

logo not found or type unknown

Title Les deux versions du traité de Thābit b. Qurra "Sur le mouvement des deux lumineux" / par Régis Morelon, o.p.

Contained in MIDÉO : Mélanges de l'Institut dominicain d'études orientales du Caire / Direction : Georges Shehata Anawati, (puis) Régis Morelon, (puis) Emilio Platti, (puis) Emmanuel Pisani, (puis) Dennis Halft

Volume 18 (1988)

pages 9-44

URL <https://ideo.diamondrda.org/manifestation/71045>

LES DEUX VERSIONS DU TRAITÉ DE THĀBIT B. QURRA «SUR LE MOUVEMENT DES DEUX LUMINAIRES»

par

Régis Morelon, o.p.

Thābit b. Qurra (mort en 288/901) est reconnu comme l'un des grands scientifiques de Bagdad au III^e/IX^e siècle. Les textes d'astronomie transmis en arabe sous son nom ont été édités, traduits et commentés par mes soins¹. L'un d'entre eux, le «Traité sur le mouvement des deux luminaires», a été appelé *Traité 5* dans cet ouvrage, où les problèmes de sa transmission en deux versions distinctes ont été seulement évoqués; ce sont ces problèmes qui font l'objet de cet article. Celui-ci se présente alors comme un appendice aux œuvres complètes de Thābit b. Qurra, et il est publié séparément dans la mesure où les questions qu'il soulève sortent du strict cadre de l'étude des travaux de cet auteur.

Reprenons rapidement la présentation de ce *Traité 5* dans l'ouvrage en question, en utilisant les mêmes sigles pour les manuscrits arabes en cause, sans revenir sur le détail de leur description.

Le «Traité sur le mouvement des deux luminaires» nous est transmis dans quatre manuscrits arabes:

—Manuscrit *N* (sigle arabe: ن): Istanbul, Köprülü 948, pages 91–107. Ce manuscrit a été copié en 370/981 sur un exemplaire qui avait appartenu à Thābit, mais qui, cependant, n'était pas de sa main. Le copiste lui-même, Ibrāhīm b. Hilāl b. Ibrāhīm b. Zahrūn al-Şābī, était également un scientifique de valeur, et avait épousé la petite-fille de Thābit. De telles conditions de transmission font de ce manuscrit *N* un témoin très sûr, et c'est lui qui a été le seul utilisé pour l'édition de ce «Traité 5» dans le cadre des œuvres complètes de Thābit. La suite de cette présentation justifiera d'elle-même ce choix.

— Manuscrit *O* (sigle arabe: *س*): Oxford, Bodl., Thurston 3, ff. 102r–104r. Ce manuscrit a été copié en 675/1276–1277 sur un texte de la main de Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī (634–710/1236–1311). Il s'agit là, manifestement, de notes prises par Quṭb al-Dīn sur des œuvres scientifiques antérieures à lui, et nous retrouvons la trace de tel ou tel traité de ce manuscrit dans les œuvres originales de cet auteur, en citation littérale.

— Manuscrit *P* (sigle arabe: *ع*): Istanbul, Hazine 455, ff. 74r–78v. Il est daté du X^e/XVI^e siècle. Beaucoup des traités qu'il contient sont les mêmes que ceux du manuscrit *O*. Le texte que nous y trouvons pour le «Traité sur le mouvement des deux luminaires» comporte beaucoup de fautes par rapport au manuscrit précédent, mais il permet de combler plusieurs des lacunes de celui-ci; il fait donc partie d'une famille indépendante de lui, se rattachant probablement à l'exemplaire de la main de Quṭb al-Dīn, après un nombre d'intermédiaires impossible à discerner, contrairement au cas du manuscrit *O*.

— Manuscrit *Q* (sigle arabe: *ف*): Oxford, Bodl., Marsh 713, ff. 200r–203v. Ce manuscrit n'est qu'une très mauvaise copie du manuscrit *O*, il est alors inutile d'en tenir compte.

Nous éliminons donc le manuscrit *Q*, mais les trois documents qui restent proposent deux versions différentes du même texte, la version *N* (*ن*) et la version *O* – *P* (*ع* – *س*).

La version *N* est celle qui a été éditée, comme nous l'avons vu, et le texte du traité y est clairement divisé en quatre parties, de A à F, dans le manuscrit lui-même. Cet ensemble est très cohérent.

Dans la version *O*–*P* nous retrouvons d'abord les parties A à F, signalées en marge des manuscrits; elles ont le même contenu que les parties correspondantes de la version *N*, mais le détail du texte en est sensiblement différent. Il y a ensuite nettement deux parties totalement indépendantes de ce qui précède, G et H, inexistantes dans *N*. La présence de la version *N* nous permet de remonter jusqu'à Thābit pour les parties A à F de la version *O*–*P*, mais pour ses parties G et H nous ne pouvons pas remonter a priori de façon sûre au-delà de Quṭb al-Dīn.

Nous allons d'abord présenter globalement les différences entre ces deux versions, puis éditer les textes complets, sur deux colonnes pour les parties A à F; la colonne correspondant à la version *N* est dépourvue d'apparat critique, puisque c'est le texte que j'ai édité aux Belles Lettres qui est recopié sans modification. Ensuite les parties G et H seront seules traduites, puisque traduc-

tion et commentaire des précédentes ont déjà été publiés; enfin le commentaire du texte traduit ici sera référé aux notes (a) à (n) de la traduction.

I. Présentation globale

Parties A à F

Elles contiennent la reprise critique de la méthode développée par Ptolémée dans le livre 4 de *l'Almageste* pour le choix des intervalles de temps entre deux éclipses de lune; tout cela a déjà été présenté, traduit et commenté dans l'ouvrage cité précédemment², il est inutile de s'y attarder. Mais l'édition du texte arabe des deux versions sur deux colonnes permet de souligner leurs différences de formulation pour un même raisonnement; elles sont données intégralement de façon séparée, même pour les paragraphes qui se retrouvent identiques dans l'une et l'autre des deux colonnes parallèles.

En dehors des variations venant d'erreurs classiques de copistes, telles que les mots sautés, nous pouvons relever dans la version O-P (اس - ع) d'une part une simplification du texte de N, d'autre part un changement de vocabulaire. Le texte de N apparaît ainsi clairement comme la version originale de ce traité de Thābit.

La simplification du texte est sensible dans beaucoup de paragraphes, il s'agit toujours d'un résumé fidèle qui reprend intégralement le contenu de la version originale. Cette simplification va de pair avec une réorganisation de certaines phrases, qui en conserve le sens, ou qui permet de le retrouver après certaines erreurs de copistes. Par exemple, dans le premier paragraphe de la partie D (د), le mot *tajannaba* (éviter ou éliminer) avait été lu *baḥatha* (rechercher), dont le graphie est proche si l'on fait abstraction des points diacritiques; une reprise du texte a conduit un rédacteur à ajouter deux fois une négation dans la proposition subordonnée pour retrouver le sens du raisonnement.

Le vocabulaire de la version N se trouve également «modernisé» dans la version O-P:

al-taqwīm remplace la plupart du temps *al-ḥaraka al-ḥaqīqiyya*, ou *al-masīr al-ḥaqīqī*, et une fois *al-masīr al-mukhtalif*, pour désigner le mouvement vrai.

khusūf remplace *kusūf qamarī* pour les éclipses de lune.

taqwīm al-shams (mouvement vrai du soleil) est mis une fois à la place de *masīr al-shams al-mustawī* (mouvement uniforme, ou moyen, du soleil), dans le premier paragraphe de la partie F (و), et c'est une erreur au niveau des termes

eux-mêmes, mais dans le contexte le sens est conservé, car les deux mouvements sont égaux pour le cas considéré en cet endroit.

Parties G et H

Les manuscrits *O* et *P* portent ensuite en marge la lettre *G* (ج), mais le texte se poursuit sans autre discontinuité, alors que plus rien ne correspond à cela dans *N*. Cette fin de la version *O-P* comporte nettement deux parties, bien que rien ne soit signalé en marge pour ce qui est appelé ici «partie H», et cet assemblage paraît totalement artificiel.

