOS APRÈS UNE MARCHÉ
LE P. BERNARD ET SES CHIENS CHEZ LES ESQUIMAUX

de fondre annuellement une enveloppe de glace couvrant la Terre sur une épaisseur moyenne de 32^m,50.

Faisons maintenant un autre calcul. Puisque les rayons solaires sont capables de fondre annuellement une couche de glace de 130 mètres d'épaisseur à la distance de la Terre, nous pouvons supposer une sphère de glace ayant pour rayon cette même distance et entourant le Soleil dans toutes les directions.

Son poids sera de 4×10^{23} tonnes (4 suivi de 25 zéros) et sa fusion complète

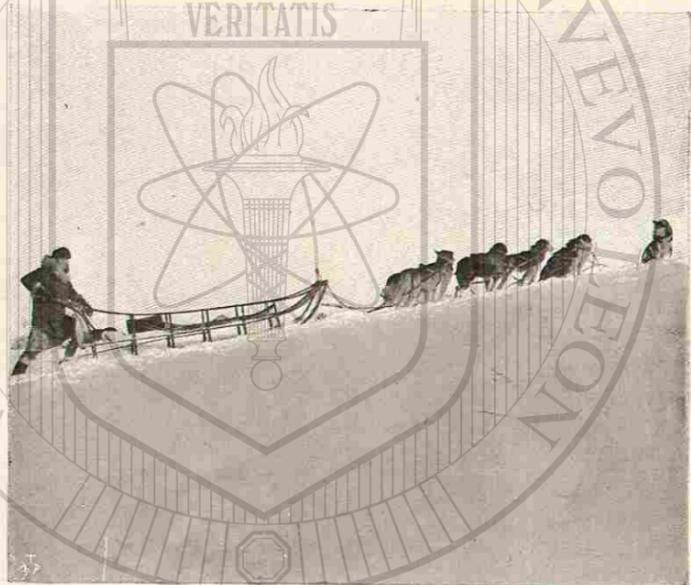
chaque année représentera autant d'unités de chaleur que la combustion de 4×10^{23} tonnes de houille anthracite. Telle est donc la radiation calorifique annuelle du Soleil.

Mais, après avoir passé par un maximum, comme nous l'avons vu précédemment,

cette source de chaleur s'épuise lentement, et un jour viendra où les glaces envahiront notre globe et où toute vie disparaîtra. Peu à peu la température terrestre se mettra en équilibre avec celle de l'espace, et « notre monde ne sera plus, dès lors, qu'une masse inerte promenant dans les sombres profondeurs de l'espace sa face immuable à peine éclairée par la pâle lueur des étoiles. Le vent lui-même, enchaîné par le froid, ne fera plus entendre le moindre murmure ».

Un autre danger, plus prochain peut-être, menace encore l'humanité; c'est la mort par la soif.

Et cependant, pour quiconque a étudié un peu la répartition des eaux sur le globe, il semble que leur quantité soit telle que nous n'ayons rien à craindre



UN ATTELAGE SUR LA TERRE ARCTIQUE

de ce côté. En effet, la surface totale des Océans est d'environ 365 millions de kilomètres carrés sur les 510 millions de kilomètres carrés du globe entier. Or, leur profondeur moyenne étant

de 4000 mètres environ, on arrive donc, pour le volume des mers, à peu près à 1500 millions de kilomètres cubes. C'est là, évidemment, un chiffre respectable et bien propre à nous rassurer en ce qui concerne la mort par la soif.

Il ne faut pas oublier, cependant, que la masse totale du globe est énormément plus grande. Le rayon équatorial terrestre est très voisin de 6378 kilomètres; les 4 kilomètres de profondeur de l'Océan sont donc peu de chose en comparaison, et si l'on songe que l'eau est continuellement absor-

bée par la masse solide et incandescente du globe, on s'aperçoit que la provision aqueuse est relativement peu considérable, et qu'on a raison de craindre son épuisement pour un avenir relativement peu éloigné.

Dans la partie solide de la croûte terrestre,



UN PAYSAGE DANS L'ANTARTIQUE
CE QUE SERA LA TERRE DANS QUELQUES MILLIONS D'ANNÉES
(Cliché du Dr CHARGOT.)



LES MONUMENTS DES TERRIENS FUTURS
RESSEMBLERONT A CES CABANES D'ESQUIMAUX
LES ÉNIGMES DE LA CRÉATION

cette absorption se fait surtout grâce à la porosité plus ou moins grande des roches et à l'attraction capillaire qui retient l'eau dans leurs pores. Les carriers sont bien familiers avec ce phénomène; toutes les pierres, même les plus dures, renferment de cette eau à laquelle on a donné le nom d'*eau de carrière*. Les roches en sont imbibées comme de véritables éponges. Il est donc bien évident que l'absorption ne peut qu'augmenter avec l'épaississement nécessaire de la croûte superficielle.

A côté de cet état, les chimistes en constatent un autre non moins important: c'est l'eau de *crystallisation*, d'*hydratation* ou de *combinaison*.

Cette eau est évidemment inutilisable pour les êtres vivants, et ce phé-



POPULATION VOLATILE AU PÔLE SUD
(Cliché du Dr CHARCOT.)

mène chimique, commencé depuis le refroidissement du globe, s'accroît chaque jour davantage, puisque la croûte terrestre, simple pellicule aujourd'hui d'une centaine de kilomètres de profondeur, gagnera

demain une épaisseur de plusieurs milliers de kilomètres.

Actuellement, il est vrai, le noyau incandescent s'oppose à cette absorption; mais n'oublions pas que, par suite du rayonnement vers l'extérieur, les couches périphériques se solidifient sans cesse; attirée vers le centre par la pesanteur, l'eau s'empare continuellement de nouvelles roches qui l'absorbent.

Les grands phénomènes orogéniques, en bouleversant les matériaux superficiels, ne peuvent que hâter cette issue fatale.

Dès lors, une conclusion s'impose: toute l'eau des océans, dont la masse n'est rien, si nous la comparons au volume du globe, est destinée à disparaître à bref délai dans les entrailles du sol. Une fois engagée chimiquement ou physiquement, la chaleur seule pourrait la chasser, mais aucune source calorifique n'apparaît dans la suite des âges pour ranimer le globe refroidi.

Il viendra donc un temps où, l'eau se faisant de plus en plus rare, les

humanités futures devront en recueillir précieusement les derniers restes dans le fond des océans desséchés; c'est là que se concentrera la vie, une vie bien différente assurément de celle qui nous entoure, puisqu'elle aura dû, pour subsister, se transformer et s'adapter à ces conditions nouvelles.

Hypothèse séduisante! direz-vous. Que non pas. Ce spectacle, l'astronome le contemple chaque soir, lorsque Mars est visible au-dessus de l'horizon.

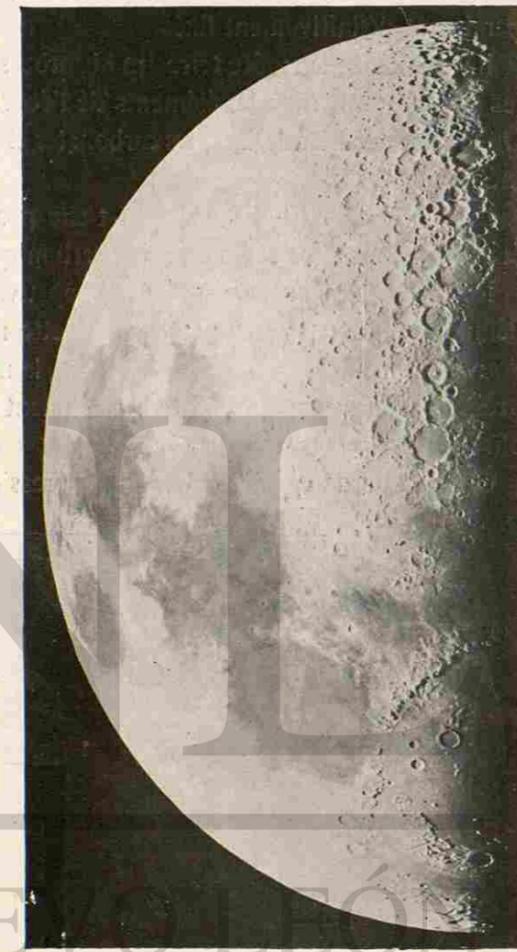
Dans le champ de son télescope tourne un globe bien différent du nôtre.

Déjà la mort envahit les terres martiennes; çà et là au milieu de vastes déserts apparaissent encore des taches vertes de végétation rabougrie. Quelques chutes de neige, surtout visibles dans les régions polaires, nous avertissent seules que l'eau n'a pas entièrement disparu, mais elle devient de plus en plus rare, et si des êtres intelligents habitent ces régions désolées, leur premier soin est sans nul doute de capter dans d'innombrables canaux l'élément indispensable à la vie.

Demain ce sera notre tour de les imiter.

Bon gré mal gré, nous voilà menacés de toutes parts. Ou la mort lente par la vieillesse, ou la mort par le froid et la soif, sans compter la mort par l'asphyxie.

Pas plus que l'eau, en effet, l'atmosphère n'est permanente sur une planète. Au début de la condensation, les gaz les plus légers, animés de vitesses moléculaires intenses, gagnent les hautes régions et quittent irrémédiable-



PHOTOGRAPHIE DIRECTE DE LA LUNE

ment leur ancienne demeure. D'après certains physiciens, ce fait curieux tend encore à se produire aujourd'hui.

A mesure que les combinaisons libèrent leurs produits moins denses, comme l'hydrogène, par exemple, ceux-ci ont une tendance à l'ascension; mais les autres, engagés dans la masse, à l'état chimique plus stable, paraissent définitivement fixés.

Il y a mieux; la croûte terrestre absorbe sans cesse son atmosphère, dont les gaz forment, avec les éléments de l'écorce, des combinaisons nouvelles. De là sont nés les calcaires, les carbonates de calcium, les sulfates, les oxydes métalliques, etc.

La Géologie ne nous enseigne-t-elle pas qu'autrefois notre atmosphère était beaucoup plus riche en acide carbonique et en oxygène?

Notre air, si nécessaire à la vie, s'appauvrit donc sans cesse. Sans vouloir définir davantage tous les stades de cette raréfaction atmosphérique, nous pouvons conclure que, de ce côté encore, la mort nous menace, mort terrible, irrémédiable, qui se produira à un moment bien défini, et dont le ciel nous offre des exemples non douteux.

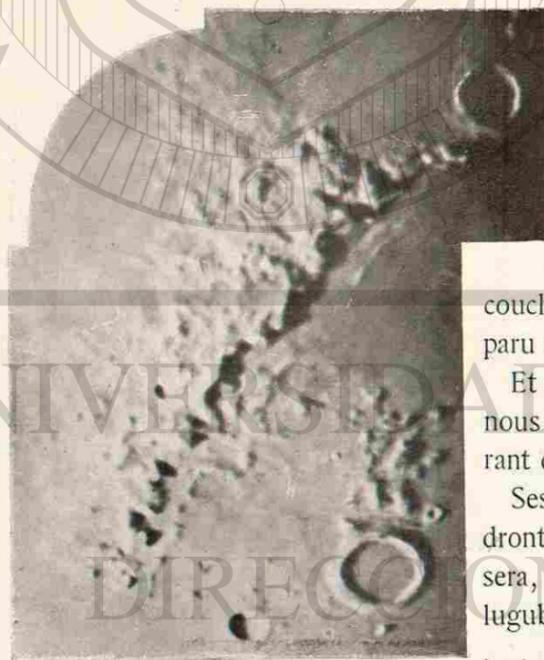
C'est d'abord la planète Mars, où la pression atmosphérique est si réduite, qu'aucun organisme terrien un peu élevé dans l'échelle animale ne saurait s'y développer à l'heure actuelle.

C'est surtout le monde lunaire qui nous montre ce que sera notre planète lorsque les dernières traces de la couche atmosphérique auront disparu sans retour.

Et encore, n'aurons-nous pour nous réchauffer qu'un Soleil se mouvant de vieillesse!

Ses rayons rougeâtres parviendront toujours à la Terre, mais ce sera, hélas! pour éclairer le plus lugubre tableau.....

L'atmosphère terrestre n'existe



LES APENNINS LUNAIRES

plus; les roches, les minéraux, les sels calcaires l'ont absorbée peu à peu, les eaux des océans se sont infiltrées dans les couches sous-jacentes; le froid interplanétaire a congelé les dernières traces d'humidité. Sur le sol désert, les moissons ne mûrissent plus; la Terre est devenue stérile; prairies et forêts, tout a disparu.

Au début de ce refroidissement, lent mais continu, l'humanité s'est réfugiée en masse vers les zones équatoriales; une végétation rabougrie a succédé à la flore puissante des tropiques.

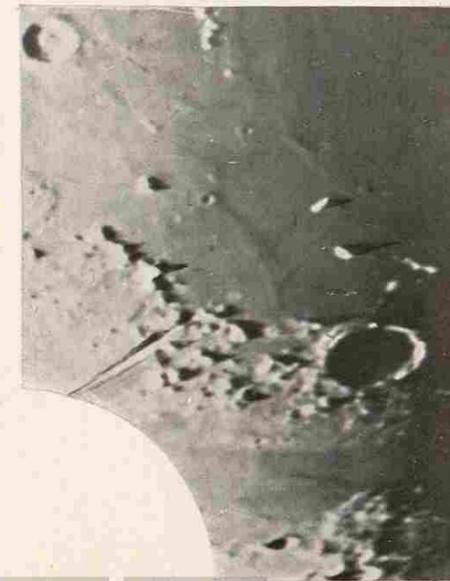
Encore quelques millions d'années, et la végétation polaire a pu seule résister à ce climat glacial.

Successivement, la plupart des espèces animales se sont éteintes; pour résister plus longtemps, les dernières familles humaines se sont terrées dans les puits et leurs galeries profondes, et c'est là, dans ces dernières catacombes, que gisent maintenant leurs ossements glacés.

Encore dix millions d'années, et un voyageur parcourant ces mornes espaces silencieux pourrait se croire autorisé à penser comme Nasmyth, le plus enthousiaste des sélénographes, lorsqu'il écrivait à propos de notre satellite: « Le paysage entier, aussi loin que l'œil peut atteindre, est la réalisation du rêve le plus épouvantable de désolation et de nature sans vie qu'on puisse imaginer. Ce n'est même pas un rêve de mort, c'est la vision d'un monde où la vie n'a jamais existé. »

Toute trace organique aurait disparu, en effet. Partout où se porteraient les regards, sur les flancs des montagnes, ou à travers ces plaines sans fin, nivelées autrefois par les eaux, ce qui s'offrirait aux yeux attristés, ce serait avant tout le spectacle de la plus effrayante désolation; nuls vestiges de vie organique, ni mousses ni landes pour adoucir les arêtes et les bords aigus des abruptes surfaces; point de cryptogames ou de lichens pour atténuer cet aspect désolant et donner au paysage une apparence de vie.

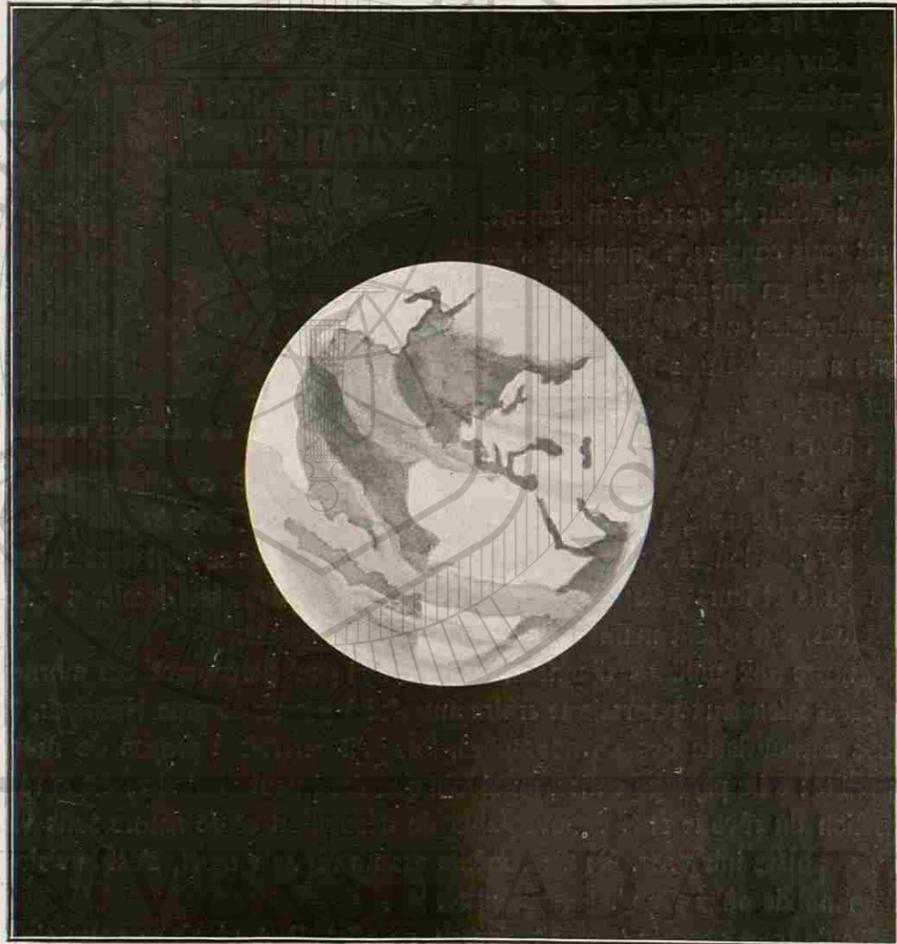
Nos monuments, nos machines puissantes, tous les éléments de notre



PLATON ET LA FENTE DES ALPES SUR LA LUNE

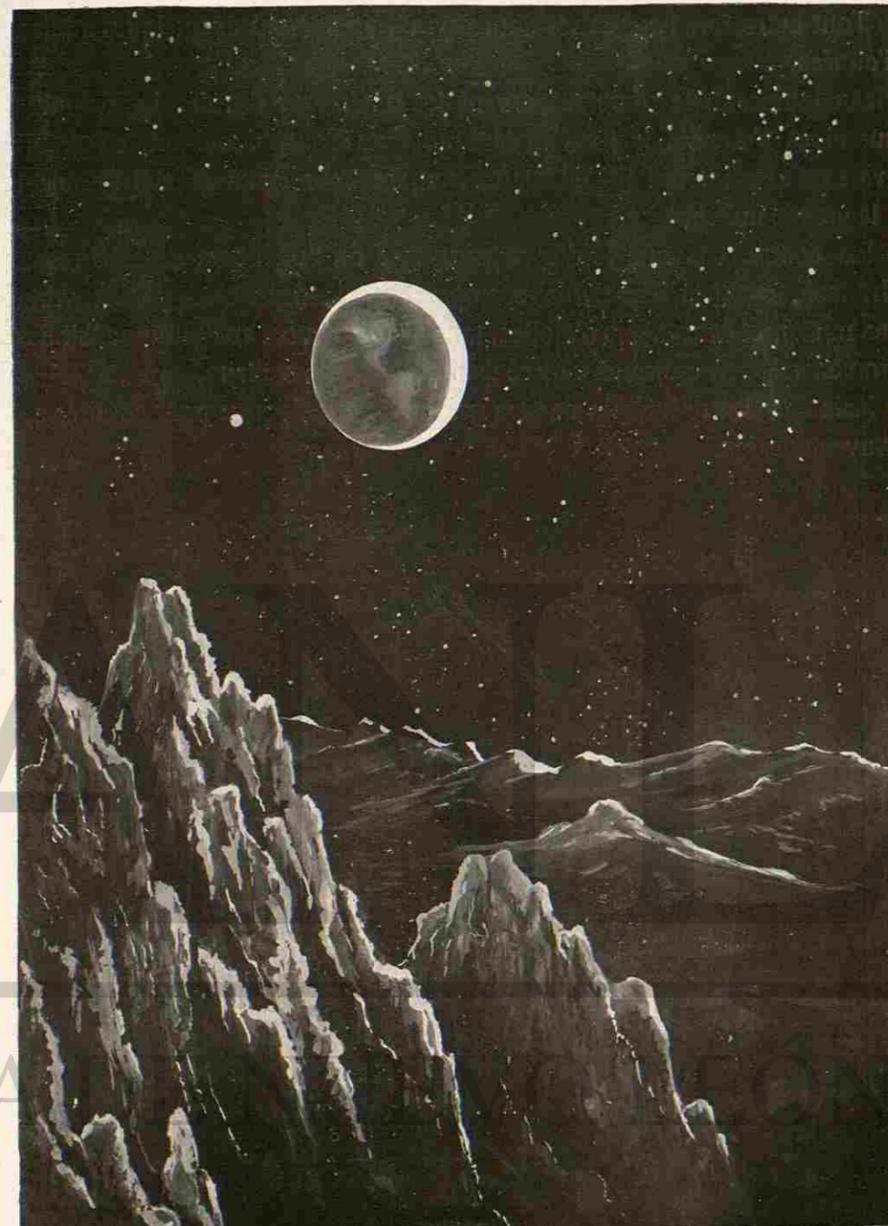
industrie et de notre civilisation réduits en poussière seraient retournés à la Terre, et pas une molécule ne décèlerait l'existence de la vie antérieure de notre planète.

