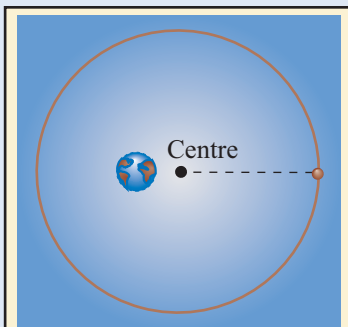


Hipparcos de Nicée
~190 à ~120

Pour expliquer les variations de distance, de vitesse apparente et de luminosité des corps célestes, l'astronome grec Hipparque a développé les notions d'épicycle et de déférent. Sans expliquer parfaitement ces variations, les notions d'épicycle et de déférent permettaient de préserver l'idée de perfection des mouvements circulaires du monde supralunaire mais rendaient la théorie très complexe.

Hipparcos de Nicée

Épicycle et déférent



Modèle d'Apollonios

La Terre n'est pas parfaitement au centre de l'univers ce qui explique les variations apparentes de distance.

Pour expliquer les variations de distance, de vitesse apparente et de luminosité, Apollonios de Perga (~262-~190), appelé *le grand géomètre*, suppose que l'orbite de chaque planète est décrite par un cercle dont le centre est décalé par rapport au centre de la Terre, d'où l'appellation d'**excentrique** pour décrire ce concept. Cette approche préserve les orbites circulaires, mais n'explique pas toutes les irrégularités.

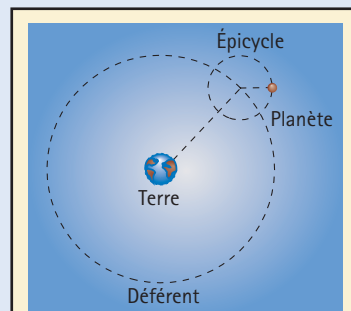
Pour affiner la description des mouvements des planètes tout en conservant l'idée des déplacements circulaires à vitesse constante, les astronomes, et plus

particulièrement Hipparque et Ptolémée, ont introduit les notions d'épicycle et de déférent. Selon cette méthode, chaque planète se déplace à vitesse constante sur la circonférence d'un cercle, l'**épicycle**. Le centre de celui-ci se déplace également à vitesse constante sur un autre cercle, le **déférent** dont le centre est la Terre.

En ayant recours aux épicycles et déférents, les astronomes veulent concilier le géocentrisme et les observations tout en préservant la perfection du monde supralunaire dont les mouvements doivent être uniformes et circulaires.

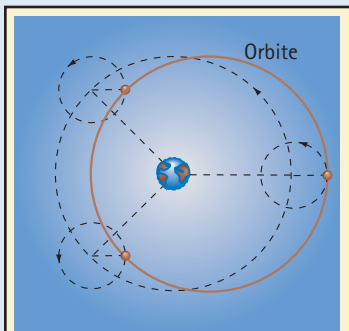
Diverses trajectoires peuvent être décrites à l'aide d'un épicycle et un déférent selon la vitesse et le sens de la rotation de ces cercles.

Dans la figure en haut de la page suivante, l'épicycle et le déférent tournent à une même vitesse angulaire de sens antihoraire. La trajectoire obtenue est un cercle décentré qui peut expliquer la variation de distance apparente de la Lune tout en conservant l'idéal d'un monde parfait à vitesse constante sur une trajectoire circulaire due à la rotation d'une sphère sur laquelle la planète est fixée.



Épicycle et déférent

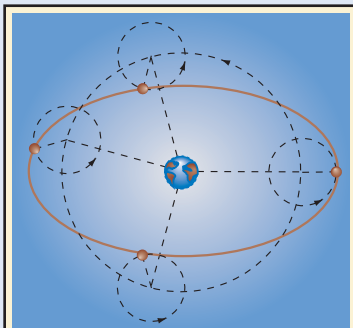
Le centre de l'épicycle se déplace à vitesse constante sur la circonférence d'un cercle dont le centre est la Terre.



Cercle excentrique

L'épicycle et le déférent tournent à une même vitesse angulaire de sens antihoraire. La trajectoire est un cercle et la Terre n'est pas au centre.