Partie G

Nous y trouvons un procédé purement arithmétique qui permet de calculer de façon sûre l'intervalle de temps entre deux éclipses de lune très éloignées, de telle sorte qu'il ne soit pas possible de faire une erreur d'un mois lunaire. Ces cycles sont mentionnés par Ptolémée en *Almageste* IV, 2³: le plus célèbre d'entre eux est le «Saros», de 18 ans et 10 ou 11 jours, qui n'est cependant pas mentionné ici.

Bien qu'il y soit question d'intervalles de temps entre des éclipses de lune, il est clair que cette *partie G* est un fragment de texte tout à fait indépendant des parties précédentes. En effet, nous n'y trouvons qu'une méthode pratique; les quelques rappels théoriques ne tiennent pas compte de ce qui précède et mettent en œuvre un raisonnement qui appartient à un stade de réflexion bien inférieur à ce qui a été développé dans les *parties A à F*. De plus, les manuscrits nous offrent un texte arabe très embrouillé, différent de ce que Thābit nous présente dans ses traités; cette difficulté du texte est aggravée par le fait qu'il s'y trouve une lacune peut-être importante, facilement discernable au début du dernier tiers de ce fragment.

Remarquons encore que la recherche qui est menée ici vise à calculer de façon très exacte le nombre des mois lunaires inclus dans un très long intervalle de temps. Pour l'auteur cela n'allait pas de soi, et il avait peur de sauter une unité; il est alors clair qu'il ne vivait pas dans le cadre d'une société arabo-musulmane. En effet, là où le calendrier de l'Hégire est le calendrier officiel, il n'y a aucune difficulté à faire le décompte des mois lunaires, même sur un très grand nombre d'années, en étant sûr de ne pas manquer une unité.

Cependant, la méthode présentée est adroite, et nous verrons que la vérification faite sur deux «Saros» successifs permet de constater qu'elle fonctionne bien.

Cette *partie G* forme ainsi une unité autonome, et son attribution à Thābit paraît erronée, aussi bien en raison du faible niveau du raisonnement utilisé que du fait que Thābit vivait sous le régime du calendrier de l'Hégire.

Il est alors possible de faire quelques remarques sur l'origine de ce fragment: il pourrait s'agir d'un texte traduit en arabe de façon laborieuse, ce qui expliquerait certaines difficultés du style; il est postérieur à Ptolémée puisque celui-ci y est cité; il est né dans un milieu ne possédant pas de calendrier lunaire officiel. C'est tout ce que nous pouvons dire dans l'état actuel de nos connaissances.

Partie H

Le texte présente de nouveau une discontinuité de contenu et de style, sans qu'aucune indication n'en soit donnée dans les manuscrits *O* et *P*. Il s'agit maintenant d'une réflexion de fond sur la composition des mouvements de la lune et sur leur système d'entraînement, à partir des études de Ptolémée: comment penser le mouvement de l'apogée de l'excentrique et celui du centre de l'épicycle de telle sorte que l'on puisse faire se correspondre le modèle mathématique, l'observation et certains principes mécaniques?

Le contenu de ce fragment a de l'importance, et la méthode utilisée présente un intérêt certain. La discussion, telle qu'elle est menée, montre l'impossibilité de concevoir le modèle lunaire de Ptolémée dans le cadre des sphères matérielles telles qu'elles sont décrites dans le *Livre des Hypothèses*⁴, comme nous le verrons en conclusion du commentaire à la traduction. Cette discussion se réfère à un développement sur la composition de différents mouvements circulaires et sur leurs «forces» d'entraînement, mais ce raisonnement est seulement évoqué. Il est donc manifeste que ce fragment est présenté isolément de son contexte, et nous pouvons faire deux hypothèses: ou bien nous n'avons ici que l'application au cas de la lune d'un traité très général sur la composition de mouvements circulaires, ou bien ce texte n'est que le fragment d'un traité sur l'ensemble des mouvements célestes, dont la partie théorique serait simplement rappelée rapidement. A la fin du commentaire nous tenterons certains rapprochements avec d'autres fragments d'œuvres de Thābit pour montrer que ce problème était débattu à son époque, et qu'il est possible que ce fragment-ci soit de lui ou de l'un de ses contemporains.

Revenons maintenant sur le problème global de l'existence des deux versions du texte. Le manuscrit *N* présente un traité complet et cohérent, qui nous permet d'avoir accès à l'original de Thābit, tandis que les manuscrits *O* et *P*

offrent le même traité dans une nouvelle rédaction, accompagné de deux fragments ajoutés de façon totalement artificielle. Nous pouvons admettre que ces deux derniers manuscrits ont pour ancêtre commun le texte tel que l'avait travaillé Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī, environ quatre siècles après la rédaction par Thābit du traité contenu dans le manuscrit *N*. Le colophon de chacun des manuscrits *O* et *P* remonte très probablement à celui qu'avait écrit Quṭb al-Dīn, car la formulation de l'un et l'autre est très proche; ce colophon indique alors que cet auteur avait reçu le texte déjà assemblé de cette façon. Est-ce lui qui a proposé une nouvelle rédaction pour les parties *A* à *H* en gardant intégralement le contenu du traité? Il est difficile de pouvoir répondre positivement ou négativement, mais la grande compétence de cet auteur en astronomie⁵ conduit à penser qu'il n'aurait pas recopié un texte sans en rectifier éventuellement les erreurs de transmission dues aux copistes successifs. Quoi qu'il en soit, l'existence de ces deux versions nous permet de juger de la transformation d'un texte scientifique précis après quatre siècles de tradition manuscrite. Il ne faut pas pour autant en tirer hâtivement une loi générale, mais d'autres exemples de textes scientifiques arabes anciens montrent que le cas de ce traité de Thābit n'est pas unique,⁶ et l'intérêt de celui-ci réside dans le fait que les deux versions successives nous en ont été transmises dans de bonnes conditions.

II. Édition des textes

رسالة في حركة النيرين

[س - ع]

[ن]

[ع] ٧٤ و

/ باسم الله الرحمن الرحيم

[ن] ٩١ /

/ رسالة لأبي الحسن ثابت بن قرّة
الحرّاني في حركة النيرين .

قول لأبي الحسن ثابت بن قرّة ،
رحمه الله ، في إيضاح الوجه الذي ذكر
بطلميوس أن به استخراج من تقدّمه
مسيرات القمر الدورية وهي المستوية .

- ١٠ -

كل زمانين متساويين ، فإنّ كل
واحد من النيرين إنّما تستوي حركته
الحقيقية فيهما على أحد أربعة أوجه
فقط ، من سبعة أوجه سنصفها ، وإنّما
تختلف على أحد الثلاثة الأوجه الباقية
فقط .

كل زمانين متساويين ، فإنّ كل
واحد من النيرين إنّما تستوي حركته
الحقيقية فيهما على أحد أربعة أوجه
فقط ، من سبعة أوجه سنصفها ، وإنّما
تختلف على أحد الثلاثة الأوجه الباقية منها
فقط .

برهان ذلك : أنّ كل زمانين
متساويين ، فإنّ كل واحد من النيرين
يقطع فيهما بحركته الوسطى في الطول
مسافتين متساويتين ، فأما بالحركة الحقيقية
فقد يمكن أن يقطع الواحد منهما مسافتين
متساويتين ومختلفتين .

برهان ذلك : أنّ كل زمانين
متساويين ، فإنّ كل واحد من النيرين
يقطع فيهما بحركته الوسطى في الطول
مسافتين متساويتين ، فأما بالحركة الحقيقية
فقد يمكن أن يقطع الواحد منهما مسافتين
متساويتين ، / ويمكن أن يقطع مسافتين
مختلفتين .

[ن] ٩٢ /

ولا بدّ لوسط الشمس فيهما من أحد
سبعة أوجه :

ولا بدّ لحركة الشمس الوسطى من
أحد سبعة أوجه :

إمّا أن تكون قطعت في كل منهما
دوائر تامّة ، أو ناقصة ، فتكون فضلت لها
فيهما إمّا قوسان لا اختلاف لهما ، أو لهما
اختلافان متساويان ، والحركة الحقيقية
أصغر من الوسطى فيهما ، أو بالعكس

١. إمّا أن تكون قد قطعت في كل واحد
منهما دوائر تامّة ،
٢. وإمّا ناقصة ، فتكون قد فضلت لها
فيهما إمّا قوسان ليس لواحدة منهما
اختلاف ،

[س - ع]

أحد الأربعة الأول من السبعة ، تساوت المسافتان اللتان يقطعهما القمر بالتقويم في الزمانين المتساويين ، واختلفت إذا كان على أحد الثلاثة البواقي .