La Lune elle-même nous offrirait actuellement un spectacle moins triste.



LA TERRE DANS L'ESPACE

Sur notre satellite, en effet, où la moindre trace d'atmosphère n'existe plus, les radiations solaires ne rencontrent aucun écran avant d'atteindre le sol, et la note dominante du paysage est la couleur bleue du Soleil. L'astre du jour, vu de notre satellite, ressemble donc à un arc électrique, lampe gigantesque d'un bleu resplendissant; flambeau dont la lumière brutale, aveu-



LA TERRE VUE DE LA LUNE AU PREMIER QUARTIER
(D'après un dessin de M. l'abbé MOREUX.)

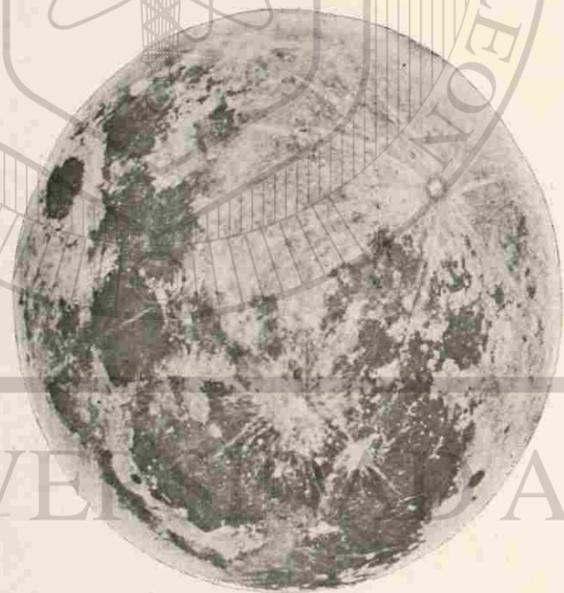
glante, augmente encore l'impression de froid produite par la vision de ce monde figé dans la mort, irréel et cependant vrai, obscur et lumineux, bleu et noir tout à la fois.

Tout autre sera l'apparence d'un paysage terrestre dans quelques millions d'années.

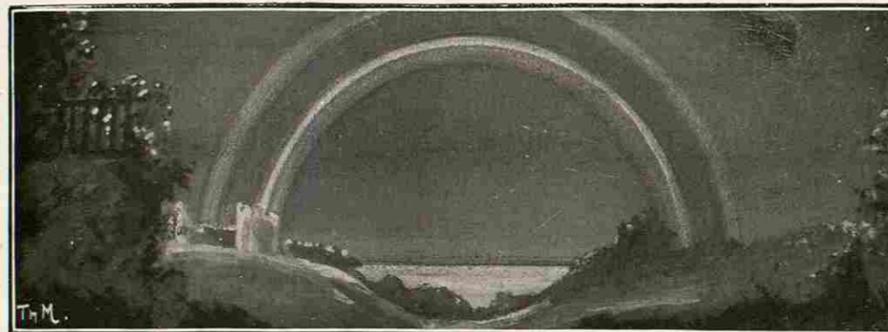
Sur le linceul de glace recouvrant les ossements des dernières familles humaines s'étendra la lumière blafarde d'un Soleil agonisant, crépuscule livide où domineront les teintes du rouge sombre, jour affaibli semblable à la grande nuit polaire.

Par contre, dès que le disque rougeâtre du Soleil sera descendu sous l'horizon, le ciel brillera d'une incomparable splendeur. L'œil y découvrirait des milliers et des milliers d'étoiles, tandis que la Lune, aux teintes affaiblies, promènerait son croissant violacé dans cette féerie stellaire.

Mais aucun être humain ne sera présent à cette époque pour admirer ces nouveaux cieux.



PHOTOGRAPHIE DE LA PLEINE LUNE



CHAPITRE VII

POUVONS-NOUS RENCONTRER UNE COMÈTE ?

Ainsi, bien loin d'être éternelle, notre Terre est menacée de toutes parts dans son existence; que dis-je! l'humanité qui la peuple, et avec elle tous les êtres vivants à sa surface, sont destinés à périr dans un temps relativement restreint.

Leur sort est lié à la période de vitalité du Soleil, et ce dernier, nous l'avons vu à maintes reprises, pour vivre quelques millions d'années, n'en est pas moins condamné à la mort.

Dans sa course échevelée à travers l'espace, au milieu de ces steppes glacés où les froids de 268 degrés au-dessous de zéro sont la température normale, notre Soleil passe comme un bolide enflammé, faisant vibrer l'éther de ses ondulations calorifiques. Mais nul être créé n'est éternel; cette dissipation constante d'énergie, depuis sa création, l'épuise lentement, et un arrêt impitoyable de mort a été signé pour lui le jour où sa condensation a pris naissance.

Le Soleil en se refroidissant lentement, atteindra bientôt ce stage final de son existence stellaire où toute incandescence cessera à sa surface. Nul rayon ne parviendra plus à la Terre; les glaces envahiront peu à peu nos régions équatoriales; une nuit éternelle enveloppera de son suaire obscur les dernières manifestations atténuées de la vie, et tout être animé périra irrémédiablement.

Cette mort par le froid sera probablement précédée de la mort par asphyxie, et les derniers rayons du Soleil mourant éclaireront peut-être pendant des milliers d'années un globe terrestre figé comme la Lune dans la pose plastique où la mort l'aura surpris.

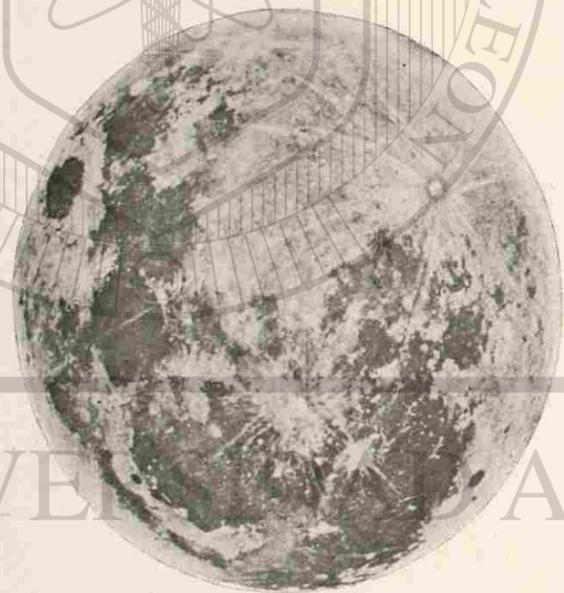
Cette Terre que nous habitons, siège de toutes les vertus, de tous les

Tout autre sera l'apparence d'un paysage terrestre dans quelques millions d'années.

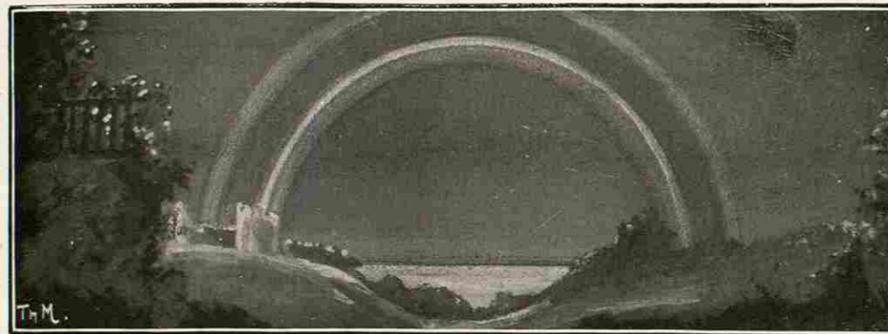
Sur le linceul de glace recouvrant les ossements des dernières familles humaines s'étendra la lumière blafarde d'un Soleil agonisant, crépuscule livide où domineront les teintes du rouge sombre, jour affaibli semblable à la grande nuit polaire.

Par contre, dès que le disque rougeâtre du Soleil sera descendu sous l'horizon, le ciel brillera d'une incomparable splendeur. L'œil y découvrirait des milliers et des milliers d'étoiles, tandis que la Lune, aux teintes affaiblies, promènerait son croissant violacé dans cette féerie stellaire.

Mais aucun être humain ne sera présent à cette époque pour admirer ces nouveaux cieux.



PHOTOGRAPHIE DE LA PLEINE LUNE



CHAPITRE VII

POUVONS-NOUS RENCONTRER UNE COMÈTE ?

Ainsi, bien loin d'être éternelle, notre Terre est menacée de toutes parts dans son existence; que dis-je! l'humanité qui la peuple, et avec elle tous les êtres vivants à sa surface, sont destinés à périr dans un temps relativement restreint.

Leur sort est lié à la période de vitalité du Soleil, et ce dernier, nous l'avons vu à maintes reprises, pour vivre quelques millions d'années, n'en est pas moins condamné à la mort.

Dans sa course échevelée à travers l'espace, au milieu de ces steppes glacés où les froids de 268 degrés au-dessous de zéro sont la température normale, notre Soleil passe comme un bolide enflammé, faisant vibrer l'éther de ses ondulations calorifiques. Mais nul être créé n'est éternel; cette dissipation constante d'énergie, depuis sa création, l'épuise lentement, et un arrêt impitoyable de mort a été signé pour lui le jour où sa condensation a pris naissance.

Le Soleil en se refroidissant lentement, atteindra bientôt ce stage final de son existence stellaire où toute incandescence cessera à sa surface. Nul rayon ne parviendra plus à la Terre; les glaces envahiront peu à peu nos régions équatoriales; une nuit éternelle enveloppera de son suaire obscur les dernières manifestations atténuées de la vie, et tout être animé périra irrémédiablement.

Cette mort par le froid sera probablement précédée de la mort par asphyxie, et les derniers rayons du Soleil mourant éclaireront peut-être pendant des milliers d'années un globe terrestre figé comme la Lune dans la pose plastique où la mort l'aura surpris.

Cette Terre que nous habitons, siège de toutes les vertus, de tous les

dévouements, comme aussi de toutes les cruautés, de toutes les passions et de toutes les turpitudes, durera-t-elle même jusque-là ?

Il est permis d'en douter, lorsqu'on songe aux mille accidents qui la guettent sur sa route.

N'est-ce point cette intuition d'un tel événement possible qui plonge à plusieurs reprises les peuples épouvantés dans les angoisses de l'attente de la fin du monde ?

Relisez l'Histoire, et vous verrez quelles terreurs, par exemple, ont inspirées les comètes, ces astres mystérieux qui traînent au milieu des constellations leur merveilleux panache.

Ces épouvantes, que renouvelle périodiquement l'approche de ces étranges visiteuses célestes, sont-elles légitimes ? Qu'avons-nous à craindre de leur rencontre ? La Science peut-elle nous rassurer sur l'issue d'une collision possible de la Terre avec un de ces effrayants météores ?

Serait-ce la fin du monde, et ainsi l'opinion du moyen âge, époque des augustes légendes, qui voyait dans l'apparition d'une comète l'annonce des pires événements, se trouverait-elle justifiée ?

Voilà autant de questions nouvelles que la curiosité ne cesse de poser à l'humanité anxieuse de ses destinées, et auxquelles il nous faut maintenant répondre.

Qu'est-ce donc qu'une comète ? De quoi est-elle composée ? Quelle substance les comètes traînent avec elles ?

En général, on distingue dans une comète un *noyau* assez lumineux entouré d'une sorte d'auréole appelée *chevelure*. Le noyau et la chevelure forment la *tête* de la comète.

Après avoir fait toutes les suppositions imaginables sur la constitution des comètes, les astronomes se sont mis à peu près d'accord.

D'après les recherches les plus récentes, un noyau cométaire serait composé d'une agglomération de pierres plus ou moins grosses. Imaginez-vous des pommes de pin voguant dans l'espace à une centaine de mètres les unes des autres, et vous aurez une idée du noyau cométaire. Ceci n'est évidemment, vous le comprenez, qu'une comparaison entre la grosseur des parties et leur distance.

Un noyau renferme des particules de toutes les grandeurs, depuis la poussière de votre écritoire jusqu'aux blocs de rochers pesant 15 et 20 tonnes où même davantage. Ce sont, en somme, des réunions de petites planètes parcourant la même orbite autour du Soleil.

Cette fois, la comparaison est extrêmement juste, puisque chaque partie est entourée d'une véritable atmosphère gazeuse, d'autant plus légère qu'elle est moins attirée par le corps qu'elle enveloppe ; d'autant plus faible, par conséquent, que ce corps est plus petit.

Bancs de sable ou de rochers agglomérés, telles nous apparaissent les comètes voyageant dans les espaces interplanétaires ; tous ces matériaux sont noyés dans une sorte d'atmosphère si ténue et si légère, que les astro-



GRAVURE SATIRIQUE REPRÉSENTANT L'APPARITION D'UNE COMÈTE A PARIS

nomes peuvent suivre à travers le noyau d'une comète les plus petites étoiles.

Tout ceci est fort bien, mais n'explique pas encore la *queue* des comètes. Disons d'abord que toutes les comètes n'ont pas nécessairement ce long appendice qui les rend si étranges aux yeux du vulgaire ; on peut même dire que, dans l'espace, aucune comète ne traîne cette longue queue derrière elle. C'est seulement en approchant du Soleil que cet admirable panache prend naissance ; il se développe à mesure que la comète court vers l'astre central. Au moment où la belle vagabonde contourne le Soleil, le panache offre alors ses plus grandes dimensions. Que s'est-il donc passé ?

Un fait assez simple, mais que les physiciens ont mis bien longtemps à trouver.

Savez-vous qu'une lumière intense dirigée vers une fine poussière exerce une véritable répulsion sur les particules qui la composent?

Dans des expériences récentes, et qui resteront célèbres, MM. Nichols et Lebedew ont mis ce fait en évidence; ils ont dirigé la lumière d'une puissante lampe à arc sur un jet de poussière extrêmement fine et ont reproduit expérimentalement des queues de comètes.

Oh! l'expérience n'a pas été sans difficultés. Après avoir essayé toutes les poussières connues, ces physiciens désespéraient de réaliser le phénomène entrevu mathématiquement, lorsqu'il leur vint l'idée d'employer la poussière, sorte de fumée impalpable, contenue dans le vulgaire champignon appelé vesce de loup. Les particules étaient encore trop grossières, et il fallut rôtir et pulvériser cette première poussière pour réussir l'expérience.

On peut ainsi mettre en évidence cette propriété bizarre inconnue autrefois des physiciens, et que nous appelons *pression de la lumière*.

Revenons maintenant aux comètes. Au moment où celles-ci approchent du Soleil, la chaleur de l'astre central favorise le développement de leur atmosphère.

Tous les gaz se dilatent, et leurs plus fines particules, recevant la pression de la lumière, sont projetées au loin derrière la tête de la comète, par rapport à la direction du Soleil. Tous ces phénomènes sont accompagnés d'un dégagement d'électricité, et c'est là peut-être qu'il faut chercher l'explication de la lumière propre émise en partie par les noyaux cométaires.

Cette pression de la lumière, projetant au loin des particules gazeuses, acquiert dans l'espace, vide de substance — ou à peu près, — une intensité formidable.

La queue de la comète de Donati (1858) s'étendait sur un espace de 88 millions de kilomètres.

La belle comète de 1811 avait une queue plus longue que la distance qui nous sépare du Soleil, et qui dépasse 149 millions de kilomètres, puisqu'elle en mesurait 176 millions.

La queue de la comète de 1847 s'étendait sur un espace de 212 millions de kilomètres.

Les queues des comètes de 1680 et de 1843 atteignaient les dimensions respectives de 240 millions et de 320 millions de kilomètres.

Quelques-unes, il est vrai, sont plus restreintes; la queue de la comète

de 1744 n'avait que 28 millions de kilomètres de longueur. Au commencement de 1810, une comète fut découverte à l'Observatoire de Johannesburg, au Transvaal, par MM. Worsell et Innes.

Cette « belle inattendue » a été visible dans toute l'Europe après le coucher du Soleil.

Dans certains Observatoires, la queue fut mesurée; elle s'étendait sur le

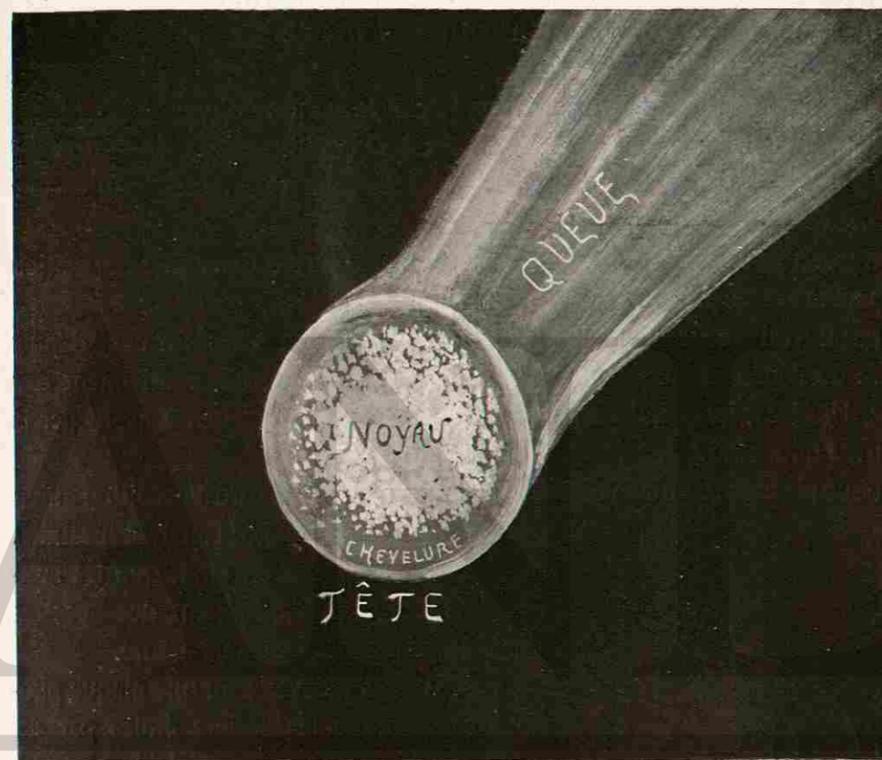


FIGURE SCHÉMATIQUE DE LA CONSTITUTION D'UNE COMÈTE

tiers de la distance du zénith à l'horizon, soit 30 degrés environ. Étant donné son éloignement, la queue mesurait 110 millions de kilomètres.

