

Notes de lecture 10

octobre 2011

Les « Notes de lecture » sont une publication apériodique.

La Terre, des mythes au savoir

Hubert Krivine

Ed. Cassini

296 pages, 26 €

(notes de lecture de J-P Allétru)

La Terre a 4,5 milliards d'années. La Terre tourne sur elle-même, et tourne autour du Soleil. Nous le croyons, ou nous le savons ? Nous le savons, nous dit Hubert Krivine.

En ce XXI^e siècle, qui voit une croissance inattendue de l'emprise du religieux et de l'irrationnel, Hubert Krivine a choisi les exemples de l'âge de la Terre, et de son mouvement, pour montrer avec quels tâtonnements, et en surmontant quelles résistances, la connaissance scientifique s'est construite, au fil des siècles. En quoi la science se distingue-t-elle d'une croyance ?

Ces notes de lecture reprennent de façon très résumée le fil conducteur. Les lecteurs intéressés par ces quelques notes liront, comme moi, l'ouvrage d'Hubert Krivine avec le plus grand intérêt.

Le livre comporte la présentation des calculs, mais ceux-ci sont reportés dans des annexes, et on peut, même si on ne les lit pas, suivre les différentes étapes de la construction scientifique.

L'âge de la Terre.

Aristote (- 384, -322) pensait que la Terre avait toujours existé.

Pendant des siècles, ce fut le récit de la Bible (ou du Coran) qui s'imposa : la Terre s'est séparée du ciel, l'Homme est apparu, il y eut un Déluge déclenché par les dieux pour punir l'humanité, un homme en réchappa, ayant pu construire une arche pour sa famille et les animaux (ces mythes étaient déjà présents dans les tablettes babyloniennes du XIII^e siècle avant J-C).

C'est ainsi, en s'appuyant sur la chronologie détaillée des premières générations donnée par la Bible, considérée comme un livre d'histoire, que Kepler (1596), puis Newton un siècle plus tard, situent la naissance du monde à près de 4000 ans avant J-C.

Il y eut cependant quelques interrogations : ni les Chinois (qui tenaient pourtant une chronologie détaillée de leurs dynasties) ni les Egyptiens (déchiffrés par Champollion) ne faisaient mention du Déluge...

A partir du XVIII^e siècle, plusieurs savants ont des doutes, et leurs raisonnements les amènent à un âge de la Terre bien supérieur aux quelque 6000 ans auxquels conduisait une lecture trop littérale de la Bible : les temps de stratification et d'érosion, nécessairement très longs, le temps nécessaire pour refroidir une boule métallique, le temps de rassembler dans les océans la quantité de sel qui s'y trouve...

Kelvin donne une fourchette de 20 à 400 millions d'années (1862), puis la réduit à 20 à 40 millions d'années (1897).

Charles Darwin, comme paléontologue, considère que cette fourchette de Kelvin est beaucoup trop courte (mais ne se hasarde pas à donner une autre estimation).

Kelvin a incarné la démarche scientifique, ce qui ne l'a pas empêché de se tromper. Comme il ne s'appuyait pas sur des vérités révélées, donc « indiscutables », mais sur des hypothèses vérifiables (et qu'il pensait à tort vérifiées), la contestation et donc le progrès étaient possibles.

Ce fut la découverte de la radioactivité qui permit de donner un âge à la Terre.

Pierre et Marie Curie découvrent un nouvel élément, le radium, radioactif. Rutherford et Soddy montrent que le temps qu'il faut pour que l'activité (le nombre de désintégrations par unité de temps) d'un élément radioactif diminue de moitié est une constante, spécifique de cet élément. Dès 1907, on comprend que la limite d'âge imposée par Kelvin doit être abandonnée.

Avec les progrès de la compréhension de l'atome, et des chaînes de désintégration, on estime aujourd'hui que la Terre est âgée de 4,55 milliards d'années, à 50 millions d'années près. Toutes les démarches (astronomique, géologique, physique, biologique) sont accordées.