فقد تبين أن كل واحد من النيران إنما يستوي تقويمه في زمانين متساويين ، أي زمانين كانا على أحد الأربعة الأول التي له ، ويختلف على أحد الثلاثة البواقي .
- وذلك ما أردناه^٦ - .

[ن]

فيجب ويتبين من أمره ، في كل زمانين متساويين ، مثل الذي وجب في الشمس من أنه ، إذا كان الأمر على أحد الوجوه الأربعة الأول من الوجوه السبعة ، كانت المسافتان اللتان يقطعهما القمر بحركته الحقيقية ، في الزمانين المتساويين ، متساويتين . وإذا كان الأمر على أحد الثلاثة الأوجه الأواخر منها ، كانتا غير متساويتين .

فقد تبين ، مما قلنا ، أن كل واحد من النيران جميعاً إنما تستوي حركته الحقيقية في زمانين متساويين ، أي زمانين كانا على أحد الوجوه الأربعة الأول من السبعة التي له فقط ، وإنما تختلف على أحد الوجوه الثلاثة الأواخر منها فقط .
- وذلك ما أردنا أن نبين - .

- ب^٧ -

كل زمانين متساويين تكون في أطرافهما خسوفات ، فإنه ، إن كان تقويماً الشمس فيهما متساويين ، فإن تقويماً القمر أيضاً فيهما متساويان ، وإن كانا مختلفين ، كانا مختلفين .

برهان ذلك : أن كل زمان يكون في طرفيه خسوفان ، فإن القمر يقطع فيه^٨ أبداً بمسيره المختلف مسافة مبلغها أكثر مما قطعه^٩ الشمس بمسيرها المختلف بأدوار تامّة ، لأن بين النيران ، في طرفيه بتقويمهما ، نصف دائرة .

وكل زمانين ، تكون في أطرافهما

[ن] ٩٥ /

كل زمانين متساويين تكون في أطرافهما خسوفات قمرية ، فإنه ، إن كان مسيراً الشمس الحقيقيان فيهما متساويين ، فإن مسيري القمر الحقيقيين أيضاً فيهما متساويان ، لا محالة ، وإن كانا مختلفين ، كانا مختلفين .

برهان ذلك : أن كل زمان يكون في طرفيه خسوفان قمران ، فإن القمر يقطع فيه أبداً بمسيره المختلف مسافة مبلغها أكثر مما قطعه الشمس بمسيرها المختلف بأدوار تامّة ، وذلك أنه يكون بين الشمس والقمر في طرفي ذلك الزمان جميعاً ، بمسيرهما المختلف ، شيء واحد وهو نصف دائرة .
فكل زمانين تكون في أطرافهما

[س - ع]

فيهما^٢ ، أو الحركة الحقيقية أعظم في إحداها وأصغر في الأخرى ، أو لهما اختلافان غير متساويين ، أو لإحداها اختلاف والأخرى لا اختلاف لها .

فإن كان ذلك كذلك ، وكانت المسافتان الوسطيان اللتان تقطعهما في كل زمانين متساويين < متساويتين > ، فهما إما دوائر تامّة ، أو ناقصة يفضل منهما فيهما^٣ قوسان متساويتان ، فإنه متى كان الأمر على أحد الأربعة الأول من السبعة المذكورة ، كانت المسافتان اللتان تقطعهما الشمس بالتقويم أيضًا ، في الزمانين المتساويين ، متساويتين . وإن كان على أحد الثلاثة البواقي ، كانتا غير متساويتين .

وكذا القمر أيضًا ، لا بدّ له ، في كل زمانين متساويين ، من أحد سبعة أوجه هي نظائر سبعة الشمس^٥ ، لأنه إما أن يتمّ فيهما دوائر الاختلاف ، أو لا . فينقسم أمره إلى مثل ما انقسم إليه أمر الشمس ، / من أنه ، إذا كان الأمر على

[ع.] / ٧٤ ظ

[ن]

٣. وإما قوسان لهما اختلافان متساويان ، والحركة الحقيقية في كل واحدة منهما أصغر من الوسطى ،

٤. وإما قوسان لهما اختلافان متساويان ، والحركة الحقيقية في كل واحدة منهما أعظم من الوسطى ،

٥. وإما قوسان لهما اختلافان متساويان ، والحركة الحقيقية في إحداها أعظم من الوسطى ، وفي الأخرى أصغر منها ،

٦. وإما قوسان لهما اختلافان غير متساويين ،

٧. وإما قوسان لإحداها اختلاف والأخرى لا اختلاف لها .

فإذ كان ذلك كذلك ، وكانت المسافتان الوسطيان اللتان تقطعهما في كل زمانين متساويين متساويتين ، كما قلنا ، فهما إما دوائر تامّة ، وإما ناقصة نقصانًا يكون ما يفضل منها بعده فيهما جميعًا قوسين متساويتين ، فإنه متى كان الأمر على أحد الوجوه الأربعة الأول من السبعة الوجوه التي ذكرنا ، كانت المسافتان اللتان تقطعهما الشمس بحركتها الحقيقية أيضًا ، في الزمانين المتساويين ، متساويتين . وإذا كان الأمر على أحد الثلاثة الوجوه الأواخر منها ، كانتا غير متساويتين .

وكذلك القمر أيضًا ، لا بدّ له ، في كل زمانين متساويين ، من أحد / سبعة أوجه هي نظائر للوجوه السبعة التي للشمس ، لأنه إما أن يتمّ فيهما دوائر الاختلاف ، وإما ألا يتمّهما . فينقسم أمره إلى مثل ما انقسم إليه أمر الشمس ،

[ن] / ٩٤

[س - ع]

خسوفات ، وتقطع الشمس فيهما بالتقويم مسافتين ، فإن القمر فيهما بتقويمه^{١١} يقطع أيضاً^{١٢} مسافتين يفضل كل منهما على تقويم الشمس ، في كل من الزمانين ، بأدوار تامّة ، وعدتها أيضاً تكون متساوية متى كان الزمانان متساويين .

فإن كان الزمانان^{١٢} المذكوران متساويين ، وكان ما حصل فيهما من تقويمي الشمس^{١٣} فيهما متساوياً ، فإن تقويمي القمر فيهما أيضاً متساويان ، لا محالة ، وإن كانا مختلفين كانا مختلفين . - وذلك ما أردناه - .

[ن]

كسوفات قمرية ، وتقطع الشمس فيها جميعاً بحركته الحقيقية مسافتين ما ، فإن القمر أيضاً يقطع بمسيره الحقيقي مسافتين يفضل كل واحدة منهما على مسير الشمس الحقيقي ، في كل واحد من الزمانين ، بأدوار تامّة ، وعدتها أيضاً تكون متساوية متى كان الزمانان متساويين .

/ فإن كان إذن الزمانان اللذان ذكرنا ، أعني اللذين في أطرافهما كسوفات قمرية ، زمانين متساويين ، وكان ما حصل فيهما من مسيري الشمس الحقيقيين متساوياً ، فإن مسيري القمر الحقيقيين أيضاً فيهما متساويان ، لا محالة ، وإن كانا مختلفين كانا مختلفين . - وذلك ما أردنا أن نبين - .

[ن] ٩٦ /

- ج ١٤ -

كل زمانين متساويين تكون في أطرافهما خسوفات ، وتكون الشمس فيهما^{١٥} على أحد الأربعة الأول ، من السبعة التي لها ، فإن القمر أيضاً على أحد^{١٦} الأربعة الأول ، ممّا ذكرنا له . وإن كانت الشمس فيهما على أحد الثلاثة الأواخر ، يكون القمر أيضاً على أحد / الثلاثة الأواخر .

