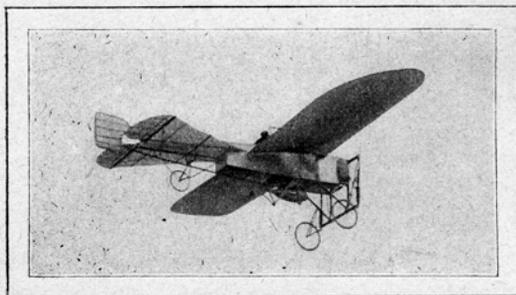


H. POINCARÉ - E. PERRIER - P. PAINLEVÉ

de l'Académie Française et de l'Académie des Sciences

CE QUE DISENT LES CHOSES

110 ILLUSTRATIONS



HACHETTE ET C^{ie}

Les Astres



UN COIN DE CIEL

EN REGARDANT LE CIEL.

Si nous regardons le ciel la nuit, nous y voyons une multitude de petits points brillants que nous nommons étoiles; si nous les examinons de plus près, nous distinguerons qu'elles ne sont pas toutes également lumineuses, qu'il y en a de belles et de petites; nous verrons qu'elles forment des espèces de dessins faciles à reconnaître et que l'on nomme constellations, et si la nuit suivante, plusieurs nuits après, nous regardons de nouveau, nous retrouverons toujours les mêmes dessins. Pour mieux nous en rendre compte, suivons le ciel pendant plusieurs heures de suite, en regardant toutes les dix minutes par exemple, nous verrons ces étoiles se déplacer : celles qui étaient à l'est s'élèveront et se déplaceront du côté de l'ouest; celles qui étaient à l'ouest s'abaisseront et finiront par se coucher derrière l'horizon. Mais dans tout cela nos dessins persistent, tout se passe comme si les étoiles étaient attachées ensemble et les anciens, qui ne savaient pas combien elles sont loin, s'imaginaient que c'étaient comme des espèces de lampes attachées à une grande sphère creuse qui tournait autour de la Terre et qu'ils appelaient la sphère céleste.

Parlons maintenant de la Lune; au premier abord elle se comporte comme les étoiles, elle se lève comme elles à l'est et se couche à l'ouest; mais si on la regarde plusieurs nuits de suite, on voit qu'elle n'est pas toujours à côté des mêmes étoiles, elle se déplace parmi elles; c'est comme si elle rampait sur la sphère céleste, pendant que cette sphère tourne autour de nous.

Le Soleil se lève aussi à l'est et se couche à l'ouest; se déplace-t-il aussi sur la sphère céleste, reste-t-il toujours à côté des mêmes

étoiles? Nous ne pouvons pas le voir directement; nous ne voyons pas les étoiles qui sont à côté de lui, puisque les étoiles semblent s'éteindre quand le Soleil paraît, non qu'elles s'éteignent réellement, mais parce que leur lumière est trop faible pour lutter contre celle du Soleil. Mais nous pouvons au moins voir les étoiles à côté desquelles le Soleil n'est pas. Les étoiles qui seront à minuit là où le Soleil est à midi, seront celles qui sont à l'opposé du Soleil. Eh bien! regardons le ciel le 1^{er} janvier à minuit, nous verrons certaines constellations, certains dessins d'étoiles; le 1^{er} février à minuit, nous ne verrons plus les mêmes constellations ou, du moins, elles ne seront plus à la même place, les unes seront plus haut dans le ciel, les autres plus bas. C'est à onze heures qu'il aurait fallu regarder pour retrouver le même aspect que le 1^{er} janvier à minuit.

C'est la preuve que le Soleil se déplace sur la sphère céleste, lui aussi rampe sur la sphère céleste pendant que celle-ci tourne autour de nous; et il rampe dans le sens contraire à celui dans lequel la sphère tourne; il se trouve donc toujours en retard sur les étoiles; de sorte que dans un an, il ne se lève que 365 fois tandis que chaque étoile se lève 366 fois.