Le mouvement de la Terre

Toutes les civilisations ont étudié les mouvements du ciel, pour des raisons pratiques (établissement des calendriers nécessaires à l'agriculture, orientation pour la navigation) mais aussi pour des prévisions astrologiques. De l'Antiquité à la renaissance, l'astrologie était une importante application pratique de l'astronomie. Copernic, Tycho Brahe et Kepler y croyaient (mais pas Newton, ni aucun scientifique depuis lors).

En examinant le ciel à intervalle de quelques heures, on observe que l'ensemble des étoiles, tout en gardant des positions relatives fixes, a effectué un mouvement de rotation autour d'un axe qui passe très près de l'étoile polaire.

En un lieu et à une heure donnée, les constellations visibles la nuit changent de position au cours de l'année. L'année est définie comme l'intervalle de temps qui sépare deux positions identiques des constellations dans le ciel.

Lorsqu'on voit la pleine lune, c'est que le soleil est dans la direction opposée. C'est à partir de cette idée que, de pleine lune en pleine lune, les Anciens ont pu constater que le Soleil décrit sur le fond d'étoiles, vers l'Est, une trajectoire plane quasi circulaire (appelée écliptique).

Outre le Soleil et la Lune, cinq objets visibles à l'œil nu se distinguent des étoiles fixes : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. En plus de leur mouvement diurne, ces planètes (en grec, « astres errants ») se déplacent, par rapport aux étoiles fixes, comme le Soleil, c'est-à-dire vers l'est, et en gros sur la même ligne, l'écliptique. Mais leur mouvement présente des irrégularités. De temps en temps, elles ralentissent leur marche vers l'est, s'arrêtent, puis repartent vers l'ouest, avant de s'arrêter à nouveau et de repartir vers l'est : c'est ce qu'on appelle le mouvement rétrograde des planètes. Bien décrire ces mouvements irréguliers a été un des grands défis de l'astronomie ancienne.

Les Babyloniens (à partir du II^e millénaire avant J-C) commencèrent à enregistrer, sur des tablettes d'argile, les positions de la Lune et du Soleil par rapport aux constellations. Ils remarquèrent que l'angle Terre-planète, Terre-Soleil, variait peu, dans le cas de Mercure et Vénus, tandis qu'il allait de 0° à 180° dans le cas de Mars, Jupiter et Saturne. Ils savaient prévoir les éclipses de Lune. Pendant les trois derniers siècles avant J-C, les Babyloniens élaborèrent des théories du mouvement de la Lune et des planètes d'aussi bonne qualité, avec une approche toute différente, que celle de leurs collègues grecs.

Les Chinois s'intéressèrent aux comètes, observent, 15 siècles avant Galilée, les taches solaires. L'astronome indien Aryabhata proposa un modèle de rotation diurne de la Terre (476-550).

Mais on doit aux savants grecs, et à eux seulement, l'idée d'insérer ces études dans un cadre **géométrique**. Cet acte intellectuel est d'une audace proprement démesurée : l'invention d'une géométrie céleste, qui projette au ciel les instruments conceptuels, droites, cercles, parallèles, proportions, inventés pour mesurer les surfaces des champs !

L'école de Pythagore (-570, -480) décompose le mouvement du soleil en un mouvement de rotation diurne d'est en ouest, et un mouvement annuel en sens inverse (et par ailleurs émet l'hypothèse de la rotondité de la Terre).

Platon (-427, -348) représente l'Univers comme un ensemble de sphères ayant un même centre. La plus centrale, immobile, est la Terre. La plus externe porte les étoiles fixes. Elle tourne sur elle-même d'est en ouest, ce qui explique leur mouvement diurne. Les autres sphères sont occupées par Saturne, Jupiter, Mars, Mercure, Vénus, le Soleil et la Lune, dans l'ordre des rayons décroissants. Elles tournent avec des vitesses différentes.

Pour Aristote (-384, -322), le cercle représente la perfection. A sa suite, tous les astronomes tentent de représenter les trajectoires des astres comme des compositions de mouvements circulaires. Cette contrainte acquiert le statut d'outil théorique. Elle fut acceptée pendant 20 siècles. Elle ne sera pas abolie par Copernic, ni même par Galilée.

