

Thebit de la représentation du mouvement de la 8e sphère sur deux cercles

(Traduction libre du manuscrit Vatican 4775 reproduit par Millàs)

speram equatoris diei

secans in ipsis polis  
circulus orientis et  
occidentis

circulus orbis declivis

differencia communi

speram orbis signorum

orbis declivis signatus  
in spera signorum

orbis declivis signorum

Je représenterai la sphère de l'équateur et les trois cercles tracés sur elle, qui sont le cercle de l'horizon et le cercle méridien passant par les 2 pôles et dont les propres pôles se trouvent sur le cercle de l'horizon, et puis le premier vertical, et c'est celui qui est au milieu de celui qui passe par les 2 pôles et (qui partage la sphère en deux moitiés. Ceux-ci sont donc les trois cercles susmentionnés. Ensuite le cercle de l'écliptique qui est incliné sur le premier vertical et le partage en deux moitiés. Et cela parce que de tout groupe de deux grands cercles tracés sur la sphère il est impossible que l'un ne coupe pas l'autre en deux moitiés. Le point où l'écliptique coupe le premier vertical qui est (aussi l'intersection) de l'équateur avec l'horizon, est en leur point commun d'intersection, et l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur est d'environ 23°33'.

Ensuite je représenterai la sphère des signes qui est la sphère des étoiles fixes dans l'intérieur de celle dans laquelle sont tracés les cercles susdits, et en outre que l'écliptique marqué sur la sphère des signes n'est pas fixe sous l'écliptique tracé sur la sphère de l'équateur, mais a plutôt une inclinaison sur lui vers les deux régions du septentrion et du midi, et cette déclinaison commence auprès de l'intersection de l'équateur et de l'écliptique et est le point où se trouve la tête du Bélier et de la Balance.

Cette déclinaison, qui est celle de l'orbe incliné dans la sphère des signes, n'est pas fixe comme on le pense généralement, mais varie; parfois le plan de l'écliptique mobile coïncide avec le plan de l'équateur, et parfois la moitié du zodiaque est septentrionale, et parfois méridionale. Et le mouvement de cette déclinaison du midi au septentrion et du septentrion au midi n'est pas en ligne droite, mais selon un cercle dont le centre est à l'intersection de l'équateur et de l'horizon et de l'écliptique, et le diamètre de ce cercle est 8° 37' 26" , et ce mouvement est dit mouvement d'accès et de recès.

Et il est clair que si l'on pose au point d'intersection susdit le centre du petit cercle susmentionné, et que la tête du Bélier dans l'orbe des signes coïncide avec la circonférence du petit cercle et tourne sur elle, alors il (faudra tracer au point opposé à l'occident, à l'intersection de l'équateur et de l'horizon et de l'écliptique, un cercle semblable, et le mouvement de la tête de la Balance se fera sur lui; Et c'est pourquoi, quand la tête du Bélier sera au septentrion de l'écliptique par rapport à

l'équateur, la tête de la Balance sera au Sud.

Et quand la tête du Bélier est dans la partie méridionale, la tête de la Balance sera dans la partie septentrionale. Et quand la tête est au sommet du petit cercle au-dessus de l'horizon, alors la tête de la Balance sera au plus bas de l'autre (petit) cercle sous l'horizon. Et c'est la distance qui est entre la tête du Bélier et de la Balance n'est jamais (autre chose) que la moitié du cercle.

longitudo

ex figura

orbis declivis in orbe  
signorum

formarum

declinatione

longitudo

oppositi

longitudo

Il arrive donc selon la représentation graphique de ce mouvement que la tête du Bélier et de la Balance est parfois sur l'équateur, et parfois la tête du Bélier est au septentrion de l'équateur et la tête de la Balance au méridien, et parfois la tête du Bélier est méridionale et la tête de la Balance septentrionale, et (il se peut que) le point où le zodiaque coupe l'équateur soit un (certain) degré de la Balance et un (certain) degré du Bélier, et parfois un (certain) degré du Poisson et un (certain) degré de la Vierge. Le maximum dont le point d'intersection du zodiaque s'éloigne de la tête du Bélier et de la Balance est 10 degrés et  $\frac{3}{4}$  de degré dans la partie septentrionale, et autant dans la partie méridionale. Et ce mouvement est commun à chacune des étoiles rétrogrades qui sont sous l'orbe des signes, et l'orbe des étoiles fixes, qui est l'orbe des constellations et des signes n'a pas d'autre mouvement que celui-là. Et c'est le mouvement commun de tout ce qui est sous lui, selon l'accès et le recès.