Quant aux noyaux, leurs dimensions ne sont jamais en rapport avec la longueur des queues. En d'autres termes, une comète à gros noyau peut donner naissance à une traînée restreinte, et inversement. Il en est de même de la chevelure, qui n'est jamais proportionnée à la grosseur du noyau.

La comète de 1805 avait un tout petit noyau de 48 kilomètres de diamètre seulement. Le noyau de la comète de 1811, si célèbre dans les

Annales astronomiques, mesurait 4 360 kilomètres. Celui de la comète de 1769 avait un diamètre quatre fois supérieur au moins à celui de la Terre, soit 45 000 kilomètres.

Vous imaginez-vous l'effroyable amas de pierres contenu dans un pareil volume? On frémit en pensant que la Terre puisse trouver sur sa route un pareil obstacle.

Si maintenant nous considérons la tête entière de certaines comètes, noyau et chevelure, nous arrivons à des dimensions fantastiques.

La comète de 1811 occupait dans le ciel le volume d'une sphère dont le diamètre aurait mesuré 1 800 000 kilomètres.

La tête de la comète de Halley présentait, en 1835, un diamètre de 570 000 kilomètres.

Reste à savoir maintenant les substances qui entrent dans la composition des queues cométaires.

Est-il vrai que ces longs panaches affectant toutes les formes, depuis celle de l'épée droite jusqu'à celle du cimenterre recourbé, contiennent des gaz délétères, irrespirables par conséquent, et très propres à asphyxier la pauvre humanité?

Pour résoudre semblable problème, nous n'avons à notre disposition qu'un moyen bien précaire : l'analyse spectrale.

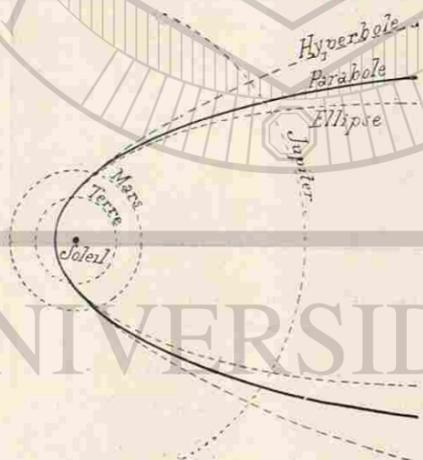
Nous savons, en effet, que les substances connues donnent des spectres différents, suivant leur nature.

Si nous recevons sur une plaque photographique la lumière émise par un bec de gaz, et qui a préalablement traversé un prisme, nous obtiendrons sur notre cliché des raies dont la position indiquera les corps gazeux ou solides brûlant dans notre bec de gaz. (Voir *Où sommes-nous?*)

Or, le gaz d'éclairage est formé surtout de carbone et d'hydrogène combinés. C'est, comme disent les chimistes, un carbure d'hydrogène. Or, qu'indique l'analyse? La présence du carbone et celle de l'hydrogène simplement. Dans quel état réciproque sont ces deux corps, l'analyse ne nous



LA COMÈTE DE HALLEY EN 1684
(Extrait de la *Chronique de Nuremberg*.)



FORME DES ORBITES COMÉTAIRES

le dit pas. De même lorsque l'astronome constate sur son cliché que les comètes donnent les raies de ces deux substances, il serait très téméraire de conclure que nous nous trouvons en présence d'un gaz d'éclairage tout formé.

Sans quoi il y aurait matière à un beau roman. La rencontre de la Terre avec une queue de comète serait, pour les usines à gaz, une fort jolie aubaine! Vous voyez d'ici le directeur de l'usine de la Villette se précipiter pour capter la queue de la comète de Halley, assurant ainsi sa production pour quelque six mois?

De même, nous avons maintes fois constaté dans les spectres cométaires la présence des raies du cyanogène, poison extrêmement violent, sans que nous puissions inférer que ces astres bizarres contiennent les éléments du cyanogène à l'état de combinaison.

Nous ne ferions rien avec grâce,
Ne forçons pas notre talent,

dit le fabuliste.

Ne dépassons jamais les limites de la science, et ne prenons pas pour des réalités les fantasmagories de notre imagination. Et puis, voici une autre considération dont nous avons à tenir compte.

Si les comètes ne sont pas, suivant les vieilles doctrines, des *riens-aériens*; si les noyaux cométaires offrent une masse non négligeable, puisque certains d'entre eux pèsent probablement des milliards de tonnes, la Physique nous apprend, par contre, que les queues de comètes sont formées des gaz les plus légers, repoussés par la lumière du Soleil.

Pouvons-nous même décorer du nom de gaz ces fines particules dont la densité moyenne constitue un milieu si léger, que le vide de nos machines pneumatiques ne peut nous en donner l'idée?

Les queues de comètes présentent un état de raréfaction inimaginable; notre atmosphère, en comparaison, constituerait un milieu de plomb ou de platine.

Parler de choc, en la circonstance, serait dépasser les limites de la vraisemblance la plus élémentaire. Sur ce point, nous n'avons pas seulement la théorie pour nous rassurer, mais aussi l'expérience.



LA COMÈTE DE HALLEY EN 1066
(D'après la tapisserie de Bayeux.)



LA COMÈTE DE GIACOBINI EN 1905

A diverses reprises nous avons sûrement traversé des queues de comètes. Le 13 mai 1861, un astronome anglais, J. Tebbutt, découvrait de Windsor, près de Sydney, en Australie, une belle comète qui devint bientôt visible dans nos régions le 29 juin.



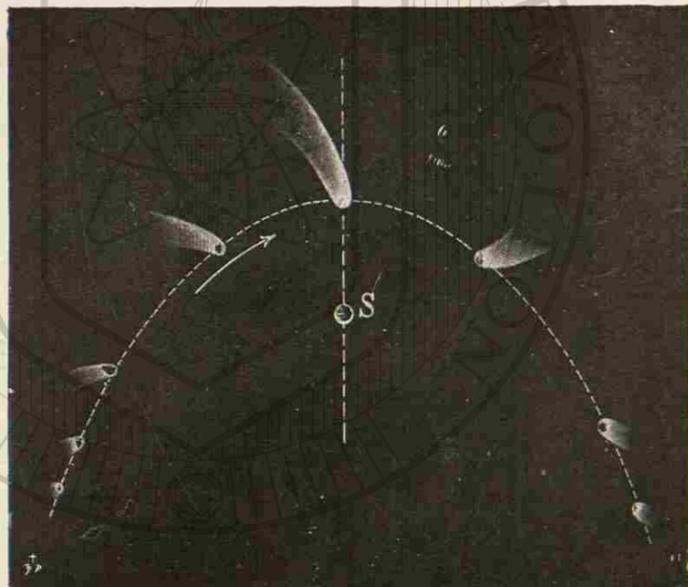
COMÈTE DE DONATI EN 1858

Dans la soirée du 30 juin, l'astronome Hind remarqua bien dans le ciel une phosphorescence singulière, mais, sur le moment, il attribua le phénomène à la présence d'une aurore boréale.

D'autres personnes, d'ailleurs, avaient fait la même observation, et le météorologiste Lowe confirma que, dans la soirée du 30 juin, le ciel avait un aspect tout à fait particulier; c'était comme une gloire dorée, semblable

à une aurore, et à travers laquelle les rayons solaires perdaient leur éclat. Le soir, à 7 h. 45, la comète était facilement visible, malgré la présence du Soleil sur l'horizon. Bien qu'ignorant à ce moment que la queue de la comète enveloppait la Terre, il fut si frappé par la singularité de ce qu'il voyait, qu'il écrivait sur son livre d'observation : « Lueur étrange, jaune, phosphorescente, que je prendrais pour une aurore boréale s'il ne faisait pas encore si jour. »

Eh bien! en réalité, nous avons traversé la queue de la comète à une distance du noyau d'environ les deux tiers de sa longueur.



COURBURE DE LA QUEUE D'UNE COMÈTE
DONT LA DIRECTION GÉNÉRALE EST TOUJOURS À L'OPPOSÉ DU SOLEIL

Et personne ne s'en était douté, pas même les astronomes, qui calculèrent le fait plusieurs jours après.

Mais pourquoi remonter si loin pour chercher ces rencontres? Qui ne se souvient de la comète de Halley, si longtemps attendue, et qui causa dans nos régions tant de désillusions parmi le grand public? On espérait vraiment de la part des astronomes une exhibition plus sensationnelle. En fait, cette comète, dont la révolution est de trois quarts de siècle environ, fut surtout bien vue, et avec tout son éclat, dans les régions tropicales et australes. Chez nous, elle se montra toujours assez près de l'horizon, de sorte que les brumes

du soir diminuèrent beaucoup sa visibilité. Mais, dans les contrées voisines de l'Équateur, le spectacle fut, paraît-il, merveilleux et digne de la renommée de cet astre séculaire.

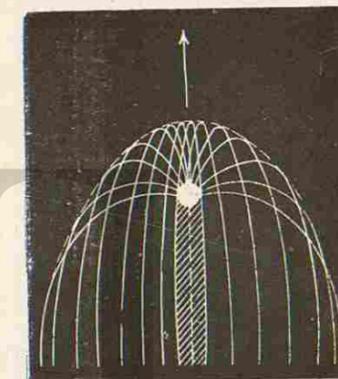
Or, après son passage au périhélie, qui eut lieu le 19 avril 1910, les astronomes calculèrent que la comète devait passer entre le Soleil et notre globe terrestre. Dans ces conditions, l'astre devait se projeter sur le disque solaire pendant que la Terre serait plongée dans l'énorme queue, balayant l'espace céleste sur des dizaines de millions de kilomètres.

Ce spectacle devait être donné aux terriens dans la matinée du 19 mai, vers 3 heures du matin. A ce moment, le noyau de la comète se trouvait à 23 millions de kilomètres de la Terre, et la queue était certainement plus grande que cette distance; nous avons ainsi toute chance de courir vers une catastrophe. Les journaux, d'ailleurs, avaient eu soin, les jours précédents, de prévenir le public à grand renfort d'interviews, d'hypothèses et d'explications, la plupart absolument fantaisistes.

Or, qu'est-il arrivé? Absolument rien! La comète était-elle vraiment passée entre le Soleil et nous? Certainement, puisque le calcul l'avait nettement indiqué. La Terre a-t-elle traversé la queue? Nous n'en savons rien. En tout cas, il ne s'est produit ni déviation magnétique, ni changement dans l'état de notre atmosphère.

Quelques observateurs ont vu des cercles de Bishop, des nuages bizarrement colorés, que sais-je encore? Ce qu'ils ont vu ne prouve absolument rien, parce que, d'une part, le phénomène était très limité en étendue, et que, d'autre part, il a été observé par un nombre de personnes relativement restreint; on peut donc se demander si les mêmes observateurs, regardant régulièrement l'état du ciel chaque soir et chaque matin, ne verraient pas très souvent les mêmes phénomènes sans qu'il soit nécessaire de les attribuer au voisinage d'une comète.

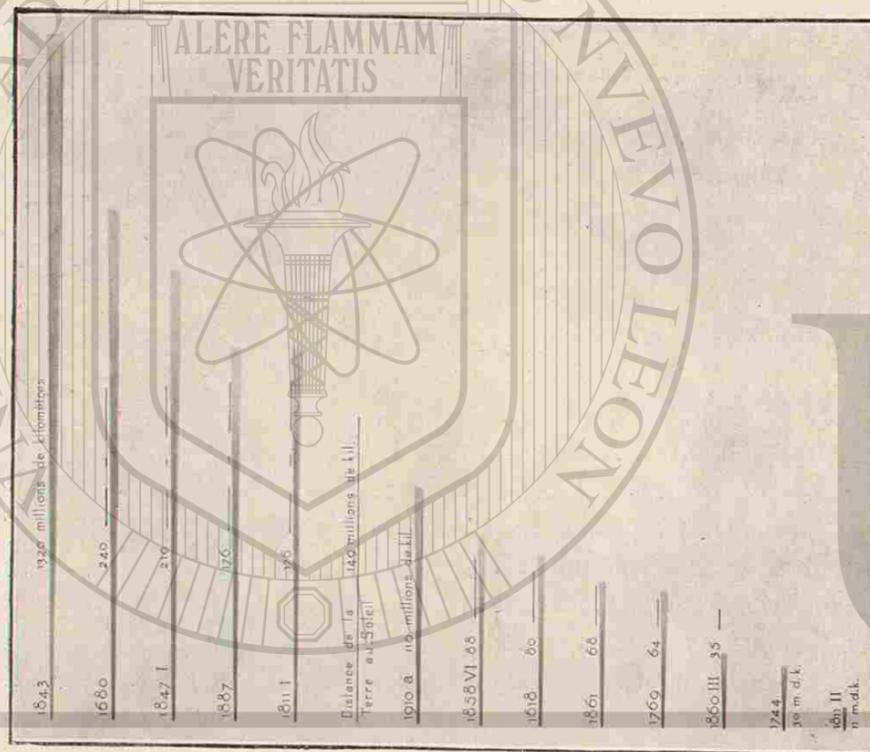
En somme, malgré l'attention des astronomes, qui firent tout leur possible pour ne rien laisser échapper du phénomène aussi bien en France et en Angleterre qu'aux États-Unis et au Canada, les résultats furent partout négatifs. On s'attendait si bien à voir quelque chose d'anormal, qu'on en conclut aus-



LES ÉMISSIONS DE LA TÊTE D'UNE
COMÈTE DÉCRIVENT LES COURBES
LES PLUS GRACIEUSES

sitôt que la Terre, en réalité, n'avait pas traversé la queue de la comète de Halley dans la nuit du 18 au 19 mai, ni même à une date ultérieure.

Et maintenant, pourquoi le phénomène attendu ne s'est-il pas produit? Pourquoi la queue de la comète, au lieu de rester droite et unique, se brisa-t-elle dans la nuit du 18 au 19, en sorte qu'un de ses fragments resta à l'Est dans le ciel du matin, perdant à peu près son éclat, tandis que l'autre

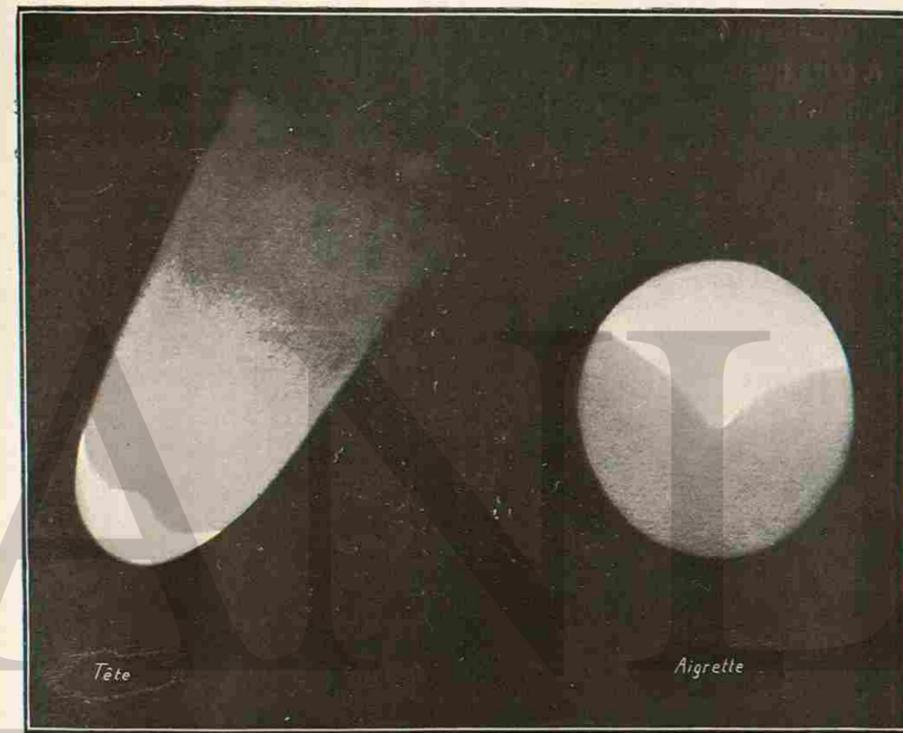


DIMENSIONS COMPARÉES DES GRANDEURS RÉELLES DES COMÈTES LES PLUS INTÉRESSANTES

queue — ou une portion de la première — se montra à l'Ouest dans le ciel du soir? M. Innes a proposé l'explication suivante: Nous avons vu que toute comète, sous l'influence des rayons solaires, chasse vers le Soleil des corpuscules que cet astre repousse à son tour; ce sont ces corpuscules lumineux qui forment la queue. Ce phénomène se produit même lorsque la distance du Soleil à la comète surpasse la distance du Soleil à la Terre. Si les planètes inférieures à la nôtre n'ont pas de queues, c'est que depuis longtemps elles ont dispersé et perdu leurs corpuscules.

En résumé, une comète et une planète, sous l'action rayonnante du Soleil — et d'ailleurs le Soleil lui-même, — repoussent les corpuscules en question.

On conçoit donc que notre globe ne puisse traverser la queue d'une comète: il la repousse simplement; et, par conséquent, au lieu de passer à travers, il produit une rupture au moment où le passage doit avoir lieu, de sorte qu'une partie de la queue de la comète de Halley en particulier est restée à l'Est,



COMÈTE DE HALLEY EN 1835

tandis qu'une nouvelle queue s'est développée à l'Ouest dans le ciel du soir.

Nous pouvons donc conclure que la Terre est, elle aussi, bombardée de corpuscules, qui, repoussés à la fois par notre planète et par le Soleil, doivent former une faible queue à l'opposé de l'astre du jour. C'est précisément ce que nous observons dans le phénomène désigné sous le nom de *Gegenschein*, sorte de tache visible à l'opposé du Soleil. Cette simple théorie explique tous les faits.