/ [ع]

كل زمانين متساويين تكون في أطرافهما كسوفات قمرية ، وتكون الشمس فيهما جميعاً على أحد الوجوه الأربعة الأول ، ممّا ذكرناه لها ، فإن القمر أيضاً على أحد الأربعة الوجوه الأول ، ممّا ذكرناه له . وإن كانت الشمس فيهما على أحد الثلاثة الأوجه الأواخر ، ممّا ذكرناه لها ، كان القمر أيضاً على أحد الثلاثة الأوجه الأواخر الباقية ممّا ذكرناه له .

برهان ذلك : / أن الزمانين متساويان^{١٧} ، وإذا كان أمر الشمس على أحد الأربعة ، فإن مسافتي تقويمي الشمس فيهما متساويتان ، وإذا تساوتا ،

/ [س]

برهان ذلك : أن الزمانين متساويان ، وإذا كان أمر الشمس ، في زمانين متساويين ، على أحد الوجوه الأربعة الأول ، فإن مسافتي مسيري / الشمس

[ن] ٩٧ /

[ن]

الحقيقيين فيما متساويتان ، وإذا كانتا متساويتين ، وكانت في أطراف ذينك الزمانين كسوفات قمرية ، استوت أيضاً في ذينك الزمانين مسافتا مسير القمر الحقيقي ، وإذا استوت هاتان المسافتان ، والزمانان متساويان ، كان أمر مسير الاختلاف للقمر على أحد الوجوه الأربعة الأول ، لا غير .

وأيضاً ، فإنه إذا كان أمر الشمس ، في الزمانين اللذين ذكرنا ، على أحد الثلاثة الأوجه الأواخر من السبعة ، فإن مسافتي مسيرها الحقيقي فيهما مختلفتان ، إذ كان الزمانان متساويين . وإذا اختلفتا ، اختلفت مسافتا مسير القمر الحقيقي ، إذ كان في أطراف الزمانين كسوفات قمرية وكانا متساويين ، وإذا اختلفت هاتان المسافتان للقمر فيهما ، كان أمر مسير الاختلاف للقمر على أحد الثلاثة الأوجه الأواخر من السبعة لاستواء الزمانين .
- وذلك ما أردنا أن نبين - .

[س - ع]

وكان في أطراف الزمانين خسوفات ، استوت أيضاً مسافتا تقويمي القمر ، فإذا استوت هاتان المسافتان ، والزمانان متساويان ، كان أمر مسير اختلاف القمر على أحد الأربعة الأول ، لا غير .

وأيضاً ، إذا كان أمر الشمس ، في الزمانين ، على أحد الثلاثة لا غير ، فإن مسافتي تقويمي الشمس فيهما مختلفتان ، إذ كان الزمانان متساويين^{١٨} . وإذا اختلفتا ، اختلفت مسافتا تقويمي القمر ، إذ كان في أطراف الزمانين خسوفات وكانا متساويين ، وإذا اختلفت هاتان المسافتان للقمر فيهما ، كان أمر مسير الاختلاف للقمر على أحد الثلاثة الأواخر لاستواء الزمانين .
- وذلك ما أردناه - .

- ٢٠ -

[ن] ٩٨ /

إذا كان زمانان متساويان في أطرافهما خسوفات ، وأردنا أن نعلم هل يكون القمر^{٢١} فيهما قد تمّ من مسير الاختلاف دوائر تامّة ، فينبغي أن نبحت أولاً فيهما من أمر الشمس ألا يكون على أحد الثلاثة الأواخر ، وأن يكون على أحد الأربعة الأول ، وكذا القمر ألا يكون على أحد ثلاثة س نصفها .

إذا كان زمانان متساويان في أطرافهما كسوفات قمرية ، فأردنا أن يكون القمر قد تمّ فيهما من مسير الاختلاف دوائر تامّة ، فإننا نحتاج أن نتجنب أولاً من أمر الشمس أن تكون على شيء من الوجوه الثلاثة الأواخر ، من السبعة الأوجه التي وصفناها ، ونلتمس أن تكون على أحد الأربعة الأوجه الأول الباقية . ثم نتجنب من أمر القمر ، مع ذلك ، ثلاثة أوجه س نصفها من السبعة الأوجه التي ذكرنا له .

[س - ع]

فإنّا ، إذا فعلنا ذلك كله ، كان القمر قد تمّم بمسير^{٢٢} الاختلاف دوائر تامّة .

برهان ذلك : أنا إنّما نطلب في الزمانين أن تكون دوائر الاختلاف تامّة ، وهذان الزمانان متساويان ، وفي أطرافهما خسوفات^{٢٣} .

فإذا تجنّبنا أن يكون أمر الشمس على أحد الثلاثة الأواخر ، كان على أحد الأربعة الأول ، وإذا كان أمرها على أحد الأربعة الأول ، كان اختلاف القمر على أحد الأربعة الأول . فلم يبق علينا حينئذٍ إلا ما يجب تجنّبه في القمر .

فما لا ندري / معه : هل يتمّم دوائر الاختلاف أم لا؟^{٢٤} وهي ثلاثة أوجه من هذه الأربعة ، التي حصل عليها أمره . وجه منها أن لا يكون للقطعتين الفاضلتين من دوائر الاختلاف في الزمانين اختلاف ، ووجهان آخران أن يكون لهما اختلاف بعينه ، إلى الزيادة أو إلى النقصان عن الحركة الوسطى .

فإذا تجنّبنا إذن هذه أيضًا ، حصل لنا الوجه الأول وحده ، وهو أن يكون القمر قد تمّم بمسير الاختلاف دوائر تامّة .

[ن]

فإنّا ، إذا فعلنا ذلك كله ، كان القمر قد تمّم بمسير الاختلاف دوائر تامّة .

برهان ذلك : أنا إنّما نطلب في هذين الزمانين أن تكون دوائر الاختلاف للقمر فيهما تامّة ، وهذان الزمانان هما متساويان ، وفي أطرافهما خسوفات قمرية .

فإذا تجنّبنا فيهما أن يجري أمر الشمس على أحد الثلاثة الأوجه الأواخر من السبعة ، كان قد جرى أمرها فيهما على أحد الوجوه الأربعة / الأول ، وإذا جرى أمرها على أحد الأربعة الأوجه الأول ، كان الاختلاف للقمر على أحد الأربعة الوجوه الأول من وجوهه . فلم يبق علينا ، حينئذٍ ، إلا ما يجب تجنّبه في القمر .

فما لا ندري معه : هل يتمّم دوائر الاختلاف أم لا؟ وهي ثلاثة أوجه من هذه الأربعة ، التي حصل عليها أمره . وجه منها أن تكون القطعتان من دوائر الاختلاف الفاضلتان في الزمانين لا اختلاف لهما ، ووجهان آخران أن تكونا قطعتين لهما اختلاف واحد بعينه ، إلى الزيادة جميعًا أو إلى النقصان جميعًا عن الحركة الوسطى .

فإذا تجنّبنا إذن هذه أيضًا ، حصل لنا الوجه الأول وحده ، وهو أن يكون القمر قد تمّم بمسير الاختلاف دوائر تامّة .

[ن] ٩٩ /

[ن]

- وذلك ما أردنا أن نبين - .

وهذا يحصل ما قلنا :

الوجوه كلها ، التي تقدّم ذكرها ، سبعة .
/ منها ، ممّا قد أمناه في القمر بتجنّبنا
نظائره في الشمس كما وصفنا ، ثلاثة
أوجه ، وهي : الخامس والسادس
والسابع ، ومنها ، ممّا قد أمناه في القمر
بتجنّبنا إناه فيه ، ثلاثة أوجه وهي : الثاني
والثالث والرابع . فالباقي إذن ، بعد
ذلك ، وجه واحد ، وهو الأوّل الذي
طلبنا .

[١٠٠]

[س - ع]

- وذلك ما أردناه - .

وهذا تحصيل ما قلنا :

إنّ الوجوه كلها ، التي تقدّمت ، سبعة .
ثلاثة منها قد أمناها^{٢٥} في القمر بتجنّبنا
نظائرها في الشمس كما وصفنا ، وهي :
الخامس والسادس والسابع ، ومنها ثلاثة
أمناها^{٢٥} في القمر بتجنّبنا إياها فيه ، وهي
الثاني والثالث والرابع . فالباقي إذن ، بعد
ذلك^{٢٦} ، وجه واحد فقط ، وهو الأوّل
المطلوب .