La Lune et le Soleil ne sont pas les seuls astres qui se déplacent ainsi parmi les étoiles. Si on regarde bien le ciel étoilé, on distingue des points lumineux qui ressemblent aux étoiles au premier abord, mais qui ne scintillent pas comme elles, qui n'ont pas ce tremblement caractéristique que vous connaissez bien : ce sont les planètes; elles se promènent parmi les constellations, et leur course a d'abord paru plus compliquée que celles de la Lune et du Soleil.

Ce que disent les Choses

Parmi elles, il y en a de très brillantes : Vénus, qui ne s'écarte jamais beaucoup du Soleil, qui tantôt se couche un peu après lui et s'appelle alors l'Étoile du Soir, tantôt se lève un peu avant lui et est nommée l'Étoile du Matin. Il y a aussi Jupiter qui surpasse en éclat toutes les étoiles, et Mars, dont la couleur est rougeâtre.

LA RÉALITÉ ET L'APPARENCE. Quand deux trains sont arrêtés dans une gare et que celui où on se trouve se met doucement en marche, on est quelque temps à se demander si on s'est mis soi-même en route, ou si c'est l'autre train qui est parti en sens contraire. Quand on est sur un bateau, entraîné sans secousses, on a parfois l'illusion que l'on est immobile et que ce sont les rives qui se déplacent lentement. Il peut en être de même ici ; quand la voûte céleste nous paraît tourner autour de nous, est-ce elle qui se déplace réellement, ou bien est-elle fixe et est-ce nous qui tournons ?



La réponse ne saurait être douteuse. Les étoiles sont à des distances énormes ; si elles ne sont pas attachées ensemble, elles ne sauraient bouger sans que les dessins qu'elles forment se brouillent ; si elles sont attachées ensemble, combien devra être immense la sphère sur laquelle elles seront clouées ; et cette lourde machine devrait tourner assez vite pour faire en 24 heures un tour énorme que la lumière, qui pourtant fait 300 000 kilomètres par seconde, mettrait plusieurs années à accomplir.

Cette raison, qui est péremptoire, n'est pas unique. Pour expliquer les mouvements des planètes dans l'hypothèse de l'immobilité de la Terre, Ptolémée était obligé de recourir aux suppositions les plus compliquées. Chaque planète décrivait un cercle autour d'un point invisible qui lui-même tournait ; et par un singulier hasard pour toutes les planètes sans exception, une de ces révolutions s'accomplissait précisément en un an. Il n'y a pas de hasard ; toutes les fois que dans une théorie scientifique on est

obligé d'invoquer le hasard, c'est qu'on se trompe. Copernic au contraire expliquait tout de la façon la plus simple : la Terre tourne sur elle-même, 366 fois par an ; et c'est pour cela que les étoiles qui sont immobiles nous paraissent se lever 366 fois par an. De plus la Terre tourne autour du Soleil en un an, et c'est pour cela que le Soleil nous paraît se déplacer sur la sphère céleste. Les planètes tournent autour du Soleil comme la Terre et cela suffit pour expliquer leurs mouvements en apparence capricieux. Un seul des mouvements apparents est réel, la Lune tourne réellement autour de la Terre ; c'est elle en effet qui est la plus petite.

LES DISTANCES DES ASTRES. J'ai dit que les étoiles étaient tellement loin que les idées des anciens doivent être regardées comme absurdes ; mais, me dira-t-on, comment a-t-on pu savoir à quelles distances sont les étoiles ou les planètes ? C'est ce qu'il me reste à expliquer. Imaginons que nous voyagions en chemin de fer ; nous apercevons un village qui est très loin et un arbre beaucoup plus rapproché, mais cet arbre cache la première maison du village. Le train avançant, notre arbre paraîtra marcher devant le village, de sorte que finalement ce ne sera plus la première, mais la dernière maison