Mais nous voilà, par la même occasion, rassurés pour l'avenir. Jamais nous ne pourrions savoir ce qu'une queue de comète pourrait produire

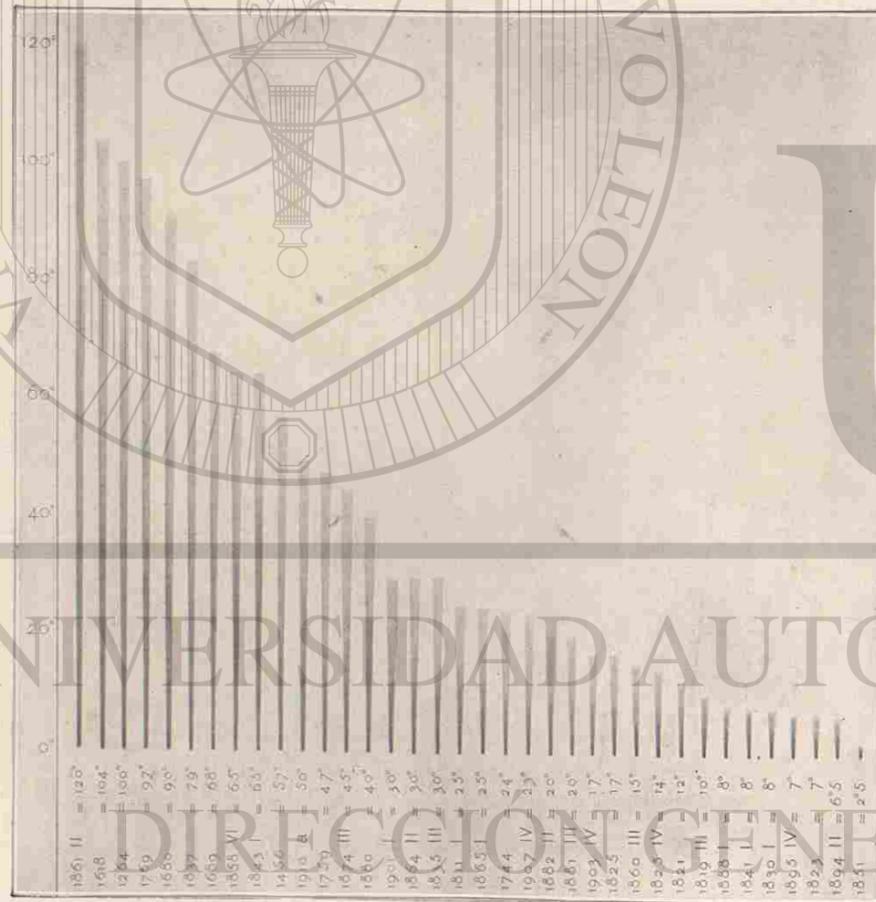
sur des êtres vivants, puisque jamais elle ne pourra atteindre la Terre.

Reste à imaginer ce qui se passerait au cas où la Terre rencontrerait, non la queue impalpable d'une comète, mais son noyau lui-même.

Et notez que le fait est loin d'être irréalisable.

Il n'y a pas bien longtemps encore, l'illustre Laplace prétendait que les comètes parcourent dans tous les sens les espaces intersidéraux, et les poètes d'alors n'avaient pas manqué de saisir cette occasion pour chanter ces messagères rapides reliant entre eux les mondes de l'infini.

A cette question : « D'où viennent les comètes ? » l'Astronomie moderne répond en nous montrant que les comètes accompagnent le Système solaire dans son grand voyage à travers les constellations. Notre Soleil, dit-elle,



DIMENSIONS COMPARÉES DES GRANDEURS APPARENTES DES COMÈTES LES PLUS INTÉRESSANTES

n'est qu'une étoile perdue au milieu de l'immensité; parmi ces millions d'astres brillant au-dessus de nos têtes, le centre de notre Système n'est qu'une étoile au milieu des étoiles.

Comme elles, il est animé d'une vitesse fantastique qu'on peut évaluer à environ 20 kilomètres par seconde. Humble soldat de l'armée céleste, il emporte avec lui les planètes, la Terre, leurs satellites, et ces astres plus petits comme masse, que nous appelons les comètes.

Mais ces messagères vagabondes le suivent comme autant de papillons attirés vers son intense rayonnement.

Restes de la grande nébuleuse qui a donné naissance aux planètes, les comètes, selon les lois de l'attraction — agissant diversement sur chacune, — se sont dispersées sur de longues ellipses. Quelques-unes d'entre elles tournent sur des orbites continues dans les limites des planètes. D'autres, au contraire, ont été lancées vers des régions lointaines, si lointaines, que, à ces formidables distances, l'attraction solaire se fait à peine sentir. Et l'on a pu calculer que ces comètes ne parcourent pas plus de quelques centimètres seulement par seconde.

N'importe! les lois inexorables qui régissent la matière les ramèneront tôt ou tard vers la grande source calorifique et lumineuse qui les tient rivées dans les limites de son immense domaine.

Ces théories nouvelles peuvent seules nous expliquer le nombre énorme de comètes sillonnant l'espace interplanétaire. Des statistiques sagement interprétées, il faudrait en effet conclure que l'espace compris entre le Soleil et Neptune, la dernière planète connue du Système solaire, ne contiendrait pas moins de 200 millions de comètes périodiques.

Partant de ces chiffres, il est facile de calculer le nombre de ces astres qui suivent dans sa marche notre Soleil, et qui ne sortent pas de sa sphère d'attraction; on arrive alors au chiffre 75, suivi de 15 zéros : 75 qua-



COMÈTE DE 1528
Fac-similé d'un dessin d'Ambroise Paré.
(Extrait des *Monstres célestes*.)

trillions de comètes, ou 75 millions de milliards d'astres chevelus! Encore n'est-ce là qu'une évaluation grossière basée sur des chiffres minima!

Voilà donc un premier fait établi: la multitude des comètes voyageant dans l'espace.

Dès lors, on conçoit aisément que, à chaque instant de sa marche autour du Soleil, dans cette course vertigineuse qui nous fait parcourir 29 kilomètres par seconde, la Terre puisse rencontrer une comète ou plutôt un noyau cométaire.

Supposons que pareil fait soit à la veille de se produire. Plusieurs jours à l'avance le phénomène serait annoncé par les astronomes; nous n'aurions plus alors qu'une seule ressource: fuir aux antipodes, nous précipiter de toute la vitesse de nos automobiles, de nos steamers ou de nos aréoplans sur l'hémisphère opposé à la rencontre.

Puisque, en effet, le noyau d'une comète suffirait à lui seul à détruire plusieurs villes comme Paris, que dire du choc effroyable causé par la rencontre d'une masse atteignant les dimensions de notre globe?

Quelque heures avant le cataclysme, l'humanité terrorisée assistera à des spectacles effrayants: fleuves et mers commenceront à sortir de leurs limites. Avec leurs vagues déchaînées, les Océans iront se ruer à l'assaut de la terre ferme.....

En présence d'un pareil fléau, seules les populations réfugiées sur la cime des plus hautes montagnes auront la vision terrifiante des scènes précédant la fin du monde.

Sur une mer sans rivage planera un livide crépuscule. Le disque du Soleil, entrevu à travers l'atmosphère du noyau, présentera une teinte sinistre. Les premières particules cométaires, s'enflammant au contact de notre atmosphère, donneront le tableau du plus merveilleux feu d'artifice que l'homme ait jamais contemplé.

Encore ces phénomènes ne seront-ils que les signes avant-coureurs d'un effroyable incendie.....

Le moment où le gros de la comète entrera en contact avec la haute atmosphère sera le signal d'un ébranlement général. Huit secondes à peine s'écouleront depuis le commencement de ce formidable orage jusqu'au moment où, dans un choc terrible, les continents seront défoncés. La chute de tous ces matériaux en ignition au milieu de la tempête déchaînée sur l'Océan produira en une minute des trombes de vapeurs brûlantes qui détruiront les derniers organismes épargnés dans la catastrophe.

L'humanité, réfugiée sur l'autre côté de la Terre, pourra-t-elle se garantir du cataclysme? Nul ne peut l'affirmer.

Et quel astronome peut se porter garant que pareille rencontre ne se produira pas, dans quelques années peut-être?

C'est alors que l'humanité pensera à ces paroles terribles que rapporte l'Apôtre:

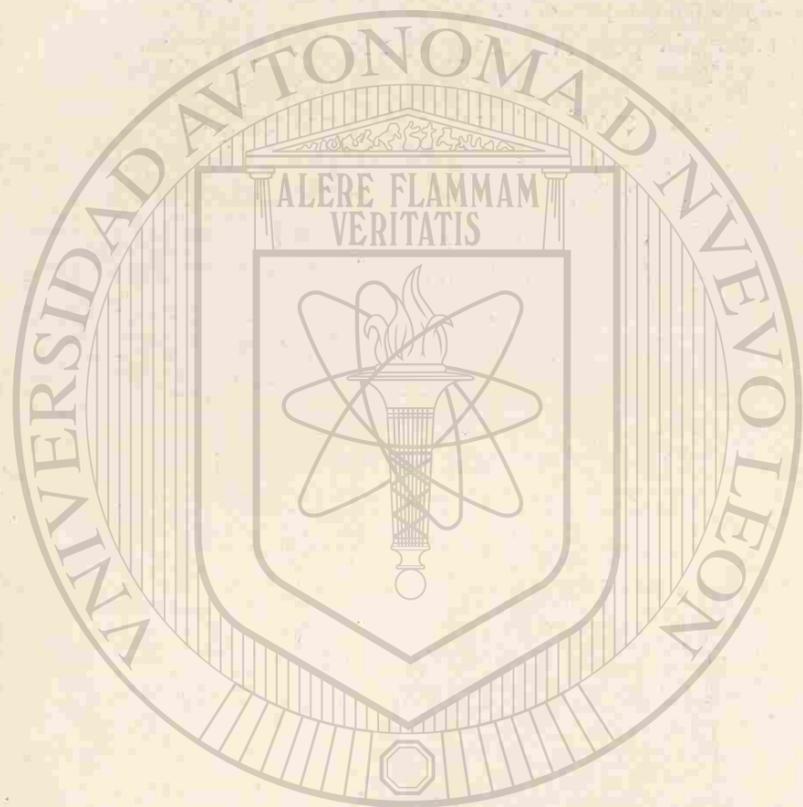
« En ce temps-là, Jésus dit à ses disciples: Quand vous verrez l'abomination de la désolation prédite par le prophète Daniel se répandre dans le lieu saint (que celui qui lit comprenne), alors que ceux qui seront dans la Judée s'enfuient dans les montagnes, que celui qui sera sur le toit ne descende pas pour emporter quelque chose de sa maison, et que celui qui sera dans les champs ne revienne pas prendre son vêtement. Priez pour que votre fuite n'arrive pas en hiver ou le jour du sabbat, car la tribulation sera alors si grande, que jamais, depuis le commencement du monde jusqu'à présent, il n'y en a eu de semblable et qu'il n'y en aura jamais.....

» Car l'avènement du Fils de l'homme sera comme l'éclair qui part de l'Orient et brille jusqu'à l'Occident. Partout où sera le corps, là s'assembleront les aigles. Mais aussitôt, après ces jours de tribulation, le soleil s'obscurcira, la lune ne donnera plus sa lumière, les étoiles tomberont du ciel, et les vertus des cieux seront ébranlées.....

» En vérité, je vous le dis, cette génération ne finira pas que tout cela n'arrive. Le ciel et la terre passeront, mais mes paroles ne passeront pas. »

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CHAPITRE VIII

INCENDIES CÉLESTES

Imaginez que, pour une raison ou pour une autre, il prenne fantaisie à notre Soleil de grossir démesurément, de lancer dans le ciel un éclat vingt, trente, cent fois plus fort; qu'advierait-il?

Le premier jour où l'homme contemplerait l'astre radieux ainsi augmenté serait pour nous le commencement d'un été insupportable. A la fin de la première journée, la chaleur énorme développée par ce flambeau méconnaissable communiquerait le feu aux herbes, aux moissons, aux forêts; les humains, traqués comme des fauves dans leurs repaires, se réfugieraient dans les caves, dans les souterrains, dans les mines profondes.

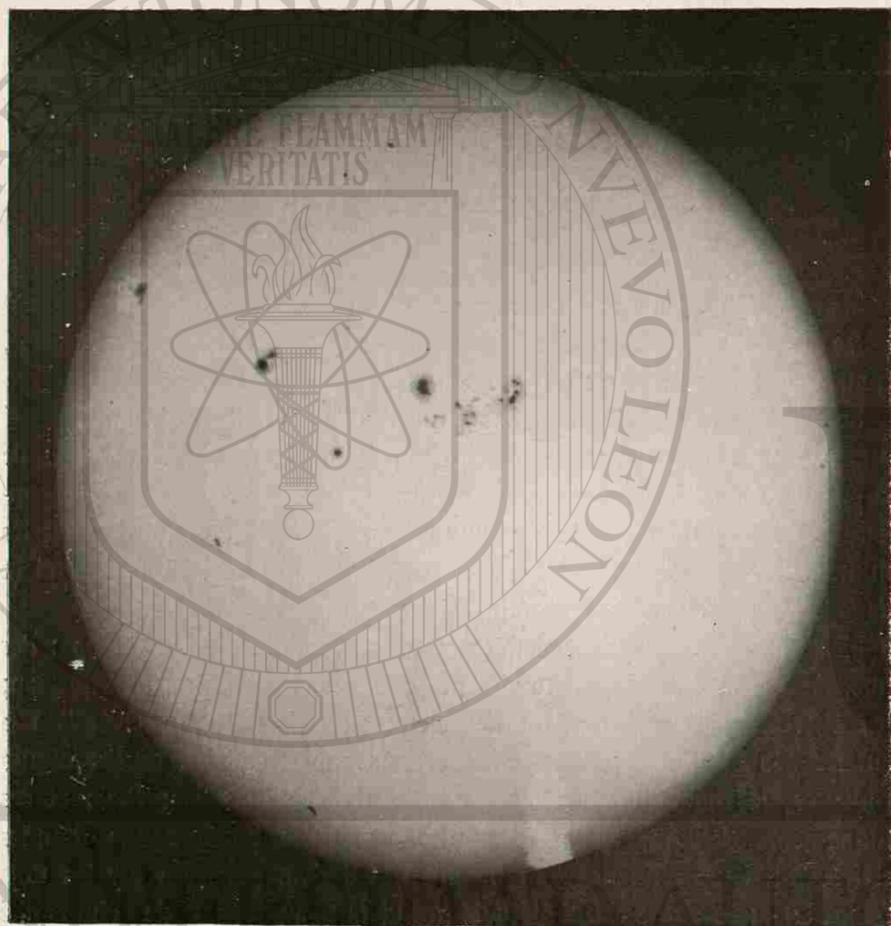
Mais l'ardent foyer flamboierait toujours, vaporiserait les Océans; des nuages livides, poussés par de violents cyclones, assombriraient l'horizon; les cataractes se précipiteraient des cieus ouverts, l'eau ruissellerait à la surface des continents; les fleuves grossis emporteraient, toutes digues rompues, les habitations bâties sur leurs rives immergées; Paris et ses monuments, Rouen, le Havre, toutes les villes bordant nos grandes rivières ou leurs affluents s'en iraient à la dérive, poussées par les flots implacables; un orage perpétuel gronderait au-dessus de l'humanité terrorisée, et, après quinze jours de cet effrayant cataclysme, pas une pierre élevée à grands frais par la main de l'homme ne resterait debout. ®

La tourmente générale mènerait le deuil de la terre entière, de nos civilisations vieilles de plusieurs milliers d'années; la pensée serait bannie du globe terrestre; ce serait la fin de la race humaine.

— Nous n'en sommes pas encore là, direz-vous.

— Non, je le pense fermement, ou du moins je l'espère; cet effrayant cataclysme, cependant, vient de se produire sous les yeux des astronomes.

Au mois de mars 1912, une toute petite étoile de la constellation des Gémeaux est passée, en moins de deux jours, de la onzième grandeur à celle dont brillent les étoiles de la Petite Ourse. C'est-à-dire qu'en deux jours seulement ce Soleil lointain, éclairant probablement des terres comme la nôtre,

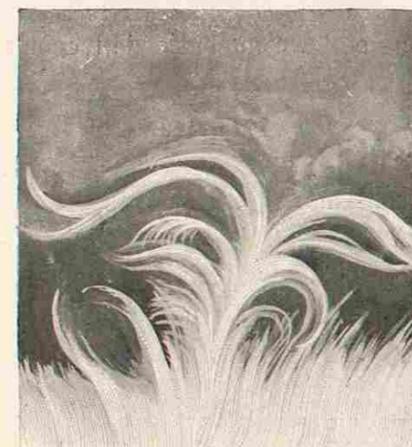


LE DISQUE DU SOLEIL VU DANS UN GRAND INSTRUMENT

des habitants paisibles — plus paisibles que nous peut-être, — ce Soleil, dont le calme assurait la quiétude aux êtres évoluant dans son sillage, a vu tout à coup son éclat, sa lumière et sa chaleur augmenter de 120 fois! Et, pendant près de quinze jours, ce fut une énorme flambée, incendie céleste allumé là-bas par une main invisible, qui dévora de ses ardeurs infernales toute vie éclosée à la douce température de ces rayons féconds.



A L'ÉTAT NORMAL, LA CHROMOSPHÈRE APPARAÎT D'UNE ÉPAISSEUR ASSEZ RÉGULIÈRE



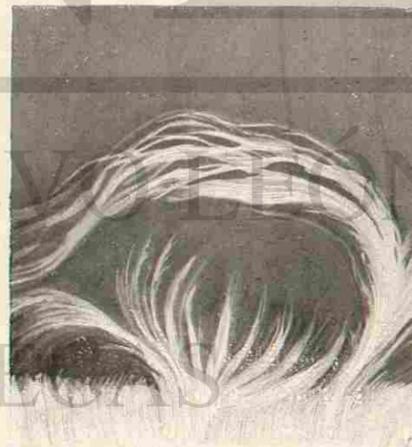
MAIS PARFOIS DES JETS GAZEUX FORMIDABLES S'ÉLANCENT AU-DESSUS D'ELLES

Et ce fait, qui n'est pas unique dans les annales de la Science, qui s'est passé un mois avant l'éclipse du 17 avril 1912, n'a pas eu l'honneur d'une simple mention dans nos revues, dans nos journaux, dans nos quotidiens, dans ceux même qui disent tout et qui savent tout.

Au moment où le *Titanic* coulait par 5 000 mètres de fond, les chroniqueurs n'eurent pas assez d'encre pour raconter les péripéties de la catastrophe; cependant que deux mille personnes au maximum quittaient cette vie, des humanités entières peut-être agonisaient au milieu d'un chaos indescriptible d'éléments déchaînés, et personne, sur l'atome infime qui



CE SONT LES PROTUBÉRANCES DONT CERTAINES ATTEIGNENT PLUS DE 500 000 KILOMÈTRES



APRÈS LE PAROXYSMES DE L'ÉRUPTION, LES LONGUES FLAMMES SE REPLIENT SUR ELLES-MÊMES

nous porte, n'eut l'idée de raconter ce cataclysme survenu aux confins du ciel!

Cette fin du monde terrifiante, qui attend peut-être l'égoïste humanité rivée à la Terre, a été donnée en spectacle aux astronomes en plus d'une circonstance.

Au temps d'Hipparque, c'est-à-dire 134 ans avant notre ère, on put voir une étoile nouvelle briller dans le Scorpion, et c'est par douzaines que les faits se renouvelèrent, jusqu'au jour où Tycho Brahé, en 1572, signala semblable catastrophe dans la constellation de Cassiopée.