De ce mouvement résulte la diversité trouvée pour l'inclinaison de l'orbe des signes sur l'équateur. Et ceci résulte de ce que la plus grande déclinaison ne s'observe qu'à 90° du point d'intersection de l'orbe des signes et de l'équateur; et il est manifeste dans les grands cercles qui se coupent sur la sphère, que la plus grande distance qui est entre eux se trouve au milieu de la partie entre leurs intersections. Si donc les cercles gradués sont partagés en 360 (degrés), il y aura entre leurs intersections 180 (degrés) et (leur) plus grande distance en déclinaison sera au-dessus du 90e degré; et c'est pourquoi si l'on gradue le petit cercle en 360 degrés, et qu'on mesure la position (d'un point) à partir de l'écliptique tracé sur (la sphère de) l'équateur, et que la tête du Bélier soit à 90° de l'orbe incliné fixe sur (la sphère de) l'équateur, la tête du Capricorne et la tête du Cancer seront toutes deux à 90° du point d'intersection de l'orbe incliné sur l'équateur, et ~~est~~ l'endroit de l'orbe incliné le plus éloigné de l'équateur que nous avons posé à 23° 33'. Et alors la section de l'orbe incliné dans l'orbe des signes ne sera pas à la tête du Bélier et de la Balance. On trouvera donc la plus grande distance en déclinaison entre l'orbe des signes et l'équateur en (certains) degrés du Cancer ou des Gémeaux,

longitudo

summa

selon la position de la tête du Bélier au septentrion ou au méridien, et l'ampleur de cette déclinaison sera plus grande que celle de l'orbe incliné fixe, et leur maximum est  $24^\circ$  selon ce qui nous a été transmis par les indiens; et de même Ptolémée nous indique  $23^\circ 51'$ , et les observateurs trouvèrent au temps d'al Mamoun  $23^\circ 33'$ ; et le dessin du mouvement le fait (bien) apparaître.

accessio erit tunc  
tarde diversitatis

fecit

exceperunt

tarditas diversitatis

exceptio

procedere secundum...

Du mouvement susdit résulte qu'on a trouvé une variation du ralentissement et de l'accélération (de la précession) et cela résulte de ce que, quand la tête du Bélier était à  $90^\circ$  de l'équateur, soit au septentrion soit au méridien, l'accès était ralenti; et quand la tête du Bélier fut au plus près de l'intersection du petit cercle avec l'équateur, le mouvement d'accès eut sa vitesse maxima, et c'est ce que trouvèrent les observateurs. Et c'est pourquoi Ptolémée trouve que les étoiles fixes se déplacent en 100 ans d'un degré, parce qu'il compta leurs distances de l'équateur et décida qu'il était nécessaire qu'elles ne fussent point fixes. Il considéra donc qu'elles se mouvaient d'un mouvement continu selon la suite des signes, et retira, selon Hipparque, en 300 ans environ un jour sur la durée de l'année. Et les observateurs trouvèrent un mouvement des étoiles fixes en 66 ans d'un degré. Et ils le mesurèrent selon Ptolémée et Hipparque au méridien et dans la région voisine du méridien; d'où le ralentissement. Ensuite après Ptolémée la tête du Bélier approcha de l'équateur et le coupa et passa au septentrion, et le mouvement fut (plus) rapide.

Il faut évidemment faire une interprétation de (l'hypothèse) selon Ptolémée, là où c'est convenable. C'est pourquoi Al Battani en douta et dit: Je vois que cette interprétation ne répond pas au rapport de l'accélération et du retard. S'il y a ainsi un mouvement que nous ignorons et que nous ne comprenons pas que celui qui viendra après nous le considère alors et le vérifie ainsi que nous l'avons fait. Et il est alors retourné à sa thèse en (une matière) plus digne et plus convenante,