La difficulté est de rendre compte du mouvement rétrograde des planètes.

Appolonius de Perge (-262, -190) fait décrire aux planètes un cercle autour d'un point qui suit lui-même un mouvement circulaire. Hipparque de Nicée (-190, -120) fait tourner le Soleil autour d'un centre un peu décalé par rapport au centre de la Terre.

Ptolémée (vers l'an 150) généralise à toutes les planètes le décentrage qu'Hipparque avait donné au Soleil. Il prend en considération le fait que le plan des orbites des planètes (et de la Lune) n'est pas strictement celui de l'écliptique. Ce modèle servira pendant près de 14 siècles de référence absolue.

Pourtant, des astronomes arabes, disposant d'instruments plus précis, émirent des doutes (Xe siècle) (le modèle de Ptolémée conduit à de mauvaises prévisions, en particulier sur le diamètre apparent de la Lune), et proposèrent même un autre modèle (XIV^e siècle).

Ces critiques étaient connues de Nicolas **Copernic** (1473-1543), qui propose à son tour un nouveau modèle qui expulse la terre du centre de l'Univers : c'est le Soleil qui est au centre de l'Univers, la Terre et les planètes tournant autour de lui, la Terre tournant sur elle-même, la Lune tournant autour de la Terre. La « sphère des fixes », centrée sur le Soleil, porte les étoiles.

L'ouvrage de Copernic, terminé en 1530, ne sera –prudemment– publié que quelques jours avant sa mort.

Mais son modèle, réintroduisant des combinaisons de mouvements circulaires (car on le sait aujourd'hui, les trajectoires des planètes et de la terre ne sont pas des cercles, mais des ellipses), est finalement aussi compliqué que celui de Ptolémée.

Giordano Bruno (1548- 1600), dominicain italien, fut brûlé vif à Rome par l'Inquisition. Entre autres blasphèmes et hérésies, il défendait le système de Copernic. En 1929 encore, le pape Pie XI demanda la destruction de la statue érigée en 1849 en son honneur...

Le Danois Tycho-Brahe (1546-1601), séduit par la simplicité du modèle de Copernic, mais effrayé par son radicalisme, propose un compromis : si le Soleil tourne toujours autour de la Terre, les planètes tournent autour du Soleil. Ce système, compatible avec la Bible (la Terre reste au centre du monde), rend compte des phases de Vénus, découvertes plus tard par Galilée (en 1610), que le modèle de Ptolémée n'expliquait pas. Et Tycho-Brahe observe en 1572 un nouvel objet brillant, qui naît puis disparaît, et en 1577 une comète, dont la trajectoire n'est manifestement pas circulaire. Les planètes ne pouvaient pas reposer sur des sphères de cristal que la comète aurait brisé lors de son passage. Le modèle de Ptolémée est sérieusement pris en défaut.

Galilée (1564- 1642), physicien et astronome italien, qui correspondait avec Kepler, était convaincu du bien-fondé de la doctrine de Copernic, et le fut encore plus lorsqu'il découvrit (en 1610) les satellites de Jupiter. L'Eglise, en 1616 déclare contraire aux Ecritures la doctrine de Copernic, et, en 1633, condamne Galilée, qui est contraint d'abjurer. L'un de ses accusateurs, Bellarmin, sera même canonisé en 1930, puis fait « docteur de l'Eglise » !

Kepler (1571-1630), approfondissant les idées de Copernic, et s'appuyant sur les observations de Tycho-Brahe, s'affranchit des cercles d'Aristote, et décrit les orbites des planètes comme des ellipses. Il montre également que la vitesse des planètes n'est pas uniforme, et qu'elles vont plus vite lorsqu'elles sont près du Soleil (loi des aires).