DISTANCE DE LA TERRE

450 FOIS LA DISTANCE

du village que l'arbre cachera. Et cela se fera d'autant plus vite que l'arbre sera plus près. C'est là un moyen de connaître la distance de l'arbre. Eh bien ! nous opérons de même avec les astres. Supposons que deux observateurs, placés l'un en Europe, l'autre en Amérique, regardent la Lune en même temps ; ils ne la verront pas à côté des mêmes étoiles. La Lune joue le rôle de notre arbre, les étoiles celles du village éloigné ; seulement pour qu'on voie un déplacement sensible, il ne suffit pas du chemin que fait un train en quelques minutes, il faut aller d'Europe en Amérique. Pour les planètes et pour le Soleil, on peut opérer à peu près de même.

Mais les étoiles sont beaucoup trop loin, si même nous ne parlons que des plus rapprochées. Pour elles il faut faire beaucoup plus de chemin encore, et la Terre n'est pas assez grande. Heureusement la Terre n'est pas immobile, je vous ai dit qu'elle tourne autour du Soleil. Au bout de six mois, elle se sera déplacée de 300 millions de kilomètres. Et cependant les étoiles auront à peine bougé ; la masse des étoiles les plus éloignées, les plus petites, joueront le rôle du village ; quelques-unes seulement, généralement les plus brillantes, et par conséquent les plus rapprochées, auront joué le rôle de l'arbre et auront subi un petit déplace-

ment, tellement faible que, même avec nos moyens les plus précis d'investigation, il reste souvent douteux.

IMMENSITÉ DU MONDE. L'impression qui ressort pour nous du spectacle du ciel étoilé est double : nous sommes frappés, d'une part, de l'immensité des espaces célestes, et, d'autre part, de la régularité des mouvements des astres. Cette immensité est telle que l'imagination pour se la représenter doit pour ainsi dire s'y reprendre à plusieurs fois.

Vous savez combien la Terre est grande et qu'il faudrait cinquante jours pour en faire le tour sans s'arrêter une minute et avec les trains les plus rapides et les meilleurs bateaux. Eh bien ! imaginons un géant tellement grand que la Terre ne lui apparaisse que comme un petit pois ; le Soleil sera alors comme une grosse citrouille, une énorme citrouille ; les autres planètes seront de taille diverse ; celles qui sont le plus près du Soleil seront à peu près comme la Terre ; mais il y en aura quatre, plus éloignées du Soleil, qui seront un peu plus grandes ; la plus grosse, Jupiter, sera à peu près comme une pomme.

Quant à la Lune, ce sera comme un petit grain de riz qui décrira autour de la Terre un petit cercle deux fois comme la main ; la Terre

parcourir. Un train express, faisant du 100 à l'heure, mettrait 150 ans pour aller au Soleil ; pour les étoiles il faudrait choisir des véhicules plus rapides. Voilà la lumière, elle parcourt 300000 kilomètres par seconde, elle vient du Soleil en 8 minutes ; il lui faudra 3 ans pour venir de l'étoile la plus rapprochée ; et parmi les étoiles que nous pouvons voir avec le télescope, il y en a certainement — et c'est la plupart — d'où la lumière qui nous en arrive est en route depuis plus de 1000 ans.

RÉGULARITÉ DU MONDE. Un autre sujet d'étonnement est la régularité avec laquelle

tous ces astres suivent leurs orbites ; elles ne s'écartent jamais de la route prescrite ; pour les premiers bergers chaldéens, leurs mouvements pouvaient paraître capricieux ; on est parvenu à les démêler et on a vu que les planètes sont soumises à des lois inflexibles. Cela nous montre qu'il doit en être de même pour le reste du monde. La pluie et le beau temps par exemple nous semblent se succéder comme par hasard ; c'est que nous n'avons pas encore réussi à en débrouiller les lois, mais nous sommes sûrs que ces lois existent, et le jour où on les aura reconnues, on prédira les orages avec une absolue certitude comme les éclipses aujourd'hui.

