

NOTE SUR L'AVANCE DU PÉRIHÉLIE DE MERCURE

Jacques DAUTREVAUX

Dans '*L'Ouvert*' n° 64 (Septembre 1991) une erreur hélas très commune s'est glissée à la fin de l'article de notre collègue J.-M. ROLANDO a propos précisément de ce phénomène.

S'agissant essentiellement d'une question de méthodologie scientifique en général, il convient d'exposer les choses avec quelques détails, ce que je ferai en m'efforçant de rester le plus simple possible. Le résultat à connaître étant que les 40" par siècle dont il est question ne sont pas une donnée physique en soi, mais seulement un résidu, un désaccord entre la théorie newtonnienne et l'observation.

Si une planète se trouvait seule à graviter autour du soleil, son mouvement serait décrit par les lois de KÉPLER, l'orbite étant une ellipse dont le soleil occupe l'un des foyers. La grandeur de cette ellipse dépend de deux paramètres, le demi-grand axe a et l'excentricité e , sa position dans l'espace par rapport à un référentiel constitué par le plan de l'écliptique muni d'une direction origine nécessite trois autres paramètres géométriques qui sont l'inclinaison (angle que fait le plan de l'orbite avec le plan de l'écliptique), la longitude du nœud ascendant (qui définit la direction de la droite d'intersection des deux plans, orientée convenablement) et la longitude du périhélie (qui fixe l'orientation, dans son plan, du grand axe de l'ellipse orienté du soleil vers le périhélie – sommet de l'ellipse le plus voisin). Enfin, pour décrire complètement le mouvement de la planète sur son orbite un sixième paramètre, d'origine cinématique, est nécessaire, par exemple la position du mobile à l'instant initial, mais ce paramètre nous concerne en réalité fort peu.

Malheureusement, la planète n'est pas seule, elle subit les attractions des huit autres planètes du système solaire (sans compter les astéroïdes et les comètes, mais leur masse totale est négligeable), et de ce fait le mouvement n'est pas képlérien; néanmoins, comme le soleil capitalise à lui seul les 99% de la masse du système solaire, il joue un rôle prépondérant dans les mouvements orbitaux et la Mécanique Céleste (LAPLACE, LAGRANGE, LE VERRIER et bien d'autres ...) nous enseigne alors que sur une petite période de temps le mouvement est pratiquement képlérien, mais sur une orbite dont les dimensions et la position dans l'espace varient lentement, ce qui se traduit par des petites et lentes variations des cinq paramètres géométriques définissant l'orbite képlérienne "instantanée". Heureusement pour la stabilité du système solaire, les petites variations (que les astronomes appellent des "perturbations") de ces paramètres prennent généralement la forme de petites oscillations autour d'une position moyenne (inégalités périodiques, dont la "période" est en fait la superposition de plusieurs périodes différentes), fixe pour les trois

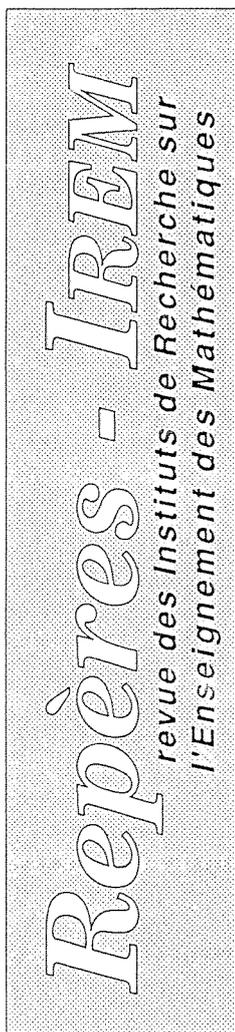
premiers paramètres mais qui pour les deux derniers (longitudes du nœud et du périhélie) dérivent lentement pour faire un tour complet du ciel en un temps respectable qui se compte en milliers d'années (inégalités séculaires), en général dans le sens direct, ce qui fait qu'on peut parler de l'avance du périhélie et de l'avance du nœud.