فأمّا تجنّب هذه الأشياء ، فيكون بما
أصف : أمّا تجنّب الثلاثة الأواخر التي
للشمس ، فيكون بأن نطلب ، في
الزمانين^{٢٧} اللذين في أطرافهما خسوفات ،
أن تكون الشمس قد قطعت بتقويمها : إمّا
دوائر تامّة فقط ، أو دوائر تامّة معها قسيّ
متساوية ، إذ بيّنا أنه لا يكون إلاّ ومسير
الشمس على أحد الأربعة الأوّل .

فأمّا تجنّب الثاني والثالث والرابع
للقمر ، فيكون بأن نطلب في ذينك
الزمانين أن يكون ابتداءهما وآخرهما^{٢٨}
ابتداءين وآخرين لا يمكن^{٢٩} معهما شيء
منها ، وهي التي قد ذكر بطلميوس فقال :

« مثل أن يتدىء في إحدى المدتين

فأمّا تجنّبنا لهذه الأشياء التي ذكرنا ،
فإنّه يكون بما أصف : أمّا تجنّبنا للثلاثة
الوجوه الأواخر ، من الوجوه التي
للشمس ، فإنّه يكون بأن نطلب في
الزمانين المتساويين ، اللذين في أطرافهما
كسوفات < قمرية > ، أن تكون الشمس قد
قطعت بمسيرها الحقيقي : إمّا دوائر تامّة ،
/ وإمّا دوائر تامّة معها قسيّ متساوية ،
فإنّ ذلك بئن أنه لا يكون إلاّ ومسير
الشمس على أحد الأربعة الوجوه الأوّل .

[١٠١]

وأمّا تجنّبنا للثلاثة الوجوه التي ذكرنا
للقمر ، وهي الثاني والثالث والرابع ، فإنّه
يكون بأن نطلب في ذينك الزمانين أن
يكون ابتداءهما وآخرهما ابتداءين وآخرين
لا يمكن معهما شيء منها ، وهي التي
ذكرها بطلميوس فقال :

« مثل أن يتدىء في إحدى المدتين

[س - ع]

من أقلّ السير، ولا ينتهي إلى أعظم السير، ويبتدىء في المدّة الأخرى من أعظم السير، ولا ينتهي إلى أقلّ السير، أو مثل أن يبتدىء في كل واحدة^{٣٠} من المدّتين من المسير الوسط، إلّا أن الابتداء لا يكون من وسط واحد بعينه، بل يكون في إحداهما من المسير بحيث الزيادة ويكون في الأخرى / من المسير بحيث النقصان».

[ع] / ٧٦

[ن]

من أقلّ السير، ولا ينتهي إلى أعظم السير، ويبتدىء في المدّة الأخرى من أعظم السير، ولا ينتهي إلى أقلّ السير، أو مثل أن يبتدىء في كل واحدة من المدّتين من السير الوسط، إلّا أن الابتداء لا يكون من وسط واحد بعينه، بل يكون في إحداهما من السير بحيث الزيادة ويكون في الأخرى من السير بحيث النقصان».

/ - ٣١ هـ - في استخراج مسير الاختلاف للقمر

[ن] / ١٠٢

فإذا كان الأمر على ما ذكرنا، فإننا إذا أردنا مسير الاختلاف للقمر، كان الوجه فيه أن نطلب تتلاف للقمر

وإذا كان الأمر على ما ذكرنا، وأردنا أن نستخرج مسير اختلاف القمر، كان الوجه فيه أن نطلب زمانين متساويين على الصفة المتقدّمة^{٣٢}، فنكون قد وجدنا زمانين يتمّ فيهما القمر^{٣٣}، بمسيره في الاختلاف، دوائر تامّة.

فنأخذ أحد ذينك الزمانين، أيّهما شئنا إذ كانا متساويين، فنقسم على عدد أيامه عدد الأجزاء التي سارها القمر في الاختلاف في ذلك الزمان، فما خرج فهو مسير القمر في الاختلاف ليوم واحد.

فأمّا كيف نعلم عدد الأجزاء التي سارها القمر في الاختلاف^{٣٤} في ذلك الزمان، فهو بأن نأخذ عدد دوائر

فإذا كان الأمر على ما ذكرنا، فإننا إذا أردنا مسير الاختلاف للقمر، كان الوجه فيه أن نطلب زمانين متساويين يكونان على الصفة التي تقدّم ذكرها، فنكون حينئذٍ قد وجدنا زمانين تتمّ في كل واحد منهما للقمر، بمسيره في الاختلاف، عودات تامّة.

فنأخذ أحد ذينك الزمانين أيّهما شئنا إذا كانا متساويين، فنقسم على عدد أيامه عدد الأجزاء التي سارها القمر في الاختلاف في ذلك الزمان، فما خرج فهو مسير القمر في الاختلاف ليوم واحد.

فأمّا كيف نعلم عدد الأجزاء التي سارها القمر في الاختلاف في ذلك الزمان، فهو بأن نأخذ عدد أدوار

[س - ع]

الاختلاف فيه ، التي سنقر^{٣٥} كيف يعرف مبلغها ، فنضربه في ثلاثمائة وستين ، فما اجتمع فهو الأجزاء التي أردنا .

وأما مبلغ عدد هذه الأدوار ، فيعرف بأن القمر يوجد يسير في فلك البروج سيراً مختلفاً في السرعة والإبطاء ، وكل واحد من أسرع السير وأبطأ السير ، لكل كوكب ، يكون في موضع بعينه من فلكه الذي أوجب له اختلاف المسير ، لا يكون في غيره . فمتى سار السير الأسرع أو الأبطأ في وقت ما ، ثم عاد أيضاً إلى أسرع سير له أو أبطئه في وقت ثانٍ^{٣٦} ، فقد عاد من ذلك الفلك إلى الموضع الذي كان فيه أولاً .

فأما مسيراته التي بين المسيرين المذكورين ، فكل منها يكون عن إحدى جهتي أحد مسيري السير الأسرع أو^{٣٧} الأبطأ ، ويكون عن جهته الأخرى سير مثله في السرعة أو الإبطاء ، إذا لم نحتسب إلا باختلاف واحد .

فمتى سار القمر واحداً من هذه المسيرات ، ثم عاد إلى مثله ، فليس بواجب أن يكون قد عاد من فلكه^{٣٨} الذي أوجب له الاختلاف إلى الموضع الذي كان فيه أولاً إلا أن يكون في كل واحد منهما كان ذاهباً إلى السرعة أو ذاهباً إلى البطء .

[ن]

الاختلاف فيه ، التي قد نبينها بما نذكر بعد تمام هذا الباب كيف نعرف مبلغها ، فنضربه في ثلاثمائة وستين ، فما اجتمع فهو الأجزاء التي أردنا .

/ - معرفة مبلغ عدد أدوار الاختلاف -

يوجد القمر يسير في فلك البروج سيراً مختلفاً في السرعة والإبطاء ، وكل واحد من أسرع السير وأبطئه لكل كوكب يكون في موضع بعينه في فلكه الذي أوجب له اختلاف المسير ، لا يكون في غيره . فمتى سار السير الأسرع أو الأبطأ في وقت ما ، ثم عاد أيضاً إلى أسرع سير له أو أبطئه في وقت ثانٍ ، فقد عاد من ذلك الفلك إلى الموضع الذي كان فيه أولاً .

فأما مسيراته التي فيما بين المسيرين اللذين ذكرنا ، فكل واحد منها يكون عن إحدى جهتي أحد موضعي السير الأسرع أو الأبطأ ، ويكون عن جهته الأخرى سير مثله في السرعة أو الإبطاء ، إذا لم نحتسب إلا باختلاف واحد .

فمتى سار القمر واحداً من هذه المسيرات ، ثم عاد إلى مثله ، فليس بواجب أن يكون قد عاد من فلكه الذي أوجب له الاختلاف إلى الموضع الذي كان فيه أولاً إلا / أن يكون كان في كل واحد منهما ذاهباً إلى السرعة أو ذاهباً إلى الإبطاء .

/ ١٠٢

/ ١٠٤

[س - ع]

فقد يمكننا ، بأخذ هذه الوجوه المذكورة ، أن نجد بتقريب زمان عودة القمر في الفلك الذي أوجب له الاختلاف ، لو لم يكن له إلا اختلاف واحد .