LA TEMPÊTE SOLAIRE CONTINUE NÉANMOINS
SOUS FORME DE VIOLENTS CYCLONES

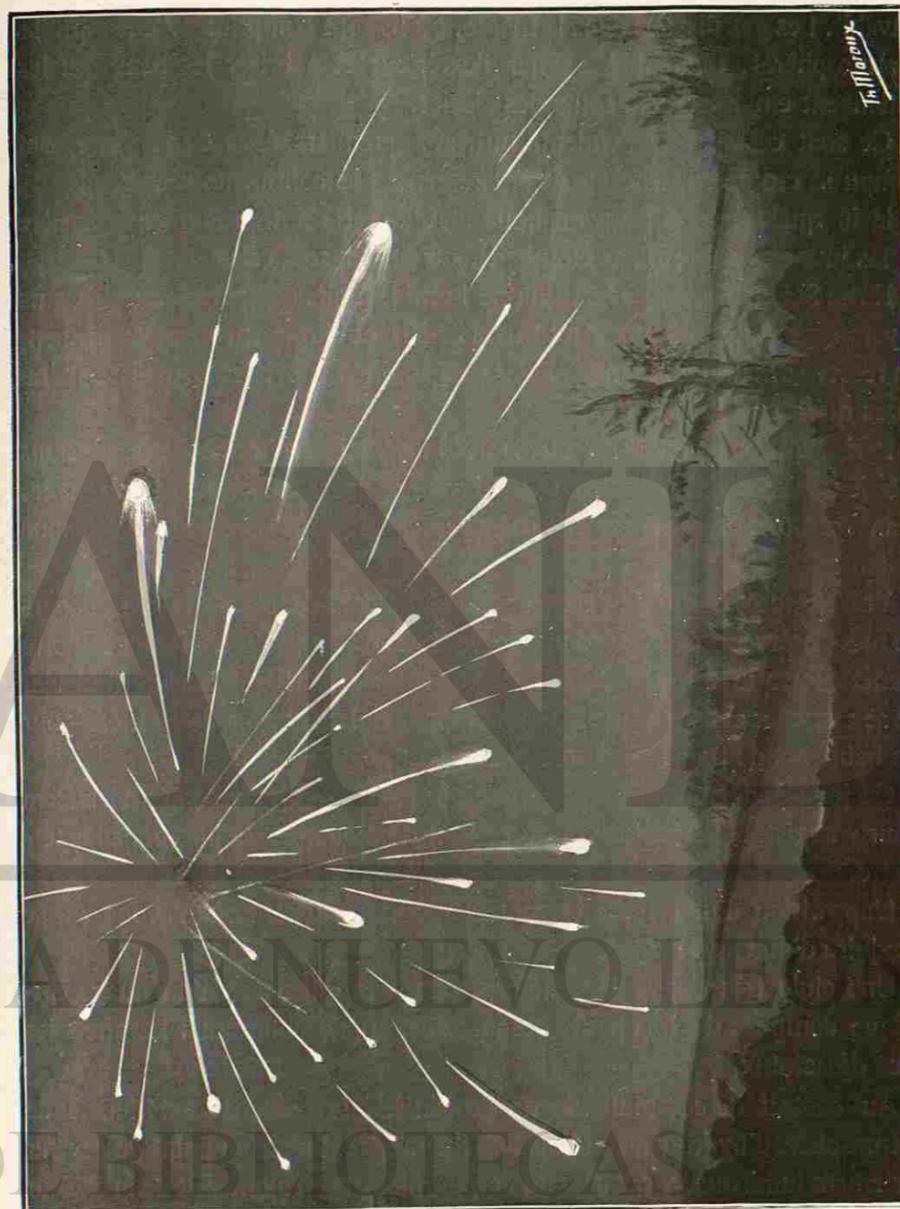


PUIS TOUT RENTRE DANS L'ORDRE
ET LE CALME RENAÎT PEU À PEU

Depuis, grâce à la photographie, il ne se passe pas d'année que les astronomes n'enregistrent ces phénomènes.

Ou bien ce sont deux étoiles qui, dans leur marche rapide, se rencontrent et se télescopent comme deux trains de voyageurs; ou bien c'est un Soleil dont la course effrénée s'accomplit subitement au milieu d'un essaim de bolides lancés sur son parcours; ou bien c'est une grosse étoile pénétrant au sein d'une nébuleuse; dans ce dernier cas, l'astronome, l'œil au spectroscopie, assiste de loin à cette illumination féerique d'une matière raréfiée dont les spires se dessinent chaque jour avec une surprenante rapidité. Du centre brillant, la lumière, qui parcourt 300 000 kilomètres par seconde, étend peu à peu son rayonnement et gagne la périphérie; la tache lumineuse augmente à vue d'œil et s'étend comme une traînée de poudre à des millions

de kilomètres. Les gaz flambent dans un embrasement général, dévorant de leurs feux les Systèmes planétaires plongés dans la sphère d'attraction



PLUIE D'ÉTOILES FILANTES DE NOVEMBRE 1872

d'un Soleil qui reprend de nouvelles ardeurs. Dans cet organisme complexe que nous offre l'Univers, tous les cas sont possibles évidemment,

mais j'imagine, pour diverses raisons péremptoires, que la plupart du temps les choses se passent de toute autre façon.

A mesure que vieillissent les Soleils de l'espace, le froid les pénètre et les envahit. Les gaz dissous dans la masse, où ils sont comprimés à des millions d'atmosphères, tendent à gagner l'extérieur et à briser les liens qui les retiennent emprisonnés depuis des siècles.

Ce sont ces spasmes violents qui, aux premiers âges de la Terre, ont rompu sa croûte superficielle et ont remanié nos continents primitifs.

Mais quel rapport pouvons-nous établir entre notre grain de poussière et les immenses fournaies circulant dans les espaces célestes.

Notre Soleil lui-même n'est qu'une humble étoile comparée aux puissants foyers que sont Canopus, Arcturus, Capella ou Procyon. Ceux-là tiennent en réserve des masses inimaginables de gaz dissous par les hautes températures qu'ils nous révèlent.

Périodiquement, à mesure que le froid les pénètre, d'immenses explosions intérieures prennent naissance et bouleversent leurs éléments, et ce sont les manifestations de ces effrayants paroxysmes que nous enregistrons à chaque instant.

Voilà le spectacle qu'il m'a été donné d'apercevoir plus d'une fois au cours de mes observations; voilà celui que verront peut-être les habitants de notre planète, lorsque notre Soleil agonisant tentera, dans une crise formidable, de se rattacher encore à la vie, sonnante ainsi le dernier glas de la mort pour les habitants de notre misérable planète.

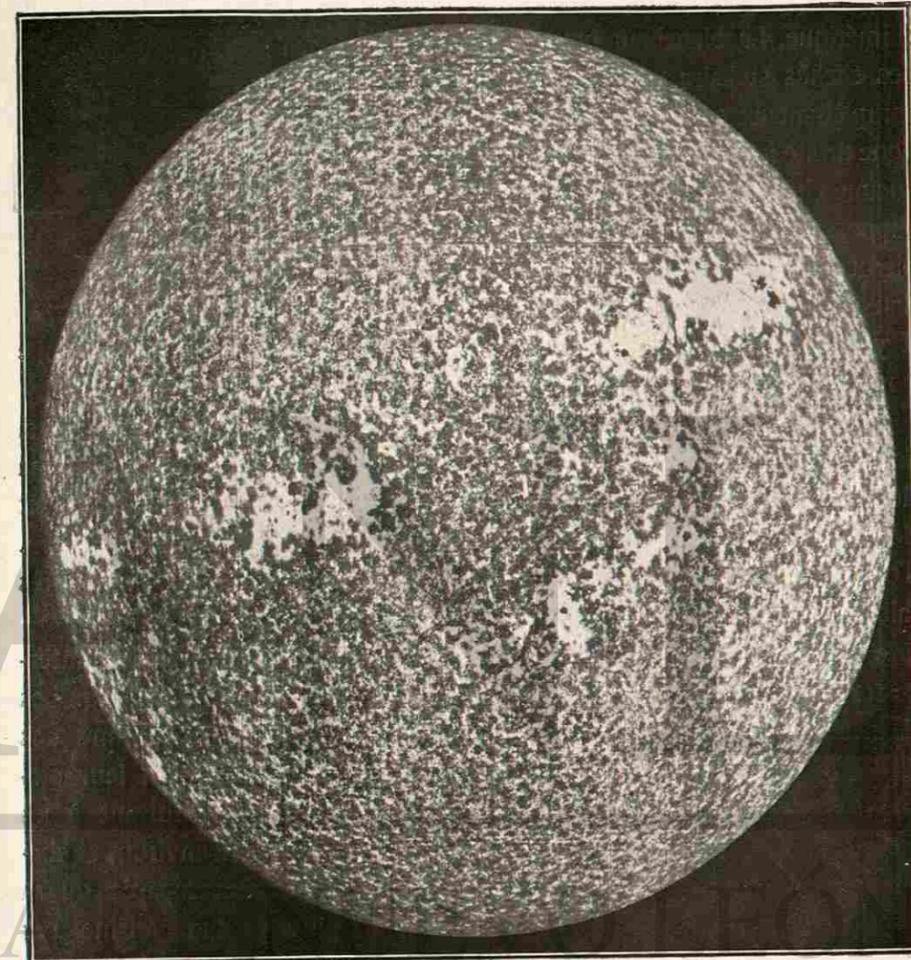
Ce jour-là, les chroniqueurs auront beau jeu, mais personne ne restera pour enregistrer les péripéties de cette fin lamentable de l'homoncule terrestre.

L'apparition d'une étoile temporaire pourrait aussi, nous l'avons vu, se produire d'une autre façon.

Une pluie très dense de météores, due à la rencontre d'un nuage cosmique composé de très petits corpuscules, aurait pour nous les effets les plus désastreux.

Au contact de ces milliards de projectiles, les couches extérieures de l'atmosphère d'hydrogène du Soleil s'échaufferaient alors au point de devenir fortement lumineuses, car chaque corpuscule entrant ajouterait de la chaleur (par suite de la perte d'une partie de son mouvement) à la chaleur déjà laissée par les précédents, sans avoir eu le temps, vu son énorme vitesse, de s'échauffer assez lui-même pour se volatiliser. Cette volatilisation aurait lieu

seulement plus bas dans les couches plus profondes et plus denses, vers la hauteur où commence la photosphère. Là, les corpuscules seraient réduits en vapeurs et poussières; toute leur vitesse aurait été transformée en chaleur dans le trajet, de sorte que brusquement la surface du Soleil se trou-



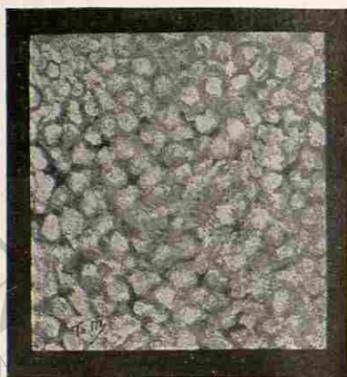
LE SOLEIL PHOTOGRAPHÉ DANS LA RAIE DU CALCIUM
(D'après un cliché de M. HALE.)

verait momentanément portée à une température extrêmement élevée, dont le rayonnement pourrait avoir l'action néfaste pour notre humanité, si déjà elle n'avait été détruite par le bombardement intense résultant de l'entrée de la Terre dans le nuage, et par l'embrassement de l'atmosphère dû au passage des météores.

Reste maintenant l'hypothèse de la rencontre de notre Soleil avec une autre étoile. Mais la distance des astres et les intervalles qui les séparent sont si grands, que l'aventure, au premier abord, semble tout à fait chimérique. La blancheur presque uniforme des clichés stellaires nous trompe en effet complètement; en réalité, un corps lancé en ligne droite à travers l'espace n'aurait presque aucune chance de rencontrer une étoile. En supposant même que les 1 400 millions d'habitants qui peuplent la Terre fussent lancés dans l'espace dans des directions différentes, il y a chance pour qu'aucun ne trouvât jamais sur sa route une étoile pour se reposer.

La distance qui sépare les étoiles entre elles est, en moyenne, aussi considérable que celle qui nous sépare de nos proches voisins. Or, Alpha du Centaure est si éloignée, que la lumière met près de quatre années et demie à nous parvenir; c'est 290 000 fois la distance du Soleil à la Terre. Toutes les autres sont encore plus loin. La densité stellaire est donc très faible.

« Représentons-nous, dit M. Puiseux, l'Univers avec un œil supraterrestre pour lequel un million de kilomètres vaudrait un millimètre. Les



GRANULATION DU SOLEIL
A L'ÉTAT NORMAL

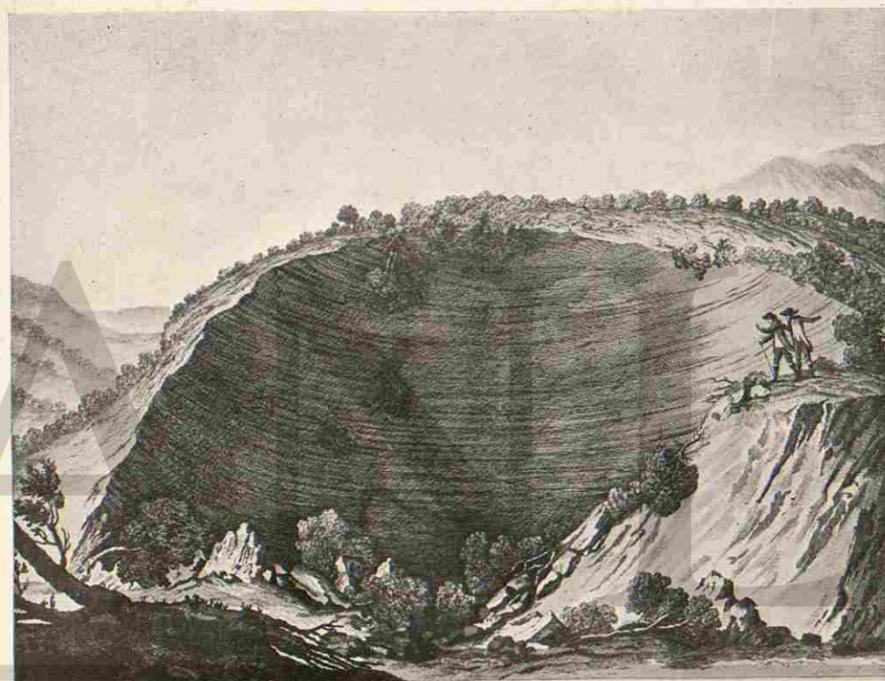
étoiles deviendront des têtes d'épingles, leur diamètre se réduisant à un millimètre environ, et chacune sera séparée de sa plus proche voisine par 100 kilomètres. La matière est aussi rare dans l'ensemble de l'Univers que l'eau le serait sur notre globe, si l'on avait disposé seulement d'un litre pour l'arroser tout entier. Il y a bien de l'apparence que



GRANDE TACHE SOLAIRE DE 83 600 KILOMÈTRES
(29 OCTOBRE 1905, 10 H. 30 MATIN)

le plus habile chimiste ne soupçonnerait pas, dans ces conditions, l'existence de l'eau. Si les étoiles communiquent, si elles ne s'ignorent pas entre elles, c'est que le milieu interposé est d'une transparence merveilleuse. »

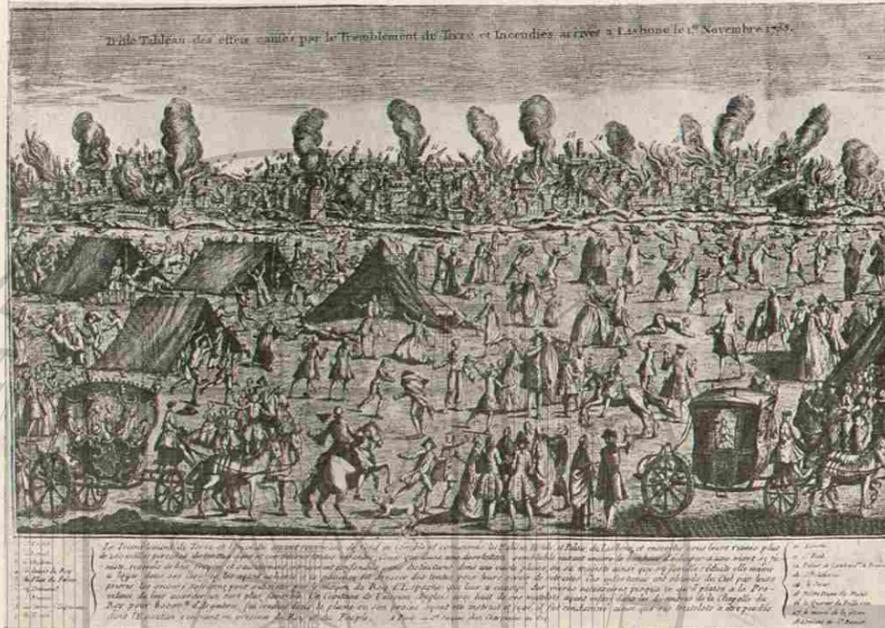
Cependant, nous voyons dans le ciel des groupements d'étoiles où il semblerait que ces astres sont très rapprochés les uns des autres, les Hyades, par exemple, qui forment le bel amas visuel de la tête du Taureau. Mais la détermination de la distance du groupe à la Terre a permis d'en reconstituer la figure et de fixer les distances mutuelles des composantes.



RUINES EN AMPHITHÉÂTRE A OPPIDO DE CALABRE DUES AU TREMBLEMENT DE TERRE DE 1783

On trouve ainsi que la concentration est à peine plus grande dans ce monde lointain que pour les étoiles situées dans notre voisinage immédiat. Les têtes d'épingles que nous considérons tout à l'heure seraient encore séparées par un intervalle moyen de 30 kilomètres.

Ainsi, dans l'espace immense, les intervalles qui séparent les étoiles — ces soleils de l'Univers répandus par millions dans le ciel — sont fantastiques et presque inconcevables pour notre esprit, habitué aux faibles distances terrestres; n'empêche que notre Soleil, aussi bien que ses compagnes les étoiles, ne reste jamais à la même place. Toutes se meuvent sur des



LE TREMBLEMENT DE TERRE DE LISBONNE EN 1755
(D'après une gravure de l'époque.)

trajectoires particulières que les astronomes étudient depuis un demi-siècle, et des rencontres sont possibles bien que très improbables.

Mais souvenons-nous que les étoiles qui étincellent sur la voûte céleste ne sont pas les seuls astres qui peuplent l'immensité des cieux; le spectroscope nous a révélé la présence d'étoiles obscures, de corps noirs, astres éteints depuis des siècles, qui continuent leur voyage à travers les espaces intersidéraux.

Cette notion de Soleils noirs s'impose donc à nous désormais, et nous avons toujours à redouter la rencontre de l'un de ces voyageurs négligents qui marchent peut-être à des vitesses insensées, 50 ou 100 kilomètres à la seconde et même plus, et refusent d'allumer leur phare pour signaler leur passage.

Sans doute, comme pour les étoiles brillantes, de telles rencontres sont improbables, et nous avons beaucoup de chance de marcher pendant longtemps sans rencontrer un astre quelconque, mais vous savez ce que vaut le mot *chance*.

D'habiles mathématiciens nous diront qu'en montant dans un train vous avez une chance seulement contre cent ou deux cent mille d'être tamponné

en cours de route. N'empêche que le fait arrive journallement à des quantités de voyageurs, et qu'un jour ou l'autre ce voyageur peut être *vous*.

Notre Soleil peut donc fort bien rencontrer sur sa route un autre Soleil éteint. Que se passerait-il dans ce cas? Quelles circonstances accompagneraient le phénomène?

C'est un problème de mécanique céleste assez ardu, mais je vais au moins essayer d'en donner une idée à mes lecteurs.