A LA LUNE : 400.000 KILOMÈTRES
DE PARIS A MARSEILLE



sera à cent pas environ du Soleil ; mais il y aura des planètes qui feront un tour beaucoup plus grand et qui décriront un cercle de plusieurs kilomètres de long. Et les étoiles, où seraient-elles ? Si nous voulions les représenter à notre échelle, la Terre ne serait pas assez grande ; la plus rapprochée serait deux fois plus loin que nous ne le sommes de la Nouvelle-Zélande et la plupart serait cent fois plus loin encore.

Pour nous faire une idée du monde stellaire, il faut imaginer un second géant auprès duquel le premier ne serait qu'un nain. Pour lui, le rayon de l'orbite terrestre qui pour le premier géant semblait d'une centaine de pas, n'aura plus, par exemple, qu'un millimètre ; le Soleil et *a fortiori* la Terre et les planètes ne seront plus que des points imperceptibles. Le système solaire, composé du Soleil et de toutes les planètes, qui pour le premier géant s'étendait sur quelques kilomètres, va tenir dans le creux de la main. Imaginons maintenant des centaines de millions de systèmes semblables disséminés sur un espace grand comme la France, avec beaucoup de vides, puisque ces systèmes grands comme la main sont séparés les uns des autres par des centaines de mètres. Et voilà l'univers stellaire !

On peut également se faire une idée de ces distances par le temps qu'il faudrait pour les

LES PLANÈTES. Les planètes ressemblent à la Terre, mais nous ne savons pas si elles sont habitées ; pour la Lune nous savons qu'elle ne l'est pas ; elle n'a pas d'atmosphère et on n'y pourrait respirer ; il n'y a pas non plus d'eau ; rien que des roches nues, de grandes montagnes d'origine volcanique, et qui ont souvent une forme toute particulière ; une espèce de grand mur circulaire et au milieu un trou profond. Mars au contraire paraît propre à la vie ; il y a de l'air, il y a de l'eau, il y a même de la neige que l'on voit s'étendre l'hiver et fondre l'été ; c'est sans doute un pays plat, souvent inondé, avec un ciel presque toujours clair ; on a prétendu y voir des canaux creusés de main d'homme, mais on n'est pas forcé de le croire. Dans Vénus et Jupiter on ne voit guère que des nuages ; s'il y a des habitants, ils ne doivent pas pouvoir faire d'astronomie.

Celles-là ce sont les grosses planètes, mais il y en a des quantités de petites à peine grandes comme le département de la Seine ; on en connaît maintenant plus de 500 tandis qu'il n'y en a que 8 grosses.

LES ÉTOILES. Chaque étoile est un Soleil, autour duquel tournent sans doute des planètes semblables à notre Terre et peut-être habitées. Tous ces systèmes ne sont pas tout à

fait pareils au nôtre; le nôtre ne se compose que d'un gros Soleil et de quelques planètes, incomparablement plus petites. Beaucoup de ces systèmes ont deux Soleils; pour les habitants de leurs planètes, il y a donc quelquefois deux Soleils à la fois sur l'horizon, ou bien à d'autres époques l'un se lève au moment où l'autre se couche, de sorte qu'il fait constamment jour. Sans compter que souvent ces deux Soleils ne sont pas de la même couleur, de sorte qu'il y a des heures où ces gens-là voient tout en rose et d'autres où ils voient tout en bleu.

Et il y a aussi des systèmes où il y a une planète énorme; peut-être est-ce un Soleil, mais alors il est bien moins brillant que celui autour duquel il tourne, de sorte que sur lui il se détache en noir. Comment le savons-nous? C'est que nous voyons de temps en temps l'étoile s'éteindre à demi, comme si elle était éclipsée par un corps obscur.