Représentation du mouvement de la 8e sphère en la figure

Mais nous avons dessiné ce mouvement et ses positions diverses avec la bénédiction de Dieu. Je dessinerai donc le cercle a-b, soit le cercle de l'horizon, et un autre cercle sur lequel soient g-d, qui soit le premier vertical qui est le cercle de l'équateur, et un autre cercle sur lequel soient e-n qui soit le cercle méridien. Mais peut-être n'avons nous pas besoin ici de ce cercle dans cette figure. Et un autre cercle sur lequel soient z-h qui soit le cercle de l'orbe incliné; ceux-là se couperont aux points

a et b; ensuite je mettrai sur le centre a et b deux petits cercles dont le diamètre soit  $8^{\circ} 37' 26''$ , qui sont les deux cercles d'accès et de recès, et j'imaginerai que ces cercles sont tracés dans l'orbe des signes et opposés ~~en superficie et sur leur surface et au-dessus de leurs centres, et soit la figuration de l'orbe incliné de l'orbe des signes~~ en leurs surfaces et en leurs centres; et soit aussi la représentation du cercle incliné de l'orbe des signes qui coïncide avec le cercle incliné fixe de la sphère équatoriale, dont la déclinaison est  $23^{\circ} 33'$ , et soit la tête du Bélier sur la circonférence du petit cercle au point t et la tête de la Balance au point k, la tête du Bélier au-dessus de l'horizon et la tête de la Balance au-dessous de l'horizon. Et la tête du Capricorne de sa position moyenne (de la quantité qu'il y a) entre ~~la tête~~ l'intersection du cercle déclinant fixe avec l'équateur et le cercle de l'horizon, et le point de séparation de la ligne méridienne et du cercle incliné est au point l, où il est marqué d'une ligne, et son recès de là est proportionnel à la grandeur du demi-diamètre du petit cercle, étant donné que toujours la tête du ~~Capricorne~~ Capricorne et du Cancer sont attachées au cercle incliné fixe, sans (pouvoir) s'en détacher, et se meuvent en avant et en arrière proportionnellement au diamètre du petit cercle. Donc ~~quand~~ la tête du Capricorne précède parfois le point de séparation du méridien la moitié du diamètre du (petit) cercle, parfois elle retarde sur lui de la même quantité, selon que la tête du Bélier et de la Balance sont aux points de séparation du cercle d'accès et de recès et du cercle incliné selon la position déterminée.

nisi quod

Ensuite j'imaginerai que la tête du Bélier ait tourné sur le petit cercle et la tête de la Balance sur le sien à l'opposé. La tête du Bélier est déjà indiquée a son emplacement l et la tête de la Balance à son emplacement m. La figure du cercle incliné du mouvement dans l'orbe des signes sera ainsi sur le cercle n-o et l'intersection du cercle équatorial avec le cercle incliné de l'orbe des signes sera sur les deux points Q et F dans la graduation de la Vierge et des Poissons. Auparavant l'intersection de l'équateur avec le cercle incliné de l'orbe des signes était aux deux points-centres des deux cercles dans le Bélier et la Balance; et de même je poserai si la tête du Bélier est au point x et la tête de la Balance au point c la situation (du cercle incliné) sera le cercle R-S. Et dans ces deux situations la tête du Cancer et la tête du Capricorne sera toujours aux points de séparation du méridien et du cercle incliné fixe, et c'est le point le plus éloigné du cercle incliné fixe depuis l'équateur; et le point le plus éloigné du cercle incliné mobile de l'orbe des signes sera au milieu de ce qui est entre ses intersections avec l'équateur, et cela est en deux points a et b qui sont le milieu

de (la partie) qui est entre les intersections des deux cercles, celui de l'équateur et le cercle incliné mobile de l'orbe des signes. Et il apparaît clairement que parfois deux points tels que p et ia sont plus loin de l'équateur (que) l'intersection du cercle incliné fixe avec le méridien, qui est le point le plus éloigné (~~déclinant~~) en déclinaison du cercle incliné fixe depuis l'équateur.

On trouve donc une déclinaison plus grande que la plus grande déclinaison du cercle incliné fixe, parce que l'arc augmente en gibbosité en son point milieu entre les intersections; et nous n'avons pas dit que la tête du Cancer et la tête du Capricorne sont en deux points d'intersection du méridien et du cercle incliné, parce que nous avons admis que la tête du Bélier et de la Balance sont en deux points qui sont au 90e degré du cercle incliné fixe. S'ils étaient en deux autres points que ces deux-(là), la tête du Capricorne et celle du Cancer s'écarteraient des intersections susdites et avanceraient ou rétrograderaient selon le point des deux (petits) cercles où sont la tête du Bélier et de la Balance, mais ne s'écarteraient pas de l'intersection du cercle incliné fixe. La plus grande longitude, qui est la longitude de la tête du Bélier depuis l'équateur résulte du calcul de la longitude et c'est quand la tête du Bélier et de la Balance est sur le 90e degré du petit cercle en comptant à partir de l'équateur; alors il y aura entre l'intersection de l'équateur avec le zodiaque qui est le cercle incliné  $10^{\circ} \frac{3}{4}$  et l'emplacement du zodiaque par rapport à l'équateur les deux arcs y et ie, et c'est ce que nous avons voulu démontrer.