Vous représentez-vous la stupeur des habitants de notre planète le jour où un astronome télégraphierait à Kiel, où l'on centralise toutes les nouvelles astronomiques, une phrase de ce genre reproduite le lendemain par les agences du monde entier: « Aperçu Soleil noir en pleine Voie lactée. Diamètre: une minute treize secondes. Mouvement d'approche très prononcé. »

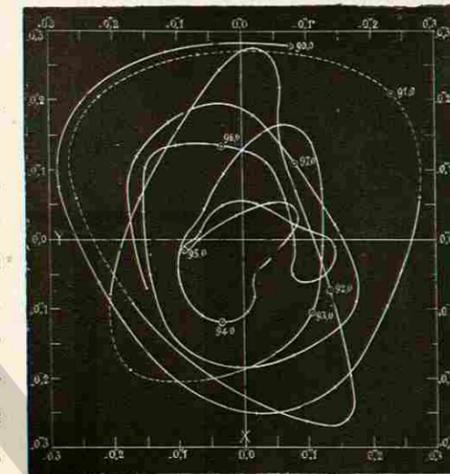
Et les jours suivants, cette autre dépêche: « Soleil noir avance à raison de 200 kilomètres à la seconde. Diamètre: une minute trente-huit secondes. Volume: huit fois celui de notre Soleil. Distance: quarante fois l'intervalle Soleil-Terre. »

Or, pour qui sait calculer, un semblable télégramme nous amènerait immédiatement à conclure que le choc de notre Soleil avec une pareille masse se produirait infailliblement trois cent quarante-quatre jours après la fatale nouvelle.

A partir de ce moment, des phénomènes insolites se succéderaient avec une effrayante rapidité.

Trois mois après l'annonce de cet événement sans précédent dans les annales du genre humain, l'astre noir aurait un diamètre de deux minutes environ, et serait visible à l'œil nu.

Il franchirait la sphère dans laquelle gravite Neptune, et son attraction formidable se ferait sentir sur la masse de toutes les planètes; la vitesse orbitale de la Terre serait modifiée; la ronde des étoiles ne se ferait plus autour des Pôles célestes actuels; nos horloges ne seraient plus en accord

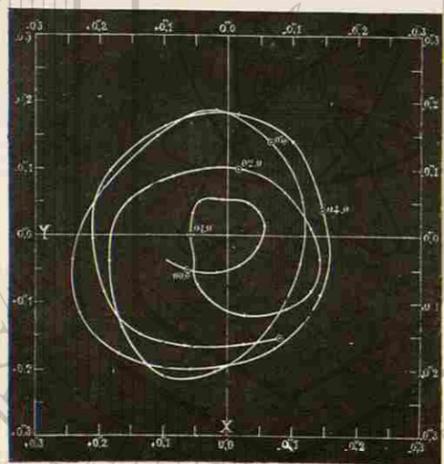


OSCILLATION DU PÔLE TERRESTRE
DE JANVIER 1890 A JUIN 1897

avec le cours du Soleil; les saisons n'arriveraient plus aux époques fixées, et tout calcul astronomique deviendrait impossible.

Quarante-trois jours avant la rencontre, le Soleil noir aurait un diamètre apparent égal au tiers de celui de la lune; il franchirait l'orbite de Jupiter. Déjà notre astre du jour donnerait les signes d'une agitation formidable; de grandes traînées de feu, protubérances gigantesques, s'élanceraient hors de ses enveloppes; la chaleur augmenterait sur la Terre.

Encore un mois d'attente anxieuse. L'humanité ne vit plus, toute sa fièvre intellectuelle s'est tournée vers l'événement attendu. La foule assiège les églises. Seule la pensée de la mort hante les cerveaux.



OSCILLATION DU PÔLE DE JANVIER 1900 A JANVIER 1905, EN RAPPORT AVEC LES PÉRIODES DES TREMBLEMENTS DE TERRE

Sous l'action de l'astre formidable venant à sa rencontre, le Soleil se déforme lentement et reprend l'aspect de fuseau qu'il avait aux premiers âges de notre planète. A sa surface, les explosions se succèdent sans trêve. De cette fournaise renouvelée rayonnent une chaleur et une lumière inconnues des terriens.

Nos jours sont d'une splendeur inaccoutumée. Partout ce n'est que flamboiement. Des sommets aux neiges éternelles descendent des cascades abondantes. L'évaporation des Océans amène une atmosphère hu-

vide et étouffante; des pluies et des inondations continues dévastent d'immenses régions. La lune, affolée dans sa course séculaire, change la marche de son orbite et les heures des marées. Chaque soir, le crépuscule vient sans amener l'obscurité. Les ténèbres se sont à jamais évanouies.

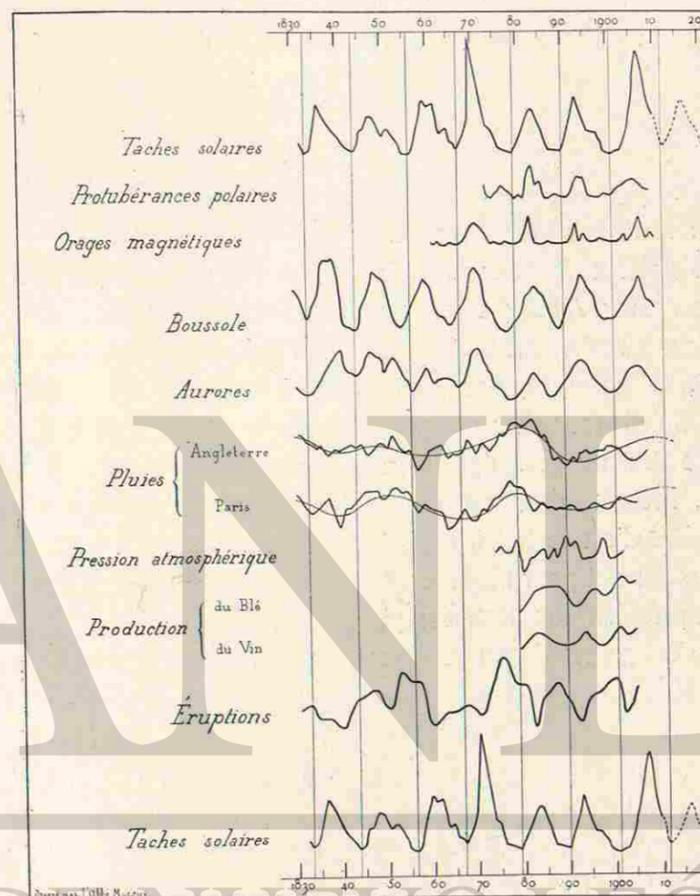
Au-dessus de l'horizon, le grand astre aveugle reflète les rayons du Soleil disparu au couchant. Chaque jour, son disque s'élargit. Bientôt il égale celui de la Lune, à la lueur de laquelle il mêle ses rayons blafards, pour donner aux premières heures nocturnes une magnificence inconnue.

Dans l'abîme céleste, les planètes brillent comme autant de phares géants. Bientôt ces merveilles sont voilées par un lourd écran nuageux où le tonnerre gronde sans relâche!

Encore deux jours!

Le ciel s'est éclairci çà et là. A la lueur des éclairs s'ajoute celle des bolides et des pluies d'étoiles filantes.

La voûte céleste est en feu, d'immenses incendies s'allument à tous les



CONCORDANCE DES PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES SOLAIRES ET DE QUELQUES PHÉNOMÈNES TERRESTRES, MONTRANT L'INFLUENCE DU SOLEIL SUR NOTRE MÉTÉOROLOGIE (Tableau dressé par l'abbé Th. MOREUX.)

coins de l'horizon; les hommes tremblent de frayeur et se rappellent les paroles de l'Apôtre :

« Et tous les hommes seront comme rendant l'âme de frayeur dans l'attente des choses qui vont arriver sur toute la Terre, car les puissances des cieux seront ébranlées. »

Encore un jour! Les astronomes ont calculé à une seconde près le

moment où se heurteront les deux astres ennemis. Une dernière fois, le Soleil déformé s'est abaissé lentement au couchant, recélant en ses flancs gonflés la genèse de la catastrophe.

Tous les yeux humains sont fixés sur l'astre, et les yeux sont fous d'épouvante. Demain c'est le jour fatal; l'effroi est au comble.

Après des siècles se renouvellent les terreurs de l'an mille. Mais, cette fois, aucun doute n'est permis.

Dans les villes, les rues sont remplies d'une foule anxieuse. Affolés, les habitants se ruent vers les faubourgs pour gagner les champs.

La terrible prophétie les accompagne.

D'ailleurs, où vont-ils? Ils ne le savent eux-mêmes. Tout à coup, des hommes s'arrêtent dans leur marche et éclatent d'un rire atroce. La folie gagne les cerveaux. A Paris, l'anxiété est indicible. L'Observatoire est assiégé; on monte sur les toits, sur les édifices. Aux Champs-Élysées, la foule pressée ne peut plus circuler. Pourtant, jamais soir ne fut plus splendide.

Dès le Soleil couché, une grande vague rouge monte à l'Occident, ensanglantant les nuages, épand sa pourpre tragique derrière l'Arc de Triomphe. Bientôt, dans cet embrasement céleste, apparaît un disque d'argent pâle. C'est le Soleil noir, le vagabond des espaces, accouru des profondeurs du ciel pour absorber l'astre radieux qui, depuis des millions de siècles, présidait aux destinées planétaires.

La nuit s'est passée dans une fièvre démente. L'aube revient plus hâtive, et cependant le Soleil, considérablement agrandi, brille avec moins d'éclat. Tout à coup, avant l'heure fixée pour l'effrayant rendez-vous, un frisson de lumière plus ardent parcourt la Terre. Là-haut, près du foyer solaire, un autre foyer se révèle. C'est l'astre éteint qui s'est réveillé.

Sous l'action de notre ancien Soleil, les flancs de l'étoile obscure se sont ouverts, les gaz intérieurs ont explosé violemment. Des éclairs jaillissent, et c'est au milieu d'une lueur effrayante que se produit la collision.

Jamais vision ne fut plus belle ni plus terrible. Sous l'action du choc épouvantable, la matière solaire se disperse en traînées de feu jusqu'à l'orbite de Mercure. Le Soleil noir a éclaté, et maintenant il mêle ses gaz étincelants, ses vapeurs métalliques, ses lueurs incandescentes au fuseau lumineux de notre humble étoile. Deux spirales de feu s'élancent de l'astre revivifié. Dragons fulgurants, ils soudent leurs têtes vers la planète Mercure, qu'ils enlacent de leurs anneaux; leurs longs replis s'agrandissent à vue d'œil; en quatre heures ils ont atteint Vénus, et l'étoile du matin

flambe comme un tison. Le tourbillon incendiaire va-t-il nous atteindre?

Déjà une chaleur torride se répand sur la Terre. Des raz de marée terribles envahissent les continents. Les forêts brûlent, les villes s'effondrent, de longs frémissements sismiques agitent le sol. Des failles s'entr'ouvrent et engloutissent des cités entières; des montagnes glissent et s'écroulent. Tous les volcans éteints se rallument, de nouvelles bouches crachent les matières brûlantes du feu central. Les puys d'Auvergne vomissent des torrents de lave.

La chaleur augmente toujours. L'humanité affolée, errant dans cette fournaise, se réfugie dans les caves, envahit les cavernes, descend dans les mines. Précautions vaines.

De minute en minute la télégraphie sans fil apporte des nouvelles effrayantes. Londres est détruit, Lisbonne, Amsterdam, Bordeaux, New-York, San-Francisco, toute la Côte d'Azur, la Sicile, Naples, le Japon, les Antilles, tous ces pays ont disparu, effondrés, inondés par les eaux envahissantes. Paris résiste encore; les édifices publics: la tour Eiffel, Notre-Dame, le Sacré-Cœur se sont écroulés, le gros des habitations est toujours debout, mais partout des feux s'allument, l'incendie étend ses ravages et fait des milliers de victimes.

L'air se charge d'électricité; de longues étincelles jaillissent des réseaux télégraphiques, le tonnerre gronde, les cyclones parcourent la Terre, tous les éléments sont confondus et déchainés.

De la plate-forme de l'Arc de Triomphe, encore debout, par-dessus le Bois de Boulogne, en partie détruit, une grande ligne blanche apparaît. Bientôt l'œil découvre une nappe liquide. Son front bouillonne comme des brisants.

C'est l'Océan qui a rompu ses digues. Par un phénomène inexplicable, l'axe de la Terre a basculé, et les mers se sont ruées à l'assaut des continents. Les eaux atteignent Saint-Cyr, Saint-Germain, Argenteuil. Bientôt la vague meurtrière envahira Paris, versera son écume sur les toits et ensevelira la première capitale du monde.

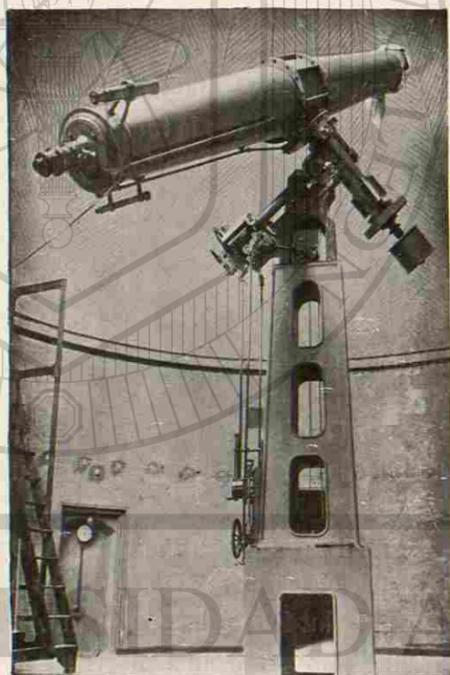
En plein ciel, entre les nuages disloqués, les deux Soleils développent leurs spirales et flamboient toujours. Encore quelques heures, et il n'y aura plus sur la Terre aucun œil humain pour contempler ce terrifiant spectacle, digne des genèses d'autrefois.

La Terre roule autour d'un Soleil nouveau parti des régions de Cassiopée. Nul, dans le ciel sidéral, ne connaissait sa présence. Pour un astronome

habitant le Système de Véga, la disparition de l'humanité passera tout à fait inaperçue.

Mais, sur les registres de ses observations, notre astronome inscrira ce fait inexplicable sans doute :

« Le Soleil, de cinquième grandeur, qui se dirigeait vers nous, vient de subir une augmentation d'éclat; enfin, phénomène étrange, son mouvement propre est changé; l'étoile nouvelle se dirige vers la Croix du Sud. »



LE GRAND ÉQUATORIAL DE L'OBSERVATOIRE DU VATICAN



CONCLUSION

Parvenus au terme de notre longue étape, qu'il nous soit maintenant permis de jeter un regard en arrière pour embrasser d'une vue d'ensemble les contrées parcourues.

Nous avons, en cours de route, pénétré dans tous les domaines de la Science. Tour à tour l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Zoologie, la Géologie nous ont dévoilé une partie des mystères de la nature; toutes ces sciences ont-elles suffi à répondre aux questions formulées dès le début de cet ouvrage?

*D'où venons-nous?
Qui sommes-nous?
Où sommes-nous?
Où allons-nous?*

D'OU VENONS-NOUS?

A cette question qui embrasse les plus graves problèmes que l'homme puisse se poser au sujet de ses origines, quelles ont été les réponses de la Science?

Nous sommes sur la Terre, nous foulons un sol stable en apparence, mais la Géologie nous apprend que cette écorce, solidifiée à l'heure actuelle, a été l'objet de changements et de remaniements incessants.

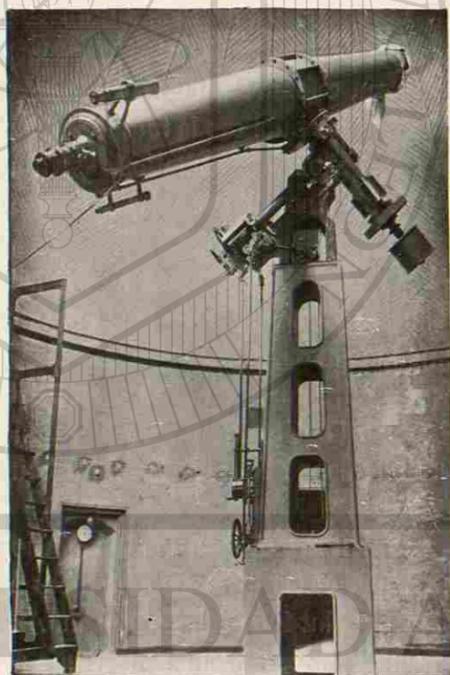
Avant l'homme, les animaux ont peuplé la Terre, les volcans ont vomis les entrailles du globe; de vastes forêts couvraient des continents aujourd'hui disparus, comme cette Atlantide dont parle Platon et que la mer aurait engloutie en quelques heures.

Mais le Temps n'est que la succession d'événements enchaînés; remontons plus haut; qu'était la Terre? Une sphère incandescente où tous les éléments brûlaient confondus; et auparavant, qu'était-elle encore?

habitant le Système de Véga, la disparition de l'humanité passera tout à fait inaperçue.

Mais, sur les registres de ses observations, notre astronome inscrira ce fait inexplicable sans doute :

« Le Soleil, de cinquième grandeur, qui se dirigeait vers nous, vient de subir une augmentation d'éclat; enfin, phénomène étrange, son mouvement propre est changé; l'étoile nouvelle se dirige vers la Croix du Sud. »



LE GRAND ÉQUATORIAL DE L'OBSERVATOIRE DU VATICAN



CONCLUSION

Parvenus au terme de notre longue étape, qu'il nous soit maintenant permis de jeter un regard en arrière pour embrasser d'une vue d'ensemble les contrées parcourues.

Nous avons, en cours de route, pénétré dans tous les domaines de la Science. Tour à tour l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Zoologie, la Géologie nous ont dévoilé une partie des mystères de la nature; toutes ces sciences ont-elles suffi à répondre aux questions formulées dès le début de cet ouvrage?

*D'où venons-nous?
Qui sommes-nous?
Où sommes-nous?
Où allons-nous?*

D'OU VENONS-NOUS?

A cette question qui embrasse les plus graves problèmes que l'homme puisse se poser au sujet de ses origines, quelles ont été les réponses de la Science?

Nous sommes sur la Terre, nous foulons un sol stable en apparence, mais la Géologie nous apprend que cette écorce, solidifiée à l'heure actuelle, a été l'objet de changements et de remaniements incessants.

Avant l'homme, les animaux ont peuplé la Terre, les volcans ont vomis les entrailles du globe; de vastes forêts couvraient des continents aujourd'hui disparus, comme cette Atlantide dont parle Platon et que la mer aurait engloutie en quelques heures.

Mais le Temps n'est que la succession d'événements enchaînés; remontons plus haut; qu'était la Terre? Une sphère incandescente où tous les éléments brûlaient confondus; et auparavant, qu'était-elle encore?

Simple parcelle de la nébuleuse primitive, masse extrêmement raréfiée où déjà l'atome avait sa structure actuelle, forme trop compliquée pour être véritablement originelle.

De cette nébuleuse dont nous voyons des images dans le ciel, notre système solaire est sorti.