LA VOIE LACTÉE. Quand il fait beau, on voit le ciel traversé par une sorte d'écharpe d'un blanc laiteux, qui fait comme un nuage resplendissant. C'est ce qu'on appelle la voie lactée. Ce n'est pas un nuage, puisqu'on le retrouve tous les soirs à la même place et qu'il semble tourner avec la sphère céleste et les étoiles qui y paraissent attachées. En réalité ce sont encore des étoiles. Elles sont tellement loin que chacune d'elles serait invisible à l'œil nu et si nous voyons quelque chose c'est qu'il y en a beaucoup à côté les unes des autres. Elles sont en réalité très loin l'une de l'autre, comme nous le sommes des étoiles les plus voisines, mais elles nous paraissent très serrées parce qu'elles sont très loin et que les intervalles qui les séparent nous semblent en conséquence très petits. En réalité, c'est un amas d'étoiles dont nous faisons nous-mêmes partie; nous sommes bien au milieu, puisque l'écharpe fait tout le tour du ciel.

Et non seulement notre Soleil fait partie de la voie lactée, mais il en est de même de toutes les étoiles que nous voyons à l'œil nu; si elles nous paraissent s'en séparer, c'est parce que plus les étoiles de la voie lactée sont voisines de nous, moins elles nous semblent serrées.

On voit au télescope de petites taches dont l'aspect rap-

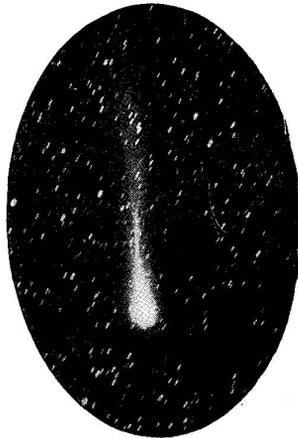
pelle celui de la voie lactée, mais beaucoup moins étendues. Ce sont les nébuleuses. Les unes sont aussi formées d'étoiles pour nous confondues en une sorte de nuage; ce sont d'autres voies lactées, peut-être aussi grandes que la nôtre, mais séparées de nous par des distances si formidables qu'elles nous paraissent toutes petites. Les autres sont d'une nature toute différente; ce sont d'énormes masses de gaz, grosses comme des millions de Soleils; peut-être pas très chaudes, mais devenues vaguement lumineuses pour une raison inconnue.

LES ÉTOILES FILANTES. Vous avez remarqué les étoiles filantes; en voyant avec quelle rapidité elles traversent le ciel, vous devinez qu'elles ne sont pas très loin; quand nous les voyons, elles sont aux limites de notre atmosphère, à une centaine de kilomètres; elles sont donc toutes petites, les plus grosses sont comme des pierres qui parviennent quelquefois jusqu'à la surface de la Terre, qui sont littéralement tombées du ciel et que l'on ramasse pour les mettre dans les collections. Cela ne veut pas dire qu'elles ne viennent pas de loin; elles viennent des limites de notre système solaire, peut-être de plus loin; ce sont comme de petites planètes de poche.

LES COMÈTES. Je parlerai en terminant de ces astres qui apparaissent de temps en temps et qui sont remarquables par leurs queues. Il en vient plusieurs chaque année, mais la plupart ne peuvent être vues qu'au télescope. Elles tournent autour du Soleil, mais elles ne décrivent pas autour de lui une espèce

