

L'heuristique chez Képler

source : 1' Astronomie ; décembre 73 et janvier 74.

En 1595, dans le "Mysterium Cosmographicum" Képler écrit :

Cher lecteur, je me suis proposé de démontrer, dans ce petit livre, que Dieu, tout puissant et infiment bon, lors de la création de notre petit monde mobile et de la détermination de l'ordre des orbes célestes, a pris comme base de sa construction les cinq corps réguliers, qui ont joui d'une grande célébrité, depuis Pythagore et Platon jusqu' à nos jours ; et qu'il a coordonné à leur nature le nombre et la proportion des orbes, ainsi que les rapports des mouvements célestes.

.....

Tout d'abord, il part de grands principes, règles de pensée simples et superbes :

Je n'hésite pas à affirmer que ce que Copernic a démontré a posteriori et sur la base d'observations interprétées au moyen de la géométrie, tout cela peut être démontré a priori et ce sans aucune subtilité logique.

.....

Remarque 1) Admirable correspondance entre les trois espèces de "choses immobiles" : le Soleil, la sphère des fixés, et l'espace intermédiaire, d'une part, et, d'autre part, la Sainte-Trinité : Dieu le Père, le Fils et le Saint-Esprit.

Conséquence 1) Les étoiles fixes sont sur une sphère en cristal ultra léger qui lui donne son unité profonde au sein de la Trinité (! sic).

Essai 1) "Puisque les choses immobiles se comportaient de la sorte, je ne doutais pas que les choses mobiles étaient régies par une harmonie correspondante". Il cherche alors en vain un rapport simple entre les rayons des orbites successives.

Remarque 2) Le temps de révolution des planètes semble être lié à la distance qui les sépare du Soleil.

.....

Après de nombreux tâtonnements, introduction de planètes fictives, inscription de polygones réguliers entre les orbites des différentes planètes, etc... Kepler remarque que "le nombre des planètes est justement tel, et non un autre..." et finalement :

Je vis en effet que sur cette voie, si je suivais l'ordre des figures, je n'arriverais jamais au Soleil, et que je ne trouverais jamais la raison pourquoi il devrait y avoir six planètes plutôt que vingt ou cent. Toutefois les figures me plurent, car c'était bien des quantités, (il s'agit de l'inscription des polygones) et donc quelque chose qui était là avant que le ciel ne fut, car la quantité est créée au commencement, ensemble avec les corps et le Soleil, au deuxième jour seulement. Or, me dis-je, si pour la grandeur et les six orbes admis par Copernic, pouvaient se trouver cinq figures particulières parmi l'infinité des autres, on obtiendrait ce qu'on cherche. Puis j'avançais encore : qu'est-ce que les figures planes ont à voir avec des orbes corporels ? Il faudrait plutôt des corps solides. Voilà, cher lecteur, tu as là ma découverte, et la matière de tout mon petit livre ! Car, si on

le dit à quelqu'un qui connaît tant soit peu de géométrie, il pense immédiatement aux cinq corps réguliers, avec les rapports de leurs sphères circonscrites et inscrites.

.....

Après de nombreux tâtonnements il trouve qu'il faut circonscribe à l'orbite de la Terre un dodécaèdre ; la sphère qui le circonscrit est l'orbe de Mars. Puis un tétraèdre : on trouve Jupiter. Et un cube : on trouve Saturne. Interne à l'orbe terrestre, on inscrit un icosaèdre, et on trouve l'orbe de Vénus ; puis un octaèdre : on a celle de Mercure. Ces corps, d'ailleurs, comme les sphères successivement emboîtées, ont des épaisseurs, les orbes n'étant pas, on le sait, tracés sur des concentriques.

Dans une réédition du "Mysterium" en 1621, Kepler introduit l'harmonie musicale des sphères : La vitesse angulaire de chaque planète, mesurée en secondes de degré par jour fournit le nombre de vibration de chaque ton. La phrase musicale de chaque planète est ramener à la même octave en remplaçant un son par ses harmoniques.....

A partir de 1600, Kepler s'installe chez Tycho Brahe, à Prague, et travaille à l'étude du mouvement de Mars. Comme d'habitude Kepler utilise la méthode des essais et des erreurs ; premier essai : Mouvement circulaire uniforme ; première erreur,..... Puis les essais suivants : Mouvement circulaire autour d'un centre différent du Soleil, mais tel que la vitesse angulaire vu de l'équant (symétrique du Soleil par rapport au centre de l'orbite) soit constante. etc.... Entre temps, Kepler a montré que le Soleil se trouvait dans le plan de l'orbite de Mars, elle même inclinée de 1°50' sur l'écliptique. Enfin Kepler se propose de combiner vitesse variable et trajectoire non circulaire, en utilisant des épicycles.