Par quelles transformations mystérieuses a-t-il donné naissance aux astres qui le peuplent ? Nous l'avons demandé aux astronomes. La Cosmogonie a essayé de répondre, mais cette science encore neuve n'a fait que balbutier des invraisemblances; les meilleures théories laissent de côté des faits inexplicables; toutes se heurtent aux impénétrables évolutions de la matière, et nous commençons à soupçonner que, dans ce domaine à peine accessible à nos investigations, l'électricité a joué le rôle principal.

Avant cette matière et ces éléments chimiques définis, il y avait quelque chose de plus simple, l'éther, probablement, auquel il faut recourir en dernière analyse; laissons donc les savants rechercher par quelles combinaisons inconnues l'éther s'est condensé, la nébuleuse primordiale a évolué; des siècles encore passeront avant la solution de ces problèmes à peine effleurés, et demandons-nous ce qu'il y avait avant l'éther.

Ce milieu, aussi subtil que nous l'imaginions, c'est encore de la matière contenant en puissance des réserves formidables d'énergie; donc le mouvement existait, et comme mouvement implique succession, comme, d'autre part, nous ne pouvons concevoir une suite infinie de mouvements, il nous faut arriver à un premier terme.

La matière a donc commencé de se mouvoir; qui lui a donné ce premier mouvement ?

Nul être créé, évidemment; et nous voilà logiquement conduits à la notion d'un Créateur tout-puissant, Être suprême, infini et éternel, nécessaire, non soumis aux lois contingentes de l'univers ni à celles de l'espace et du temps.

Voilà ce que nous affirme la Science.

Cette Science qu'on nous présentait comme l'antithèse de nos idées spiritualistes nous a, au contraire, menés directement à Dieu.

Et c'est là, en vérité, son plus beau titre de gloire, car sur le reste elle doit se déclarer impuissante à nous donner des explications.

A un moment, en effet, il s'est passé sur notre globe un fait extraordinaire; brusquement la vie s'est manifestée.

Pourquoi? comment? à la suite de quelles circonstances?

Personne n'en peut donner des raisons scientifiques.

Bien plus, les premiers êtres — des invertébrés dont nous retrouvons la trace — sont déjà parvenus à un haut degré d'organisation: ils sont en tout point comparables à certaines formes vivantes à l'heure actuelle.

Dès lors, que devient cette doctrine qui nous présentait les séries végétales et animales comme une suite de transformations débutant par la forme la plus simple, évoluant peu à peu et donnant naissance enfin, par des adaptations successives, à cette efflorescence prodigieuse des êtres qui ont peuplé la Terre à toutes les périodes géologiques?

Cette conclusion, déjà avancée dans *D'où venons-nous?*, vient de recevoir tout dernièrement une confirmation éclatante par des trouvailles de la plus haute valeur.

Sur les confins de la Colombie britannique, en pleines Montagnes Rocheuses, le géologue Wellcott vient de découvrir un gisement d'âge très ancien, le cambrien moyen: à son grand étonnement, comme à celui de tous les paléontologistes, cette couche contient un nombre inusité de fossiles dans un état de remarquable conservation.

Et quels fossiles! non point des êtres étonnamment simples, comme on aurait pu le supposer *a priori*, mais des crustacés dont on a pu reconnaître les organes internes; et ces animaux sont exactement semblables aux espèces actuellement connues. Même remarque a été faite au sujet de onze genres d'Annélides que renferme le même gisement.

Voilà des analogies inexplicables dans la théorie de l'évolution, telle qu'on l'avait formulée au début.

Il faudrait donc admettre que certains groupes seuls ont évolué, tandis que les autres sont demeurés stables durant toutes les périodes géologiques. Mystères et contradictions sur toute la ligne!

Ce n'est pas tout; dans chacun des grands groupes primitifs découverts, en remontant aux plus lointaines origines, nous retrouvons toujours une grande différenciation de forme, dans une même famille, allée à une similitude complète avec les espèces actuellement existantes.

Or, notons-le bien, nous sommes ici dans l'histoire de notre Terre, à l'époque la plus lointaine où la vie se soit manifestée; les terrains sous-jacents sont complètement impropres à l'existence d'êtres vivants.

Sans doute, on pourrait admettre à la rigueur que les terrains se sont transformés par l'action de la chaleur et des énormes pressions, mais ce serait reculer inutilement la difficulté et tomber dans l'arbitraire.

Aussi, les savants actuels sont-ils arrivés à cette conclusion, qu'il semble

désormais bien difficile d'admettre une création unique et une évolution intégrale.

Voilà donc darwinistes et lamarkistes renvoyés dos à dos.

Ainsi, les découvertes les plus récentes nous conduisent à accepter l'idée d'une origine multiple de la vie.

« Les divers grands groupes pourraient avoir apparu séparément et ne dériveraient pas les uns des autres, disait récemment M. Lemoine; la matière aurait pu s'organiser de diverses façons pour donner naissance aux germes si simples des ancêtres des grands groupes. A partir d'eux et dans chaque groupe, les animaux auraient évolué suivant les lois actuellement admises. »

Que nous sommes loin de la monère primitive et unique, mère de tous les êtres organisés!

Pauvre Transformisme, que te voilà méconnaissable sous les oripeaux successifs dont il a plu à quelques manœuvres de la Science de t'affubler!

En réalité, d'ailleurs, le Transformisme n'existe plus; le mot seul en est conservé: pure question d'amour-propre et d'étiquette.

Et ainsi, peu à peu, après une période de folie, pendant laquelle on accepte les yeux fermés les hypothèses les plus saugrenues et les plus invraisemblables, nos savants sont bien près d'adhérer à ces affirmations de la Genèse touchant la création des êtres vivants. « Et Dieu, répète Moïse à chaque instant, les créa selon leur espèce. »

En fait, cette loi de l'apparition brusque des espèces n'est pas particulière au début de la vie; nous avons montré qu'elle est générale à toutes les époques de l'histoire de la Terre. Nulle part, en effet, nous ne retrouvons une chaîne ininterrompue des êtres permettant de suivre les transformations depuis la simple cellule jusqu'à l'animal le plus perfectionné.

En tout cas, si une certaine chaîne existe, les chaînons en sont nettement séparés; d'où il nous faut conclure que la Création s'est faite suivant un plan défini qui manifeste une fois de plus l'intervention d'une Pensée créatrice.

Dès lors, nous pouvons nous demander quelle place nous occupons dans cet ensemble de créatures qui va, par des gradations savamment mesurées, du végétal le plus humble à l'animal le plus perfectionné.

QUI SOMMES-NOUS?

A cette nouvelle question, la Science nous a nettement répondu: L'homme se trouve en haut de l'échelle des êtres vivants. Par son âme et sa pensée, il

se distingue complètement des créations précédentes; il ne saurait dériver de l'animal, fût-il le plus perfectionné que nous puissions découvrir.

Là encore, si l'hypothèse transformiste avait un fonds de vérité, comment expliquer que nous ne réussissions pas à découvrir ce *préhomme*, cette créature hypothétique tenant le milieu entre l'homme et le singe. Or, il est maintenant manifeste que l'histoire des Pithécantropes, nos ancêtres, n'est qu'un « bluff » de plus à ajouter à tant d'autres. Ce roman, inventé par les savants matérialistes pour ruiner nos croyances, a sombré dans le ridicule et le grotesque depuis les découvertes récentes de la Préhistoire.

Tout ce que nous savons actuellement peut se résumer dans cette affirmation scientifiquement démontrée: L'espèce humaine est essentiellement une, les différentes races n'offrent pas de caractères spécifiquement distincts.

La Science, sur ce point, se rencontre encore avec la Bible pour nous enseigner que l'homme actuel doit descendre d'un couple unique: « D'un seul homme, disait saint Paul aux Athéniens, Dieu a fait sortir tout le genre humain pour peupler la surface de toute la terre. »

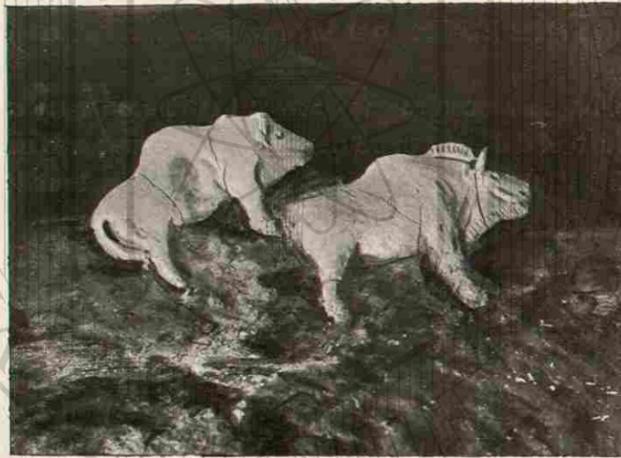
Les différences de milieu, les conditions climatiques, le genre de vie ont pu, sans doute, amener des variations, changer jusqu'à un certain point les caractères du squelette, modifier le corps, en un mot, créer des races, ils sont restés impuissants à changer l'espèce. La Science n'a encore donné aucun argument sérieux qui puisse infirmer notre croyance à un acte spécial de Dieu créant l'Homme dans un état de perfection qu'il n'a pas su conserver.

Cependant, même dans sa déchéance la plus absolue, il a gardé toujours quelques vestiges de son état primitif; il avait, par exemple, le culte des morts: il les ensevelissait avec soin, plaçait près d'eux de la nourriture, des armes, des bijoux préférés. Bien mieux, l'exploration des grottes paléolithiques a montré que l'homme de ces époques reculées possédait un véritable culte extérieur, qu'il se livrait comme les peuples d'aujourd'hui à des cérémonies rituelles; qu'il restait enfin dans son esprit une idée de la divinité, ainsi qu'en témoignent les nombreux vestiges de superstitions relevés sur les parois des rochers et des cavernes.

« Un petit-fils ou un cousin du singe » croyant en Dieu, honorant ses morts, les ensevelissant suivant un rite culturel, leur donnant, pour le grand passage de l'au-delà, les objets nécessaires à leur dernier voyage, en un mot, « un animal sans raison » professant l'immortalité de l'âme, voilà qui

dépasse toute vraisemblance et qui fait tomber dans le ridicule la prétendue science de certains préhistoriens, dont le seul but était de rabaisser l'homme au niveau de la brute et de le rattacher à la bête par une filiation directe. Les peintures relevées dans des grottes nombreuses nous ont appris que les premiers hommes étaient des artistes hors pair; tout récemment, on vient d'en avoir une nouvelle preuve par la découverte, au fond d'une profonde caverne de l'Ariège, de deux statues d'argile, deux bisons, un mâle et une femelle, merveilleusement modelés.

Devant ces découvertes, comment ne pas se défendre d'un sentiment de pitié pour ces pseudo-savants qui, dans le silence de leur cabinet, avaient élaboré tout un échafaudage de théories ridicules tendant à affirmer la bestialité de l'homme primitif, à ruiner nos dogmes et nos croyances, à mener aussi le deuil des doctrines spiritualistes en essayant de supprimer l'abîme qui sépare l'homme de la bête.



STATUETTES DE BISONS D'ARGILE, MODELÉES PAR LES HOMMES PRÉHISTORIQUES ET TROUVÉES DANS UNE CAVERNE DE L'ARIÈGE, EN 1912, PAR LE COMTE BÉGOUEN DE TOULOUSE

Non, ainsi que l'affirme la Bible, l'homme ne dérive pas de l'animal. Son âme a été créée à l'image de Dieu; sans doute, elle informe un corps matériel, mais le souffle divin qui l'anime lui rappelle à chaque instant sa céleste origine: Dieu a posé son empreinte sur sa créature privilégiée. L'homme a pu se dégrader au cours des siècles; mais, aux époques de la barbarie la plus accusée, l'humanité est demeurée intelligente; elle a eu ses croyants, ses artistes, ses peintres, ses sculpteurs. La superstition elle-même affirme à sa manière l'idée primitive de religiosité; c'est l'étincelle qui a continué de briller sous la cendre, c'est le diamant renfermé dans la gangue obscure.

En résumé, ce que la Science nous dit sur nos origines se réduit à fort peu de chose.

L'Univers s'est modifié au cours des âges, voilà ce qu'elle nous apprend. Par quels stades exacts est-il passé? Elle ne saurait nous le dire; les meilleures cosmogonies ne sont qu'hypothèses enfantines vis-à-vis de la réalité.

La Science, toutefois, fixe d'une façon assez précise la succession des terrains sur notre globe; elle nous décrit même les êtres vivants qui l'ont peuplé; mais, sur l'origine de la vie, elle ne nous apprend rien; nos savants actuels sont aussi avancés sur ces questions que l'étaient Démocrite, Epicure et Lucrèce.

Quant à nous dire comment les différentes espèces sont apparues successivement, la Science, après avoir espéré dans le transformisme, commence à comprendre qu'elle est bien loin d'une esquisse de solution.

L'évolutionnisme a été une hypothèse de travail, *hypothesis working*, comme disent les Anglais, et rien de plus. L'idée que le Créateur a opéré suivant un plan défini aurait conduit aux mêmes résultats.

Si maintenant nous passons aux deux autres questions posées à la science humaine, le résultat sera à peu de chose près aussi négatif.

OU SOMMES-NOUS? OU ALLONS-NOUS?

Sans doute, l'Astronomie peut nous dire notre situation relative au milieu de l'Univers visible, mais son impuissance est manifeste quand nous lui demandons des précisions.

Sur les rapports qui existent entre notre système et les étoiles, sur les grands courants stellaires, sur la constitution et l'étendue des nébuleuses, sur la transformation de ces masses lointaines, sur la température et l'âge exacts des soleils de l'espace, sur la forme réelle et l'étendue de la Voie lactée, sur le nombre total des corps célestes, la Science ne saurait actuellement avoir la prétention de nous renseigner d'une façon même approximative.

Encore moins nous dira-t-elle où nous allons.

Tombons-nous en ligne droite, ou bien, par des spires à courbures infiniment faibles, sommes-nous précipités vers les confins de l'Univers pour y aller grossir ces amas d'étoiles évoluant avec une lenteur majestueuse dans l'insondable espace? Voilà ce que nous ignorons encore.

Et cette Terre que nous habitons, va-t-elle mourir de froid, absorber régulièrement son atmosphère, et ainsi menacer l'humanité d'une asphyxie lente qui, peu à peu, rendra impossible l'existence des êtres vivants? Ou bien, dans sa course vertigineuse à travers l'éther glacé, ne va-t-elle pas rencontrer quelque holoïde éteint ou enflammé: comète, planète, soleil noir

ou étincelant ? Et, dans cette hypothèse nouvelle, fournaise ardente, ne dévorera-t-elle pas ses enfants, comme l'antique et fabuleux Jupiter ? Nous l'ignorons encore.

Sur tous ces points, la Science humaine reste muette et ne peut en aucune façon contredire nos croyances religieuses assises sur des bases plus solides, détruire notre foi invincible en Celui qui a daigné parler aux hommes par ses miracles, par sa révélation, par son Evangile.

Arrière donc toute Science humaine qui oublie les paroles du Christ : « Je suis la Voie, la Vérité et la Vie. » (Joan. xiv, 6.)

Je suis la Voie, nous dit-il, et cette voie, je vous l'ai montrée depuis ma naissance jusqu'à la tragédie sublime du Calvaire.

Je suis la Vérité, car je suis le Verbe, c'est-à-dire l'Intelligence infinie, qui était au commencement en Dieu, qui était Dieu lui-même et par qui tout ce qui existe a été créé ; toute science vient donc de Moi et ne peut m'être opposée.

Je suis la Vie, c'est-à-dire la lumière des hommes, celle que tous vous devez suivre ; elle seule vous conduira à ce bonheur que vous cherchez, mais que vous ne sauriez atteindre ici-bas.

Cette vie présente n'est qu'une épreuve ; imitez-moi, laissez dire les hommes, et s'ils vous persécutent, réjouissez-vous, car vous serez abondamment récompensés dans la vie future.

Ecce enim merces vestra copiosa est in caelis. (Matth. v, 12.)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES

les bornes du problème pour nous amener à cette conclusion nécessaire, indiscutable, d'un Dieu éternel et infini.

On lira encore cette admirable page de la naissance de la terre que la comparaison avec le spectacle actuel de Jupiter rend démonstrative. Et l'on admirera cette description fantastique et passionnante de la solidification lente d'un océan de feu.

Les premiers êtres apparaissent au fond des mers siluriennes : les cryptogames commencent à pousser sur les continents émergés. Et, chemin faisant, l'auteur ruine sans effort les trois principes du darwinisme et la thèse du transformisme.

L'étude de la période secondaire est tout aussi curieuse avec sa flore tropicale et sa faune gigantesque. Le diplodocus, le brontosauve, le tricératops, le ptérodactyle se disputent l'empire du monde. Progressivement, la terre prend l'aspect que nous lui connaissons, bouleversée à plusieurs reprises par les invasions glaciaires. L'homme apparaît, et c'est l'occasion pour M. Moreux de donner un résumé remarquable des opinions des géologues.

Et tout naturellement se trouve amenée l'importante question du « Problème de la Vie », la différence profonde entre l'Esprit et la matière, l'impossibilité radicale de passer de l'une à l'autre, du monde inorganique à l'animal, de l'animal à l'homme.

Qui sommes-nous? M. l'abbé Moreux reprend d'ailleurs cette notion capitale dans le second de ses volumes, qui devient ainsi en quelque sorte un prolongement du premier. Il montre le fossé profond qui sépare le singe de l'homme, fossé infranchissable, puisque jamais il n'a été possible de trouver le chaînon intermédiaire. Il narre avec humour, mais avec toute la précision scientifique désirable, l'amusante histoire du *pithecanthropus*, d'ailleurs débaptisé et appelé maintenant plus modestement *Homo javaniensis primigenius*, et la bonne mystification du crâne de Calaveras.

Savez-vous, du reste, d'après la science officielle, quelle est la principale cause de l'inintelligence des singes? C'est leur mâchoire..... Vous ne saisissez probablement pas bien le rapport.....? Oyez ceci. Les muscles masticateurs très développés des singes provoquent le long de leur ligne d'attache des crêtes osseuses puissantes. Ces crêtes se dressent sur les sutures du crâne et s'opposent à sa distension, en même temps que les muscles masticateurs eux-mêmes, en se contractant, compriment énergiquement les os pariétaux. Toute extension de la cavité crânienne, tout développement du cerveau devient dès lors impossible, et c'est pourquoi l'intelligence des singes ne peut se perfectionner, et c'est pourquoi ils deviennent en vieillissant bêtes et méchants.

Vous avez compris, n'est-ce pas? Et quand je vous aurai dit que ces pauvretés se trouvent sous la signature d'un membre de l'Académie des sciences, vous aurez surtout compris combien M. l'abbé Moreux a raison d'écrire ses ouvrages.

Mais revenons à notre étude. On trouve des vestiges nombreux de l'homme dans le Quaternaire. Et c'est une occasion pour l'auteur de décrire la vie de nos ancêtres, d'abord errants, puis vivant dans les cavernes, se fabriquant des outils de plus en plus perfectionnés, dessinant sur les parois des grottes d'intéressantes

reproductions d'animaux, ensevelissant leurs morts suivant des rites funéraires religieux. Il y a loin de cet homme, si primitif qu'il fût, aux singes les plus perfectionnés. L'homme a toujours été dans son essence tel que nous le connaissons : venu de Dieu, il retourne Dieu.

Où sommes-nous ? Dans ce troisième volume, M. Moreux étudie la géographie du ciel. Il montre la terre se balançant dans l'espace, cherchant sans cesse son équilibre et subissant des oscillations au moindre souffle. Il fait une étude fort intéressante, parce que peu connue, des treize mouvements principaux qu'elle présente.