Les théories de la Mécanique Céleste montrent alors que, pour toutes les planètes, seule l'avance du périhélie a une valeur assez grande pour permettre de déceler un éventuel désaccord entre la théorie et l'observation. En effet, pour être significatif, il est nécessaire que ce désaccord dépasse notablement la somme des incertitudes provenant d'une part de la structure des calculs (qui sont toujours des calculs approchés) et d'autre part des incertitudes des mesures observationnelles qui se propagent à travers les calculs. C'est ainsi que les observations de la planète Mercure depuis le début du XIX^e siècle ont permis d'établir les caractéristiques orbitales avec les inégalités, parmi lesquelles une avance du périhélie de 570" par siècle environ (soit un tour complet en 45600 ans!); par ailleurs les mécaniciens célestes (LE VERRIER et NEWCOMB principalement) ont calculé les perturbations induites par l'attraction de Mercure par les autres planètes et la Lune, et c'est là qu'est apparu un résidu inexpliqué de 40" par siècle dans l'avance du périhélie de Mercure (les différents théoriciens ayant étudié le problème aboutissent tous à des valeurs comprises entre 38" et 41" par siècle, d'où la valeur admise actuellement de 40" sujette d'ailleurs aux incertitudes signalées plus haut), et ce résultat était, notons-le, déjà bien connu vers 1850 . . . Rappelons d'autre part qu'un phénomène du même ordre affectant le mouvement d'Uranus a conduit LE VERRIER à prédire en 1846 l'existence d'une nouvelle planète, Neptune (qui a été immédiatement trouvée à moins de 1° de la position prédite). C'est ainsi que LE VERRIER avait aussi essayé d'expliquer le résidu séculaire de 40" de Mercure par l'existence d'une planète inconnue ou d'un anneau de petites planètes circulant entre le Soleil et Mercure (pour qu'en dépit d'une faible masse cet objet puisse avoir une action aussi appréciable sur le mouvement de Mercure) mais le résultat de ses calculs a été que si un tel objet existait il aurait été visible à l'œil nu déjà dans l'Antiquité, et l'étude fouillée des clichés pris lors des éclipses de soleil n'a montré aucune trace d'un quelconque objet de nature analogue à celui que les calculs de LE VERRIER conjecturaient.

Il se trouve que l'application au cas de Mercure de la théorie de la Relativité dans le modèle d'espace-temps de SCHWARZSCHILD provoque une avance supplémentaire de périhélie d'environ 40" par siècle, expliquant exactement le résidu constaté, et ce sans modifier de façon sensible les mouvements newtonniens des autres planètes, plus éloignées du Soleil. De là à affirmer que là se trouve l'unique explication serait un peu osé car d'une part le modèle d'espace-temps de SCHWARZSCHILD est un modèle parmi d'autres possibles et d'autre part LE VERRIER connaissait à l'époque, outre le résidu séculaire de 40" sur le périhélie de Mercure, deux autres désaccords certains, de moindre importance certes (de l'ordre de 8 à 10" par siècle) portant sur le nœud de Vénus et le périhélie de Mars, auxquels la théorie

NOTE SUR L'AVANCE DU PÉRIHÉLIE DE MERCURE

développée (qui avait si bien réussi pour Mercure) ne remédiait pas au surplus, la progression de la précision des observations (liée en grande partie à leur analyse sur une plus longue période) a mis en évidence d'autres désaccords portant cette fois sur les mouvements de la Lune et de certaines comètes. Il reste néanmoins que la Relativité Générale reste la seule hypothèse crédible pour expliquer ces désaccords, mais le modèle géométrique exact reste à trouver : le petitesse de ses effets en Mécanique Céleste et le très petit nombre des vérifications possibles ne peuvent, au mieux, que lui apporter un préjugé favorable. On peut d'ailleurs remarquer qu'antérieurement à l'apparition de la Relativité avaient vu le jour des théories faisant appel à des forces correctrices à l'attraction newtonnienne (par exemple d'origine électrodynamique) qui pouvaient elles aussi expliquer (certes de manière peut-être un peu artificielle) le résidu séculaire de $40''$ du périhélie de Mercure. Tout n'est donc pas dit, mais en fait la véritable justification de la Relativité résiderait plutôt dans l'application de questions de physique nucléaire à des problèmes de cosmogonie ou d'astronomie d'objets lointains (galaxies lointaines, quasars, pulsars, trous noirs ... etc) pour lesquels l'observation montre un accord encourageant avec la théorie. Les applications à la Mécanique Céleste des théories de la Relativité apparaîtraient alors en quelque sorte comme "sous-produits" des études développées sur l'infiniment petit.



- prix du numéro : 70 F (+ frais d'expédition si envoi par avion)
- abonnements (quatre numéros par an)
 - Etablissements : 250 F — Particuliers : 200 F
- Envoi par avion (DOM - TOM ou Etranger)
 - Etablissements : 330 F — Particuliers : 280 F

✂.....

Bulletin d'abonnement à renvoyer à :

TOPIQUES éditions, 24 rue du 26^e B.C.P., 54700 PONT-À-MOUSSON
 accompagné du règlement par chèque ou d'un bon de commande officiel.

Nom :

en capitales sVP

Adresse :

Code postal et Ville :

Ci-joint la somme de :

Mode de règlement :

- Chèque bancaire Chèque postal
- Virement administratif sur facture

Numéro souhaité pour

débuter l'abonnement :

(en cas d'impossibilité, l'abonnement débute au dernier numéro disponible)