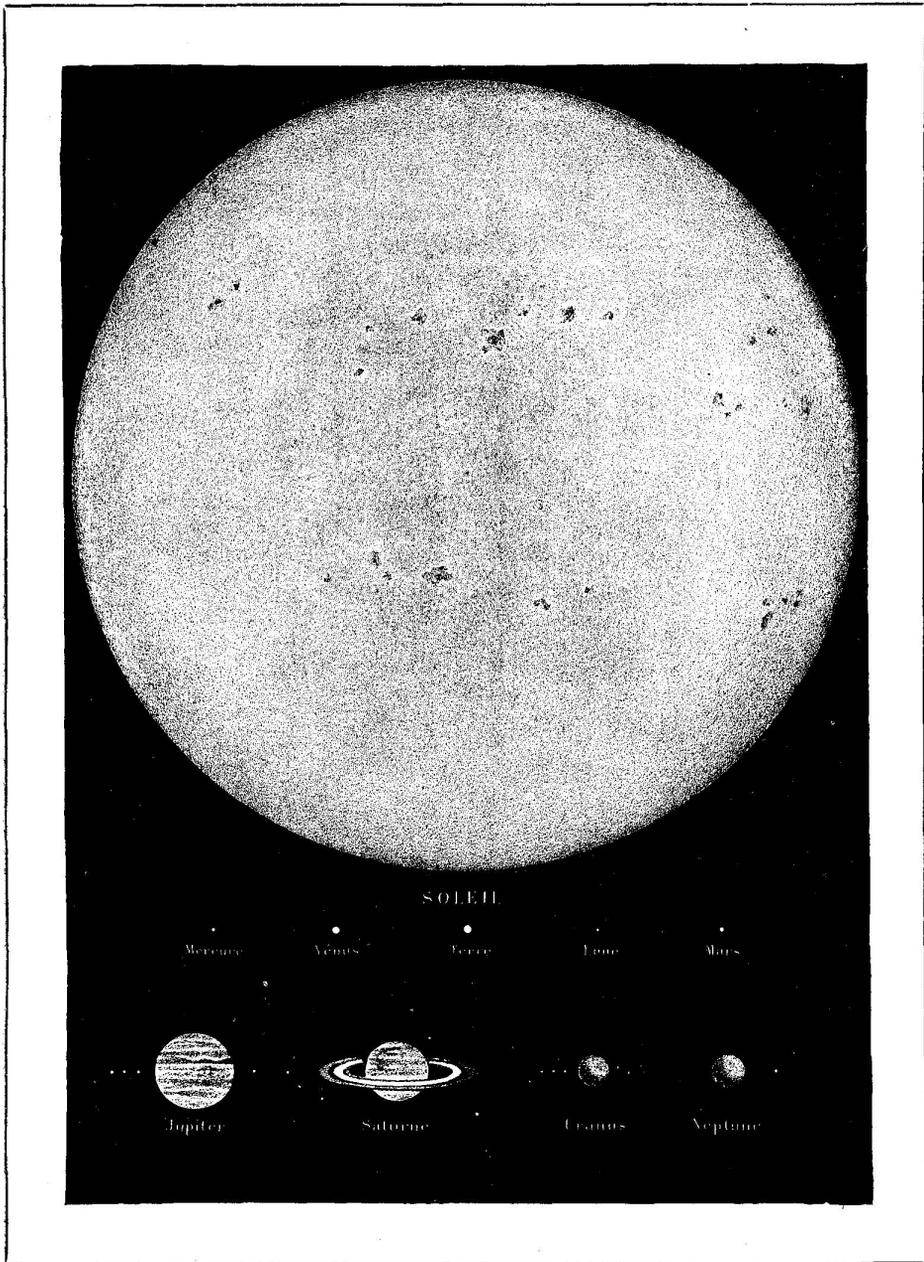
de cercle, au contraire il y a des moments où elles s'en éloignent beaucoup et d'autres où elles s'en rapprochent: c'est alors que nous les voyons. Ce sont des astres bien légers, tout en apparence, et qui ne troublent guère les planètes. La matière de leur queue est plus ténue encore et nous pourrions la traverser sans nous en apercevoir. Tout ce que nous savons d'elles, c'est que quand elles sont vieilles, elles disparaissent et sont remplacées par des essaims d'étoiles filantes.

UNE COMÈTE



HENRI POINCARÉ.





DIMENSIONS COMPARÉES DU SOLEIL ET DE QUELQUES PLANÈTES.