فأمّا إذا كان له اختلافان ، فالوجه فيه ^{٣٩} أن نستخرجه بالعودة إلى المسير الأسرع أو الأبطأ فقط . فإذا وجدنا أيضاً ، بالطريق المتقدّم ذكرها ، الزمان الذي يتمّم هذه العودات فيه ، فقسمناه

/ على زمان العودة التي وجدناه / [س] ١٠٣
بالتقريب ، فإنّه ، إن كان ما خرج لنا عدداً صحيحاً ، كان هو عدد عودات الاختلاف في ذلك الزمان . وعلمنا مع ذلك أنّ ما كنّا أخذناه من زمان العودة بطريق الخزر ، قد اتّفق إن كان صواباً . وإن لم يكن ما يخرج صحيحاً ، فإنّ ما يقع فيه من زيادة أو نقصان سيكون يسيراً جداً بالقياس إلى العودة بأسرها . فنعلم أنّ ذلك إنّما كان بسبب ذلك > الذي < وقع في زمان العودة المأخوذة بالتقريب ، وأنّه لا يمكن أن تزداد بسبب ذلك عودة ولا أن تنقص عودة .

وإن كان العدد الذي خرج للعودات معلوماً ، وكان لا يمكن أن تزداد فيه عودة واحدة ولا أن تنقص منها عودة واحدة ، فضلاً عمّا هو أكثر من ذلك ، وكانت العودات مع ذلك تامّة بالصحة ، فإنّ

[ن]

فقد يمكننا ، بأخذ هذه الوجوه التي ذكرنا ، أن نجد بالتقريب زمان عودة القمر في الفلك الذي يوجب له الاختلاف ، لو لم يكن له إلا اختلاف واحد .

فأمّا إذا كان الاختلافان ، فالوجه في ذلك أن نستخرجه بالعودة إلى المسير الأسرع أو الأبطأ فقط . وإذا وجدنا ، بالطريق الذي تقدّم ذكره ، الزمان الذي تمّم هذه العودات فيه ، فقسمناه على

زمان العودة الذي وجدناه بالتقريب ، فإنّه ، إن كان ما يخرج لنا عدداً صحيحاً ، كان هو عدد عودات الاختلاف في ذلك الزمان . وعلمنا مع ذلك أنّ زمان العودة ، الذي أخذناه بطريق الخزر ، قد اتّفق إن كان صواباً .

وإن لم يكن ما يخرج صحيحاً ، فإنّ ما يقع فيه من زيادة أو نقصان سيكون / بالقياس إلى العودة بأسرها يسيراً جداً .

فنعلم أنّ ذلك إنّما كان بسبب ذلك > الذي < وقع في زمان العودة المأخوذة بالتقريب ، وأنّه لا يمكن أن تزداد أو تنقص بسبب ذلك عودة .

وإذ كان العدد الذي خرج للعودات معلوماً ، وكان لا يمكن أن تزداد عليه عودة واحدة ولا أن تنقص منه عودة واحدة ، فضلاً عمّا هو أكثر من ذلك ، وكانت العودات مع ذلك تامّة بالصحة ، فإنّ

[ن] ١٠٥

[س - ع]

فإنّ الذي خرج هو عدد العودات التامة في ذلك الزمان. فإذا عدنا فقسنا عليه أيام ذلك الزمان، كان ما يخرج هو زمان العودة الواحدة على الاستقصاء.

[ن]

الذي خرج هو عدد العودات التامة في ذلك الزمان. فإذا عدنا فقسنا عليه أيام ذلك الزمان، كان ما يخرج هو زمان العودة الواحدة على الاستقصاء.

- و١ - في استخراج مسير الطول

وأما مسير الطول المستوي للقمر، فيعرف بهذا الوجه لما كان قد تبين أنّ عودات الاختلاف في كل واحد من الزمانين اللذين ذكرنا تامة، وجب أن يكون تقويم القمر فيه كوسطه، لكن^{٤٢} تقويم القمر فيه كتقويم الشمس فيه مزيداً على ذلك دوائر تامة، عدتها عدة شهور ذلك الزمان، وعدة شهور ذلك الزمان معلومة. فعدة هذه الدوائر معلومة، وتقويم الشمس معلوم.

فمجموع ذلك معلوم، وهو مثل / تقويم القمر كما قلنا. فتقويمه معلوم، وتقويم القمر بيننا أنه كوسطه، فوسطه في الزمان المذكور معلوم. فإذا قسمنا هذا المسير على عدد أيام الزمان، كان ما يخرج، وهو وسط القمر في اليوم الواحد، معلوماً.

وأما مسير الطول المستوي، فنعرفه بهذا الوجه لما كانت عودات الاختلاف، في كل من الزمانين / اللذين ذكرنا، تامة، فوجب أن يكون مسير القمر الحقيقي فيه مثل مسيره المستوي فيه. لكن مسير القمر الحقيقي فيه مثل مسير الشمس المستوي فيه مزيداً على ذلك دوائر تامة بعدة شهور ذلك الزمان، وعدة شهوره معلومة. فتكون عدة هذه الدوائر معلومة، ومسير الشمس الحقيقي معلوم.

فمجموع ذلك معلوم، وهو مثل مسير القمر الحقيقي كما قلنا. فمسير القمر الحقيقي إذن معلوم، ومسير القمر الحقيقي قد بينا أنه مثل مسيره المستوي. فيكون مسير القمر المستوي في الطول، في الزمان الذي ذكرنا، معلوماً. فإذا قسمنا هذا المسير على عدد أيام ذلك الزمان، كان ما يخرج، وهو مسير القمر المستوي في الطول في اليوم الواحد، معلوماً.

/ تم قول أبي الحسن ثابت بن قرّة، رضي الله عنه، في إيضاح الوجه الذي ذكر بطلميوس أن به استخراج من تقدمه

[ن] ١٠٦ /

[ن] ١٠٧ /

/ [ع] ٧٧ و

[ن]

مسيرات القمر الدورية وهي المستوية ،
 والله الحمد . نسخته من نسخة لأبي الحسن
 ثابت بن قرّة ، رحمه الله ، لم تكن
 بخطّه . قوبل بهذه النسخة ، والله المنّة ،
 وصحّ .

[س - ع]

- ز^٣ -

لَمَّا كان القصد^{٤٤} ، في الزمان الذي حكاه بطلميوس في الباب الثاني من المقالة الرابعة
 عن إبرخس ووصف أنه وجده يحيط أبدأً بشهور متساوية العدة ومن عودات الطول والاختلاف
 بعودات متساوية العدة^{٤٥} ، معرفة عدّة عودات القمر في الطول ليكون المسير الوسط في يوم
 معلوماً ، ومعرفة عوداته أيضاً في الإختلاف ،

وكان القمر يقطع في الطول في كل شهر دورة تامّة ، وقوساً مساوية للقوس التي تقطعها
 الشمس في ذلك الشهر بحركتها الحقيقيّة ، وكانت حركة القمر في الطول في هذا الزمان لذلك
 تزيد على حركة الشمس الحقيقيّة فيه أدواراً عدتها مساوية لأدوار الشهور التي يحيط بها هذا
 الزمان ،

احتيج في معرفة أدوار القمر في الطول إلى^{٤٦} أن يكون قد تقدّم فعلم عدد الشهور التي
 يحيط بها هذا الزمان وذلك محتاج إلى تحصيل يوثق به ، إذ^{٤٧} كان لا يؤمن معماً^{٤٨} عليه هذا
 الزمان من الطول فوت شيء من عدد الشهور التي مرّت فيه عند القصد إلى الوقوف^{٤٩} على
 ذلك .

والسبيل في معرفة ذلك ، إذ كُنّا قد علمنا بطول مشاهدتنا لمدد الشهور أن شهور سنة لا
 تتوالى بأن تكون أيّام كل^{٥٠} واحد منها تسعة وعشرين يوماً فقط ولا تتوالى أيضاً ثلاثين يوماً ، أن
 نأخذ كسوفاً نتوخّى فيه أن يكون ، بينه وبين الكسوف الأوّل من الكسوفين اللذين في طرفي
 هذا الزمان المذكور ، أيّام تامّة أو أيّام^{٥١} تامّة معها كسريوم ، تكون عدّة الأيّام التامّة المأخوذة
 وحدها إن اتفقت بين الكسوفين ، أو التامّة / المأخوذة مع الكسر ، أحد الأعداد التي بين / [ع] ٧٧ ظ
 العددين اللذين أحدهما المجتمع من ضرب ثلاثين في تسعة وعشرين والآخر المجتمع من ضرب
 تسعة وعشرين في تسعة وعشرين .