major longitudo

Moyen de calculer le mouvement de la 8e sphère par sa distance de l'équinoxial

\*du mouvement d'accès et de recès moyen

Si donc tu veux savoir la distance de la tête du Bélier et de la Balance depuis l'équateur à tout moment, prends dans la table\*ci-après l'année arabe où tu es, et l'année pour laquelle tu veux savoir la distance de la tête du Bélier depuis l'équateur. De ce que tu réuniras de signes et de degrés, pose le degré entier, et entre avec ce chiffre dans la table de l'accès et recès, et prends ce qui est en face pour équation, et ce sera l'équation de l'accès et du recès, et c'est la distance qui est entre la tête du Bélier et l'équateur; si les degrés avec lesquels tu es entré sont en-dessous de  $180^{\circ}$ , la distance de la tête du Bélier sera septentrionale, et la tête de la Balance sera méridionale. Et si ces degrés avec lesquels tu es entré sont au-delà de  $180^{\circ}$ , alors la distance de la tête du Bélier sera méridionale et la tête de la Balance au septentrion. Si la longitude de la tête du Bélier est septentrionale, ajoute son équation à celle du Soleil et des autres étoiles fixes et erratiques, et le résultat sera conforme aux observations de leurs lieux; et si la longitude est méridionale, soustrais-la de celle du Soleil et des étoil

L'utilité de ce mouvement est manifeste et sa nécessité nécessaire. Et ceci parce que l'on ne peut vérifier la hauteur du Soleil à midi et la grandeur de son arc diurne et l'accroissement des nuits et des jours et leur diminution et les hauteurs des étoiles et leurs arcs diurnes et nocturnes et la valeur des temps d'élévation des signes sans connaître ce mouvement. Lorsque les étoiles sont calculées selon les canons réguliers et de mouvement vérifié, et si l'on veut connaître la hauteur méridienne du Soleil et savoir les divers aspects de la Lune selon sa hauteur lors des éclipses solaires, il faut savoir calculer ce mouvement et l'ajouter à la situation du Soleil et de la Lune si la longitude est septentrionale, et la soustraire si elle est méridionale. Et de même pour la hauteur des étoiles fixes et errantes lorsqu'on les étudie par l'observation. Et il est clair par ce mouvement que les étoiles fixes n'ont pas de mouvement (propre) en dehors du mouvement d'accès et de recès, et (celui-ci) est commun à toutes les étoiles fixes et errantes. Dans la table du mouvement d'accès et de recès nous n'avons pas indiqué les mois, parce qu'ils n'y a pas de mouvement appréciable en ce temps; voilà pourquoi.

Voici la table du mouvement d'accès et de recès moyen de la tête du Bélier et de la Balance sur leurs deux cercles:

Autre moyen de calcul de l'accès et du recès par le demi-diamètre

Par la table ci-après on connaît l'équation de l'accès et du recès selon un autre moyen, différent de celui que j'ai dit dans les chiffres précédents de la table ci-dessus. Il faut entrer avec (le chiffre) que tu trouveras pour le mouvement moyen d'accès et de recès, en faire le degré total et noter ce qui se trouvera en face dans la table d'équation; avec cela ce que tu verras dans la table de déclinaison, et tu sauras l'ampleur de la déclinaison. Ce chiffre sera la distance de la tête du Bélier et de la Balance depuis l'intersection avec l'équateur; et ceci est parce que l'équation marquée dans cette table n'est autre chose que ~~le sinus~~ l'arc de la sphère majeure dont le sinus ~~est~~ est commun (?) entre la moitié du petit cercle et le sinus de l'arc de la grande sphère.

Sache que si tu as des degrés (autres que) ceux qui sont dans la table de l'équation, parce que dans celle-ci le nombre (des degrés) va de 5 en 5, prends les degrés que tu as, puis prends le nombre (voisin) qui est dans la table, et celui qui est au-dessus de la quantité que tu as, et prends les chiffres en face et tu sauras la différence qui existe entre deux nombres (consécutifs) et prends de cette différence une partie proportionnelle à la quantité que tu devrais ajouter au plus petit des nombres avec lesquels tu es entré dans la ligne des nombres.