Mais qu'est ce qui provoque ce mouvement ? **Newton** (1642 – 1727) avance une cause générale du mouvement de toutes les planètes - c'est la loi universelle de gravitation (deux corps exercent l'un sur l'autre une force d'attraction proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance) et la relation fondamentale de la dynamique (l'accélération d'un corps est proportionnelle à la force qui lui est appliquée et inversement proportionnelle à sa masse) - et en déduit les lois de Kepler.

La théorie de Newton fait découler le mouvement des planètes de principes simples et universels. Elle **permet de prévoir** : c'est le retour annoncé de la comète de Halley ; c'est la découverte par le calcul d'une nouvelle planète, Neptune (par Le Verrier en 1846).

L'étude de la place et du mouvement de notre planète n'aura pas seulement apporté des réponses aux questions d'astronomie qu'elle impliquait. Elle fut à l'origine de la conception scientifique du monde, qui repose largement sur la physique mathématique.

Le lecteur découvrira dans l'ouvrage d'Hubert Krivine quelles preuves du mouvement de la Terre ont été apportées depuis Newton : pour le mouvement autour du Soleil, l'aberration des étoiles (1727), la parallaxe des étoiles (1838), le décalage Doppler-Fizeau de la lumière des étoiles (XIX e siècle) ; pour la rotation de la Terre sur elle-même, l'expérience de Reich en 1831 (en raison de la force de Coriolis, une bille ne tombe pas exactement à la verticale, mais est un peu déplacée vers l'est), le pendule de Foucault (1851) (le plan des oscillations d'un pendule est fixe, or on a l'impression de le voir tourner) ...

Pour chacune de ces observations, on pourrait imaginer d'autres interprétations. Mais que plusieurs phénomènes distincts puissent être ramenés à une cause unique constitue un argument fort pour prendre cette cause au sérieux et explorer si d'autres phénomènes encore inconnus n'en seraient pas également une conséquence.

Avec l'exemple du mouvement de la Terre, on est assez loin de l'idée banale que la science ne puisse se constituer qu'en partant de l'expérience, nécessairement répétable pour être réputée scientifique, afin d'aller à la théorie. Théorie qui, à son tour, doit s'affiner aux résultats de nouvelles expériences...

Le modèle de Copernic ne rend pas mieux compte des données observationnelles quantitatives que celui de Ptolémée. Il permet en revanche de résoudre quelques problèmes récurrents de l'astronomie ancienne, comme les phases de Vénus, et surtout, il ouvre la voie à Kepler et Newton.

La science ne s'est pas arrêtée à Newton. Enhardi par sa découverte de Neptune, Le Verrier tenta d'expliquer les anomalies de l'orbite de Mercure. En vain : cette fois-ci, il s'agissait bel et bien d'une violation des lois de Newton. Il fallut attendre la théorie de la relativité générale pour comprendre.

Des questions qui semblaient insolubles trouvent des réponses dans un cadre totalement différent. Le sel de la recherche est de trouver ce qu'on ne cherchait pas. Il y a danger à faire croire qu'un pilotage plus utilitaire rendrait la recherche scientifique plus utile à la société.

Courrier des lecteurs. Réactions aux notes de lecture n° 9 « ma retraite à 29 ans » de Nicolas Trub.

D.P. Merci pour les notes de lecture et autres documents vraiment utiles et intéressants pour réfléchir à un monde meilleur basé "d'abord sur l'humain" comme le prône la famille de gauche.

JM Quel gâchis, mes Amis !

Dites aussi à vos collaborateurs qu'ils fondent eux aussi leur entreprise ??

Moi, j'aime les bananes, le chocolat, le café, qui ne viennent pas de "productions locales" !

J'envoie ce mail grâce au satellite qui n'est pas une production locale.

Trop de jeunes se sont déjà laissé ferrer à cet hameçon perfide de la "solution individuelle" ... qui pourrait bien être "finale" ...

Le "petit bourgeois" dit "ma liberté s'arrête où commence celle d'autrui"

L'humaniste devrait dire plutôt : "ma liberté commence où celle des autres commence aussi, afin de bâtir ensemble la société dont nous voulons" ...

Vive la Démocratie