Puis il aborde la description de la « famille solaire ». Une série de tableaux pittoresques, d'une imagination féconde et d'un réalisme troublant, nous montre l'état actuel des différentes planètes qui nous entourent et nous indique les conditions de vie à leur surface. Les méthodes photographiques viennent ensuite à notre aide pour explorer les espaces stellaires et jauger le ciel. Les distances y sont effrayantes, puisque le rayon lumineux qui part de l'étoile polaire mettrait quarante-six ans à nous parvenir.

Le spectroscopie nous permet d'ailleurs de pousser plus loin l'analyse et de présumer l'âge des étoiles. Et, de déduction en déduction, M. Moreux en arrive à nous donner des aperçus fort originaux sur l'unité de la matière, d'où dériveraient tous les corps existants, même les plus simples en apparence.

Ce volume se termine par une étude d'ensemble sur la Voie lactée et sur la structure de l'univers. Un quatrième fascicule doit répondre, ainsi que je l'ai dit, à cette dernière question : « Où allons-nous ?... »

De la *Revue bibliographique belge*, J. VAN DEN GHEYN, S. J., au sujet de : *D'où venons-nous ?* :

On a répété à satiété que la science a fait justice des antiques croyances sur l'origine et les destinées de l'homme. Des âmes simples ont été dupes de ces affirmations, et d'autres ont cherché dans cette assertion l'apaisement de la conscience pour la foi perdue par d'autres causes. Eh bien ! voici un livre de science, de pure, de profonde et sincère science, écrit par un homme dont personne ne récuse la haute autorité et la spéciale compétence, et ce livre démontre qu'aucune donnée scientifique ne contredit les enseignements de la foi. Aussi la portée apologetique du livre de M. l'abbé Moreux est-elle immense. Légitime fierté pour le savant catholique, qui peut hautement revendiquer la vérité de la croyance ; pour tous, paix de l'esprit par cette péremptoire démonstration que les travaux des savants ne portent aucune atteinte au dogme. Telles sont les salutaires impressions qui se dégagent de l'œuvre de M. l'abbé Moreux. Bref, ce livre prendra place dans la bibliothèque de tout homme cultivé. Si quelques-unes des considérations très savantes et très spéciales de l'éminent astronome dépassent un peu les connaissances générales, tous en emporteront la conviction que la science tapageuse qui prétend saper nos croyances a depuis longtemps, quoi qu'on en dise, fait une retentissante faillite.

QUELQUES APPRÉCIATIONS

SUR L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE DE M. L'ABBÉ MOREUX

Nous ne songerons pas à citer ici ni même à rappeler tous les comptes rendus élogieux qui saluèrent l'apparition de chacun des ouvrages de M. l'abbé Moreux : *D'où venons-nous ? Qui sommes-nous ? Où sommes-nous ? Où allons-nous ?* Mentionnons seulement quelques extraits :

De *Romans-revue* (février 1912) :

Le nom de M. l'abbé Moreux est bien connu dans le monde des savants et particulièrement dans celui des astronomes. De nombreux travaux ont consacré sa réputation scientifique : qu'il me suffise de citer parmi les principaux ses recherches sur le problème solaire, sur les taches du Soleil et leurs conséquences météorologiques, sur la planète Mars..... sans parler d'une foule d'observations journalières sur les mondes de l'espace.

L'éminent directeur de l'Observatoire de Bourges a bien voulu sortir de ce domaine exclusivement scientifique, et il a commencé d'entr'ouvrir au grand public les trésors de sa science, accumulés pendant tant d'années. Il a eu l'heureuse pensée d'initier les masses aux mystères de la « Grande Enigme », aux questions angoissantes que soulèvent les problèmes de l'astronomie. La plupart des hommes, en effet, même dans les milieux les plus instruits, vivent sur la terre comme des oiseaux en cage, ignorants pendant toute la durée de leur existence, de ce qu'ils sont, des immensités où ils se trouvent jetés et des grandes lois qui régissent l'univers. « Un enfant qui sort de nos écoles n'en sait pas plus sur le ciel que s'il eût vécu du temps de la Grèce antique.

» Et cependant toutes les acquisitions de l'esprit humain convergent, à l'heure actuelle, vers l'astronomie qui relie toutes les sciences en une grandiose synthèse. »

L'œuvre de M. Moreux est donc utile et bienfaisante : le succès de ses livres montre, du reste, qu'ils répondent à un besoin. Je me souviens de l'enthousiasme que manifestait à leur égard un de mes amis, assez loin par tempérament et par profession des questions scientifiques ; il les dévorait avec passion et ne tarissait point d'éloges. Je les ai, moi aussi, trouvés plus attachants que les meilleurs romans.

Conçus dans une forme très vivante, imagée et démonstrative, appuyés sur une

documentation que l'on sent abondante et forte, écrits dans un style facile, dans une langue agréable et claire, ils constituent une lecture palpitante d'intérêt et pleine de profit. Aucune aridité dans les aperçus scientifiques : ils sont effleurés avec tant d'adresse et résolus avec une si élégante simplicité ! Le souffle vivifiant du Divin anime ces discussions : à chaque page on touche du doigt la nécessité et la réalité d'un Dieu créateur, Architecte tout-puissant de cet univers dont les dimensions nous épouvantent et dont la merveilleuse harmonie nous confond.

Je n'ose qualifier une telle œuvre de vulgarisatrice : le mot me semble insuffisant pour son mérite. Ce serait la rabaisser au niveau de tant d'Astronomies populaires, vraiment par trop vulgaires et par trop indigentes : pauvres de documents, pauvres d'imagination, pauvres d'idées surnaturelles. « Les cieus racontent la gloire de Dieu, et le firmament publie la magnificence de ses œuvres : *Cæli enarrant gloriam Dei.....* »

M. l'abbé Moreux a groupé ses nouvelles publications en deux collections principales..... La première, la plus ancienne, a été éditée à la Bonne Presse; elle comporte actuellement trois volumes sur quatre à paraître.....

Ces éditions sont soignées, la première surtout; une foule de figures, de photographies, de dessins, pour la plupart originaux, illustrent le texte et en rendent la lecture plus agréable. Leur prix vraiment modique en rend la pénétration facile dans tous les milieux.

« A côté des grandes pyramides, les Égyptiens, ces merveilleux savants de l'antiquité, ont élevé un monument presque impérissable : colossale statue que les siècles ont respectée. Le regard tourné vers le désert, de ses yeux perçants la tête interroge l'immensité.

» C'est le sphinx, qui déjà, avant l'aube des temps historiques, posait au ciel les trois énigmes, celles qui seules méritent d'occuper l'homme, ce roseau pensant :

» D'où venons-nous? Où sommes-nous? Où allons-nous? »

D'où venons-nous? M. l'abbé Moreux répond d'abord à la première de ces questions. Il commence par nous situer dans cet univers immense dont les dimensions sont effarantes, comparées à notre petitesse, et dans lequel notre système solaire tout entier tient si peu de place. Puis il aborde le problème de la genèse des mondes.

L'unité de la matière, admise déjà par saint Bonaventure, a été vraiment démontrée en 1908 par Sir Ramsay. L'étude des nébuleuses permet de comprendre la formation de l'univers. L'auteur décrit les principales, insiste sur la forme spiraloïde de certaines d'entre elles en voie de condensation et donne les diverses théories imaginées successivement par les savants. L'hypothèse du colonel de Ligardès paraît la meilleure à M. Moreux, qui la reprend à son tour pour exposer les origines de notre Soleil.

Chapitres remarquables entre tous, que je ne puis malheureusement analyser comme il convient. Avec une logique implacable, l'auteur recule progressivement

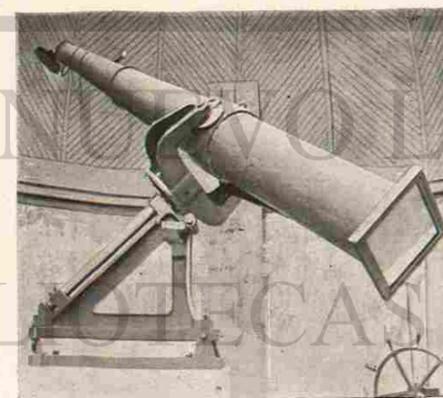
TABLE DES MATIÈRES

OU SOMMES-NOUS?

| | PAGES |
|---|-------|
| CHAPITRE I. — Où sommes-nous?..... | 7 |
| CHAPITRE II. — Notre planète..... | 17 |
| CHAPITRE III. — La famille solaire..... | 29 |
| CHAPITRE IV. — La géographie du ciel..... | 43 |
| CHAPITRE V. — Notre amas stellaire..... | 61 |
| CHAPITRE VI. — Les révélations de la lumière..... | 73 |
| CHAPITRE VII. — L'âge des étoiles..... | 83 |
| CHAPITRE VIII. — La Voie lactée..... | 97 |
| CHAPITRE IX. — La structure de l'Univers..... | 109 |
| CHAPITRE X. — L'Univers est-il infini?..... | 117 |

OU ALLONS-NOUS?

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE I. — La chute des mondes..... | 133 |
| CHAPITRE II. — L'apex solaire..... | 147 |
| CHAPITRE III. — Les courants stellaires..... | 161 |
| CHAPITRE IV. — L'avenir du Soleil..... | 171 |
| CHAPITRE V. — L'avenir de la Terre..... | 181 |
| CHAPITRE VI. — L'agonie de notre planète..... | 203 |
| CHAPITRE VII. — Pouvons-nous rencontrer une planète?..... | 217 |
| CHAPITRE VIII. — Incendies célestes..... | 235 |
| CONCLUSION..... | 251 |



LUNETTE PHOTOGRAPHIQUE

documentation que l'on sent abondante et forte, écrits dans un style facile, dans une langue agréable et claire, ils constituent une lecture palpitante d'intérêt et pleine de profit. Aucune aridité dans les aperçus scientifiques : ils sont effleurés avec tant d'adresse et résolus avec une si élégante simplicité ! Le souffle vivifiant du Divin anime ces discussions : à chaque page on touche du doigt la nécessité et la réalité d'un Dieu créateur, Architecte tout-puissant de cet univers dont les dimensions nous épouvantent et dont la merveilleuse harmonie nous confond.

Je n'ose qualifier une telle œuvre de vulgarisatrice : le mot me semble insuffisant pour son mérite. Ce serait la rabaisser au niveau de tant d'Astronomies populaires, vraiment par trop vulgaires et par trop indigentes : pauvres de documents, pauvres d'imagination, pauvres d'idées surnaturelles. « Les cieux racontent la gloire de Dieu, et le firmament publie la magnificence de ses œuvres : *Cæli enarrant gloriam Dei.....* »

M. l'abbé Moreux a groupé ses nouvelles publications en deux collections principales..... La première, la plus ancienne, a été éditée à la Bonne Presse; elle comporte actuellement trois volumes sur quatre à paraître.....

Ces éditions sont soignées, la première surtout; une foule de figures, de photographies, de dessins, pour la plupart originaux, illustrent le texte et en rendent la lecture plus agréable. Leur prix vraiment modique en rend la pénétration facile dans tous les milieux.

« A côté des grandes pyramides, les Égyptiens, ces merveilleux savants de l'antiquité, ont élevé un monument presque impérissable : colossale statue que les siècles ont respectée. Le regard tourné vers le désert, de ses yeux perçants la tête interroge l'immensité.

» C'est le sphinx, qui déjà, avant l'aube des temps historiques, posait au ciel les trois énigmes, celles qui seules méritent d'occuper l'homme, ce roseau pensant :

» D'où venons-nous? Où sommes-nous? Où allons-nous? »

D'où venons-nous? M. l'abbé Moreux répond d'abord à la première de ces questions. Il commence par nous situer dans cet univers immense dont les dimensions sont effarantes, comparées à notre petitesse, et dans lequel notre système solaire tout entier tient si peu de place. Puis il aborde le problème de la genèse des mondes.

L'unité de la matière, admise déjà par saint Bonaventure, a été vraiment démontrée en 1908 par Sir Ramsay. L'étude des nébuleuses permet de comprendre la formation de l'univers. L'auteur décrit les principales, insiste sur la forme spiraloïde de certaines d'entre elles en voie de condensation et donne les diverses théories imaginées successivement par les savants. L'hypothèse du colonel de Ligardès paraît la meilleure à M. Moreux, qui la reprend à son tour pour exposer les origines de notre Soleil.

Chapitres remarquables entre tous, que je ne puis malheureusement analyser comme il convient. Avec une logique implacable, l'auteur recule progressivement

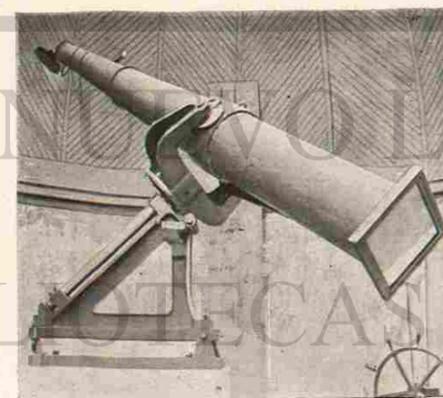
TABLE DES MATIÈRES

OU SOMMES-NOUS?

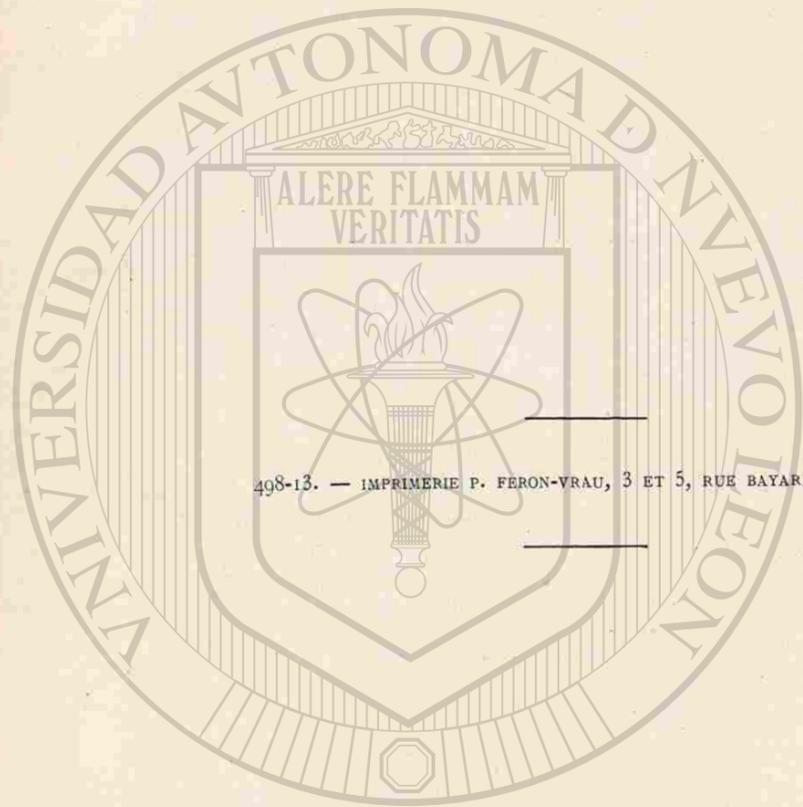
| | PAGES |
|---|-------|
| CHAPITRE I. — Où sommes-nous?..... | 7 |
| CHAPITRE II. — Notre planète..... | 17 |
| CHAPITRE III. — La famille solaire..... | 29 |
| CHAPITRE IV. — La géographie du ciel..... | 43 |
| CHAPITRE V. — Notre amas stellaire..... | 61 |
| CHAPITRE VI. — Les révélations de la lumière..... | 73 |
| CHAPITRE VII. — L'âge des étoiles..... | 83 |
| CHAPITRE VIII. — La Voie lactée..... | 97 |
| CHAPITRE IX. — La structure de l'Univers..... | 109 |
| CHAPITRE X. — L'Univers est-il infini?..... | 117 |

OU ALLONS-NOUS?

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE I. — La chute des mondes..... | 133 |
| CHAPITRE II. — L'apex solaire..... | 147 |
| CHAPITRE III. — Les courants stellaires..... | 161 |
| CHAPITRE IV. — L'avenir du Soleil..... | 171 |
| CHAPITRE V. — L'avenir de la Terre..... | 181 |
| CHAPITRE VI. — L'agonie de notre planète..... | 203 |
| CHAPITRE VII. — Pouvons-nous rencontrer une planète?..... | 217 |
| CHAPITRE VIII. — Incendies célestes..... | 235 |
| CONCLUSION..... | 251 |



LUNETTE PHOTOGRAPHIQUE



498-13. — IMPRIMERIE P. FERON-VRAU, 3 ET 5, RUE BAYARD, PARIS, 8°.

De la *Gazette de France* :

..... L'auteur excelle à rendre accessible au grand public la plus attrayante, mais en même temps la plus difficile des connaissances humaines. Il faut louer le savant prêtre d'abaisser sa haute science au niveau des intelligences de la foule. Grâce à lui, le grand nombre peut se familiariser avec les fascinants problèmes du radieux cosmos. L'abbé Moreux oblige l'homme contemporain à relever la tête vers le ciel :

..... *Cœlumque tueri
Jussit erectos ad sidera tollere vultus.*

C'est bien, en effet, vers les astres, plus haut que les fragiles véhicules de l'aviation, que l'astronomie contraint l'humanité à porter ses regards. Et comme l'on comprend bien ce titre : *Où sommes-nous?* lorsque, en parcourant ces pages rapides, on apprend que notre terre appartient à la famille solaire; qu'elle est elle-même un fragment de l'immense pléiade des mondes en mouvement, évoluant en une portion d'espace que nous ne saurions mesurer, mais dont nous savons qu'il est clos par la giration de cette spire sans bornes dont la Voie lactée semble le cercle enveloppant. Chose étrange! Cette question du mouvement spiraliforme semble hanter de plus en plus les bons esprits, et l'on a, à lire M. l'abbé Moreux, comme une vague précision que l'esprit humain frôle les limites d'une découverte cosmogonique, dont les systèmes de Copernic, de Képler et de Newton n'auront été que les jalons.....

Du *Bulletin des Œuvres et Missions bénédictines au Brésil et au Congo* :

D'où venons-nous? Qui sommes-nous? Les troublantes questions! Toute brochure qui promet d'y répondre a, par avance, notre sympathie et nos attentions. Mais, hélas! dès les premières pages, la désillusion attend d'ordinaire le commun des mortels. Ou bien, la réponse est banale et frelatée, ou bien défense est faite aux profanes d'aller plus avant sur les chemins réservés.

Ici, au contraire, la science reprend des dehors condescendants, elle se fait aimable, elle ne rebute personne. Histoire des mondes et de notre planète, apparition de la vie, descendance de l'homme, prétendus conflits entre science et religion, etc., etc., autant de cénacles dont ces pages nous livrent l'accès. On y pénètre sans le moindre effort, on en revient l'âme indignée contre certains intellectuels qui, exploitant notre bonne foi, avaient osé nous en dire tout ce qui leur plaisait.....

L'illustration est nombreuse, soignée. Comment l'auteur a-t-il pu concilier une telle puissance évocatrice, un tour si alerte, un courant si continu d'animation et de vie, avec tant de données positives qui n'y perdent rien de leur précision? C'est son secret à lui. Félicitons-le d'avoir mis ce secret au service d'une si belle mission.