[س - ع]

فإننا ، متى وجدنا كسوفين بهذه الصفة ، كنا قد أحطنا علماً بأن عدّة الشهور التي مرّت بينهما تسعة وعشرون شهراً ، وذلك أنّه لمّا لم يكن يجوز أن تتوالى شهور سنة ، وهي أقلّ من تسعة وعشرين شهراً ، بأن تكون أيّام كل واحد منها تسعة وعشرون يوماً ولا بأن تكون أيّامه ثلاثين يوماً ، كان مقدار زيادة الأيام التي مرّت بين هذين الكسوفين على ضرب تسعة وعشرين شهراً في تسعة وعشرين يوماً ، هو أيّام عدّتها عدّة الشهور التي مرّت بين هذين الكسوفين وأيّام كل واحد منها ثلاثون يوماً .

وإنما قصدنا إلى هذا الزمان لأنّه لا يجوز أن يقع في مثله غلط شهر - إذ كان غلط شهر ، فما فوقه ، إنّما يمكن أن يقع في زمان يحيط بعدّة من الشهور متى عمل على أن عدّة الشهور التي مرّت فيه ، وأيّام كل واحد منها تسعة وعشرون يوماً تسعة وعشرون يوماً^{٥٢} أو ثلاثون يوماً ثلاثون يوماً ، مقدار ما من العدد - فلم يظهر من ذلك مناقضة لما شوهد ، من أنّه لا يجوز أن تتوالى شهور سنة بتسعة وعشرين يوماً تسعة وعشرين يوماً ، ولا بثلاثين يوماً ثلاثين يوماً .

<....>^{٥٣}

ثم عمل على أن عدّة هذه الشهور التي تحيط بأحد النصفين مقدار أقلّ من المقدار الأوّل ، أو أكثر بتسعة وعشرين شهراً ، فلم يظهر أيضاً مناقضة لما قيل أنّه شوهد .

فقد تبين إذن أنّه ، متى سلك في تحصيل الشهور هذا الطريق ، لم يقع في عدّة ما يخرج منها غلط .

وإن وجدنا أيضاً كسوفين يكون عدد الأيام التي بينهما أقلّ من المجتمع من ضرب تسعة وعشرين في مثله ، أمكننا أن نعلم عدد الشهور التي مرّت أيضاً فيه ، بأن نأخذ الجزء من تسعة وعشرين منه ، فيكون ما فيه من الأعداد الصحاح عدد تلك الشهور^{٥٤} .

ولا نزال نجري على / هذا السبيل بأن نطلب كسوفات متّصلة ، بين كل اثنين منها^{٥٥} أيّام / [ع] ٧٨ و نقف بها على عدّة الشهور ، كما ذكرنا ، حتّى يفنى هذا الزمان ، فنكون قد علمنا عدد جميع الشهور التي مرّت فيه .

وإن لم تتفق كسوفات قمرية على ما وصفنا ، التمسنا كسوفاً شمسياً يكون ما بينه وبين أحد الكسوفات القمرية التي ننتهي إليها ، على صحّة ، عدد يزيد على أحد تلك الأعداد بمقدار^{٥٦} عدد نصف شهر بالتقريب ، أو ينقص عنه ، ليكون ، إذا / وضعنا نصف قسط^{٥٧} / [س] ١٠٣ ط الشهر بالتقريب من ذلك الزمان ، كان ما يبقى يحيط بشهور تامّة يمكن الوقوف على عدّتها بمثل ما تقدّم .

[س - ع]

< - ح - >

إن عمل في الأفلاك التي وضعها بطليموس للقمر ، في المقالة الرابعة والخامسة من المجسطي ، على أن مركز فلك التدوير يقطع على توالي البروج في كل يوم ، من محيط الخارج المركز ، ضعف البعد الأوسط بين النيرين ليوم ، وأن الخارج يتحرك وينتقل مركزه وبعده الأبعد قدمًا كل يوم ما يزيد به ضعف هذا البعد الأوسط ليوم بين النيرين على حركة مركز التدوير التي تظهر له في الدائرة المائلة للقمر ، فإذ ^{٥٨} حينئذ مركز التدوير قدمًا معه ، حتى يصير الحاصل من الحركة لمركز التدوير على توالي البروج هو حركة العرض ، كان ما يظن من هذا مستحيلًا لأنه إنما كان يجوز أن يكون الأمر على هذا لو كان استواء حركة مركز التدوير عند مركز الخارج .

فأما والخط الخارج من مركز البروج إلى مركز التدوير هو الذي يحرك ذلك التدوير ، وإنما يكون استواء حركته عند مركز البروج ، فليس يمكن ذلك . وذلك أنه إذا توهّم أن مركز التدوير على الأوج ، والخطين الخارجين من مركز البروج ^{٥٩} إلى الأوج وإلى مركز التدوير منطبقان ^{٦٠} ثم انفكّا ، فتحرك خط التدوير إلى التوالي وخط الخارج ^{٦١} إلى خلافه .

ولا يجوز أن يردّ أحدهما الآخر ويعوّقه وقتًا من / الأوقات ، إلا وجب ^{٦٢} ذلك له أبدًا / [ع] ٧٨ ظ لأن سبيل وقت واحد كسبيل سائر الأوقات ، إذ كانت كل واحدة من القوتين ^{٦٣} على حال واحدة أبدًا .

فتبطل حينئذ حركة إحداهما ، وتصير تابعة لصاحبتهما .

ولا يجوز أيضًا أن تتبع إحداهما الأخرى تارة ، ثم لا تتبعها أخرى ، مثل أن يتبع خط التدوير لخط الخارج ، حتى يتحرك مركز التدوير مرة إلى المشرق ومرة إلى المغرب .

فلما لم يجز من هذا شيء ، لأن الخط الذي يحرك مركز التدوير ويحوّض به محيط الخارج هو الخارج من مركز البروج إليه ، ولأن استواء حركة هذا الخط عند مركز البروج ، وجب أن لا يكون هذان الخطان المحركان لمركز التدوير وللخارج متجاذبين ولا متمانعين ، لأنهما ، لو كان كذلك ، لوجب أن يقفا ، إن تساويا في القوة ، أو أن يتبع الضعيف القوي ، إن اختلفا فيهما ، وأن يكون ذلك لهما دائمًا .

فإذن مركز التدوير يحرك الخط الخارج إليه من مركز البروج ، ويحوّض به محيط الخارج المركز ، على أن استواء حركته عند مركز البروج ، ويقطع به في كل يوم على توالي البروج الحركة التي تظهر لمركز التدوير في دائرة الميل ، وهي حركة العرض .

[س - ع]

فإذن الخطّ الخارج من مركز البروج إلى الأوج يحرك هذا الفلك كل يوم ما يزيد
ضعف البعد الأوسط بين النيرين ليوم ، على حركة القمر في العرض ليوم .

فيكون في هذه الحال محيط الخارج ينجر^{٦٤} ويُنحى من تحت^(٦٥) مركز التدوير ، فمسح
محيط الخارج لذلك بحركته هو^{٦٦} ، ويجذب^{٦٧} الخطّ المحرك للخارج المركز بمحيط خارج^{٦٨} المركز
من تحته .