Ma première erreur a consisté dans le fait d'avoir admis que l'orbite des planètes est un cercle parfait. Cette erreur se révéla être d'autant plus pernicieuse qu'elle a été soutenue par l'autorité de tous les philosophes, et, en particulier, était métaphysiquement tout à fait acceptable.

.....

Kepler arrive enfin à ce qui sera sa dernière tentative : Il suppose que la trajectoire est une ellipse (trajectoire auxiliaire à laquelle il n'attache pas d'importance physique) et il montre que la trajectoire réelle se trouve entre le cercle et l'ellipse :

Le cercle et l'ellipse sont des figures géométriques du même genre ; elles pèchent également, mais en sens contraire contre la vérité ; par conséquent celle-ci se trouve au milieu ; or, entre deux figures elliptiques ne peut se trouver rien d'autre qu'une ellipse... C'est pourquoi la trajectoire de Mars est une ellipse.

.....

Etudiant alors très en détail cette hypothèse de trajectoire elliptique, Il montre empiriquement que le Soleil occupe l'un des foyers, résultat qui le remplit d'aise et le confirme dans la justesse de son hypothèse.

3/ Dans les chapitres de l'oeuvre de Kepler qui traitent de dynamique, on retrouve les nombreuses errances de l'astronome, avec des déductions fausses débouchant sur des conclusions justes et des observations exactes amenant à des conclusions erronées. Par exemple : "La vitesse d'une planète sur son orbite est inversement proportionnelle à la distance qui la sépare du corps (le Soleil) qu'elle contourne." Ce qui est faux et que les résultats déjà obtenus lui aurait permis de constater ; c'est à la racine carrée de la distance qu'il aurait fallu dire. Mais cela le conduit néanmoins, par des détours archi-faux à nos yeux, à la conclusion que "la force qui meut la planète a son origine dans le Soleil." Par ailleurs, il ajoute :

Dire qu'une force animale qui réside dans le corps de la planète, et qui confère à l'astre son mouvement, passe tour à tour par une intensification et une atténuation, sans cependant se fatiguer ou s'affaiblir avec l'âge, serait une assertion par trop ridicule. De plus, on ne saurait comprendre de quelle manière cette force animale pourrait conduire la planète à travers l'espace du monde, où il n'y a pas d'orbites solides, ainsi que l'a démontré Tycho Brahé. Enfin, à un corps rond manqueraient les membres tels que pieds ou ailes, par le mouvement desquels, par une certaine pression et contre-pression, l'âme pourrait porter son corps à travers l'éther, c'est-à-dire à l'instar des oiseaux à travers les airs.

.....

Bien que Kepler reconnaisse que la vertu motrice du Soleil vis-à-vis des planètes et celle de la Terre vis-à-vis de la Lune sont de même nature, il associe d'abord la vertu motrice du Soleil à la lumière qu'il émet. Mais ce raisonnement ne tient pas à l'examen puisque l'occultation d'une planète par une autre aurait, selon lui, pour suite son immobilité. Finalement :

Puisque la Terre meut la Lune par sa vertu motrice et est un corps magnétique, et que le Soleil meut les planètes semblablement, par la force motrice qu'il émet, le Soleil est fatalement un corps magnétique.

.....

Kepler remarque alors que le mouvement des planètes suit la proportion simple des distances dans son affaiblissement... Mais la force motrice se propage non pas en s'atténuant en fonction de la distance simple mais de son carré... Si l'on suit ce raisonnement, la diminution de vitesse du mouvement des planètes avec la distance ne peut être due uniquement à l'atténuation de la force motrice du Soleil. Observation très judicieuse qui gêne Kepler, mais à laquelle il préfère ne pas s'arrêter.

Kepler, toujours conscient que la distance est inversement proportionnelle à la vitesse essaie, sur des temps finis (le calcul infinitésimal n'existant pas) d'évaluer la somme des distances. Ses calculs sont pénibles, souvent erronés, mais il trouve la loi des aires : "Le temps mis pour aller de A à B est inversement proportionnel à la distance moyenne sommée entre le Soleil et la planète entre A et B."

Quant à la troisième loi, Kepler l'énonce, sans donner le cheminement qui l'y conduit.