Supposons que l'épicycle tourne dans le sens horaire et que son centre se déplace sur le déférent dans le sens antihoraire, et que les deux, épicycle et déférent, tournent à une même vitesse angulaire constante, l'orbite engendrée est alors une ellipse. On peut modifier l'excentricité de cette ellipse en modifiant le rayon de l'épicycle.



Épicycle et déférent

L'épicycle et le déférent tournent à une même vitesse angulaire, l'épicycle de sens horaire et le déférent de sens antihoraire. La trajectoire est une ellipse.

Les planètes ont parfois un comportement intrigant. Elles semblent tout à coup ralentir, s'arrêter, revenir en arrière, s'arrêter à nouveau et repartir vers l'avant.

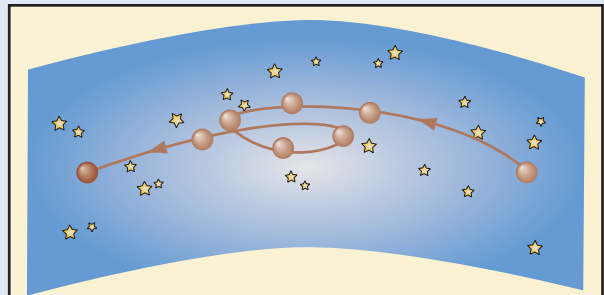
C'est ce que l'on appelle le mouvement rétrograde des planètes. Ce comportement est inexplicable avec le modèle des sphères homocentriques d'Eudoxe.

En utilisant un épicycle et un déférent, il est possible de reproduire des déplacements qui vues de la Terre donnent, par rapport au fond étoilé de la sphère des fixes, l'illusion de mouvements rétrogrades.

Les astronomes ont utilisé les épicycles et les déférents pour concilier le mouvement circulaire, qui peut se poursuivre indéfiniment, et les trajectoires des planètes qui manifestement n'étaient pas assez régulières pour être explicables par une simple révolution des sphères célestes. Cependant, pour décrire certaines irrégularités, il a fallu introduire plusieurs cercles. Ainsi, l'épicycle peut être en rotation autour d'un cercle qui est lui-même en rotation autour d'un déférent.

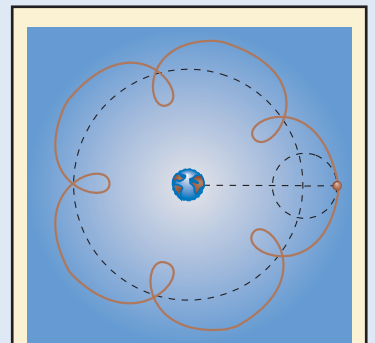
Le système épicycle-déférent a remplacé progressivement celui des « sphères homocentriques » d'Eudoxe de Cnide, adopté par Aristote, mais qui supposait à tort que les planètes étaient à une distance constante de la Terre. C'est le système utilisé et amélioré par les astronomes Hipparque et Ptolémée.

L'élaboration du système épicycle-déférent constitue un progrès important de l'astronomie antique. En décomposant les mouvements complexes des astres en cercles parcourus à vitesse constante, la confection de tables astronomiques très précises et très fiables et la prédiction des éclipses devenait possible. Quoique fausse, la théorie géocentrique fonctionnait. La théorie des épicycles ne sera donc pas sérieusement remise en question jusqu'à Copernic. Cependant, si cette théorie est commode pour décrire les mouvements apparents du Soleil et de la Lune, elle mène à des constructions très complexes pour les planètes car il faut ajouter de plus en plus de cercles, et ces constructions se complexifient chaque fois qu'on veut affiner la description des mouvements planétaires.



Mouvement rétrograde

Sur le fond étoilé, la planète semble ralentir, s'arrêter, revenir sur ses pas, s'arrêter à nouveau puis repartir dans l'autre sens.



Mouvement rétrograde

L'épicycle et le déférent sont de sens horaire et l'épicycle a une vitesse cinq fois supérieure à celle du déférent. La planète semble revenir sur ses pas cinq fois.