- هذا ما جد^{٦٩} من كلام ثابت في هذا الباب -

١. أ : في الهامش .
٢. فيهما : ناقصة [ع] .
٣. فيهما : ناقصة [ع] .
٤. أحد : ناقصة [ع] .
٥. الشمس : ناقصة [ع] .
٦. ما أردناه : ما أردنا أن نبيّن [ع] .
٧. ب : في الهامش .
٨. فيه : ناقصة [ع] .
٩. قطعه : قطعه [ع] .
١٠. بتقويمه : ناقصة [ع] .
١١. يقطع أيضاً : ناقصة [س] .
١٢. الزمانان : الزمان [ع] .
١٣. الشمس : القمر [س - ع] .
١٤. ج : في الهامش .
١٥. فيهما : ناقصة [ع] .
١٦. أحد : ناقصة [ع] .
١٧. متساويان : متساويين [ع] .
١٨. متساويين : متساويان [ع] .
١٩. إذ : إذا [ع] .
٢٠. د : في الهامش .
٢١. يكون القمر : ناقصة [ع] .
٢٢. بمسير الاختلاف : ناقصة [ع] .
٢٣. خسوفات : خسوفان [ع] .
٢٤. لا : ناقصة [س] .
٢٥. أمناها : آتمناها [ع] .
٢٦. بعد ذلك : ناقصة [ع] .
٢٧. الزمانين : الزمان [ع] .
٢٨. آخرهما : أحدهما [ع] .
٢٩. يمكن : يكون [ع] .
٣٠. واحدة : واحد [ع] .
٣١. هـ : في الهامش .
٣٢. المتقدّمة : المتقدّم ذكرها [ع] .
٣٣. القمر : ناقصة [ع] .
٣٤. الاختلاف : ناقصة [س] .
٣٥. سنقرّ : سنبيّن [ع] .
٣٦. ثان : ما [س] .
٣٧. أو : و [ع] .
٣٨. قد عاد من فلكه : إلى فلكه [ع] .
٣٩. فيه : في ذلك [ع] .
٤٠. كان : ناقصة [س] .
٤١. و : في الهامش .
٤٢. تقويم القمر فيه كوسطه لكنّ : ناقصة [ع] .
٤٣. ز : في الهامش .
٤٤. القصد : الفصل [ع] .
٤٥. العدة : ناقصة [ع] .
٤٦. إلى : إلّا [ع] .
٤٧. إذ : إذا [ع] .
٤٨. معما : فيما [ع] .

٤٩. الوقوف : الوجوب [ع].
 ٥٠. كل : ناقصة [ع].
 ٥١. أو أيام : وأيام [ع].
 ٥٢. تسعة وعشرون يوماً : ناقصة [ع].
 ٥٣. <.....> : سقط جزء من النص الأصلي.
 ٥٤. التي مرّت... تلك الشهور : ناقصة [ع].
 ٥٥. منها : ناقصة [ع].
 ٥٦. بمقدار : وبمقدار [ع].
 ٥٧. نصف قسط : قسط نصف [ع].
 ٥٨. فيردّ : فيزيد [ع].
 ٥٩. البروج : الأوج [ع].
 ٦٠. منطبقان : منطقيان [ع].
 ٦١. الخارج : الأوج [ع].
 ٦٢. إلّا وجب : لا وجب [ع].
 ٦٣. قوتين : قوس [ع].
 ٦٤. ينجرّ : بجرّته [ع].
 ٦٥. تحت : ناقصة [ع].
 ٦٦. هو : ناقصة [ع].
 ٦٧. يجذب : يحدث [ع].
 ٦٨. خارج : الخارج [ع].
 ٦٩. هذا ما وجد : هذا آخر ما وجد [ع].

III. Traduction des parties G et H

– G – <Méthode de calcul des longues périodes de temps entre les éclipses de lune>.

Dans le deuxième chapitre de son quatrième livre, Ptolémée, en citant Hipparque, mentionne le <long> intervalle de temps <entre deux éclipses> et le décrit ainsi: <Hipparque> avait trouvé que cet intervalle incluait toujours un nombre égal de mois, et un nombre égal de retours en longitude et en anomalie; il se proposait ainsi de trouver le nombre de retours de la lune en longitude, pour que son mouvement moyen journalier soit connu, et de trouver aussi <le nombre> de ses retours en anomalie.

Chaque mois, en longitude, la lune parcourt un cercle complet auquel il faut ajouter un arc égal à celui qu'a parcouru le soleil pendant ce mois, en mouvement vrai; c'est pour cette raison que le mouvement de la lune en longitude, pendant cet intervalle de temps, est supérieur au mouvement du soleil de révolutions complètes dont le nombre est égal au nombre de mois de cet intervalle de temps.

Dans ces conditions, pour savoir le nombre de révolutions complètes de la lune en longitude, on a besoin de commencer, tout d'abord, par prendre connaissance du nombre de mois inclus dans cet intervalle de temps. Pour cela nous avons besoin d'un résultat dont nous puissions être sûrs: étant donné la

longueur de cet intervalle de temps, nous ne sommes jamais garantis contre le saut de quelques unités dans le compte des mois écoulés pendant cet intervalle de temps, lorsque l'on se propose d'en prendre connaissance^a.

Dans la mesure où nous savons déjà, à la suite de nos longues observations sur la durée des mois lunaires, que les mois d'une année ne se succèdent pas de telle sorte que le nombre de jours de chacun d'entre eux soit de vingt-neuf seulement, ni de telle sorte que chacun d'entre eux soit de trente jours, voici la méthode qui nous fera connaître < le nombre de mois écoulés dans l'intervalle de temps mentionné >: nous prenons une éclipse telle que la période comprise entre elle et la première des deux éclipses situées aux extrémités de l'intervalle de temps mentionné soit choisie de la façon suivante: il y a entre les deux un certain nombre de jours complets, ou de jours complets plus une fraction de jour; nous prenons le nombre des jours complets, si cela correspond au temps écoulé entre les deux éclipses, ou le nombre qui inclut les jours même incomplets, de telle sorte qu'il soit égal à l'un des chiffres compris entre le produit de trente par vingt-neuf et le carré de vingt-neuf^b.

Lorsque nous trouvons deux éclipses de cette sorte, nous savons de façon certaine que le nombre de mois écoulés entre les deux est de vingt-neuf. En effet, il ne peut pas arriver que les mois d'une année, dont le nombre est inférieur à vingt-neuf, se succèdent de telle sorte que chacun d'entre eux soit de vingt-neuf jours, ou que chacun d'entre eux soit de trente jours; donc la différence positive entre le nombre de jours écoulés entre les deux éclipses et le produit de vingt-neuf mois par vingt-neuf jours, est un nombre de jours égal au nombre de mois de trente jours écoulés dans cet intervalle^c.

Nous nous sommes proposés de prendre cet intervalle de temps, car il ne peut pas arriver qu'il s'y glisse une erreur d'un mois – en effet, une erreur d'un mois, ou même davantage, ne pourrait se glisser que lorsqu'on travaillerait sur un certain intervalle de temps, alors que le nombre de mois inclus dans cet intervalle aurait une valeur numérique quelconque, tous ces mois contenant chacun vingt-neuf jours ou chacun trente jours – cela n'apparaît pas en contradiction avec ce qui est observé: il ne peut pas arriver que les mois d'une année se succèdent de vingt-neuf en vingt-neuf jours ou de trente en trente jours^d.

<.....>

Ensuite nous opérons de la façon suivante: le nombre des mois inclus dans l'une des deux moitiés a une valeur qui est inférieure à la première valeur ou qui lui est supérieure de vingt-neuf mois, ce qui n'apparaît pas non plus en

contradiction avec ce que l'on rapporte des observations qui ont été faites^e.

Il est alors clair que lorsque l'on suit cette méthode pour déterminer le nombre des mois, aucune erreur ne peut se glisser dans le résultat obtenu.

Si nous trouvons deux éclipses telles que le nombre de jours écoulés entre les deux soit inférieur au produit de vingt-neuf par lui-même, il nous est possible également de connaître le nombre de mois écoulés dans cet intervalle, en divisant celui-là par vingt-neuf: la partie entière du résultat est alors le nombre de ces mois.

Nous continuons de suivre la même méthode en cherchant des éclipses successives telles que le nombre de jours écoulés entre deux d'entre elles nous permette de connaître le nombre de mois correspondants, comme nous l'avons mentionné, jusqu'à ce que soit épuisé l'intervalle de temps; nous aurons ainsi pris connaissance du nombre des mois qui s'y sont écoulés^f.

Si certaines éclipses de lune ne correspondent pas à la description que nous avons faite, nous cherchons une éclipse de soleil telle qu'il y ait entre elle et l'une des éclipses de lune auxquelles nous sommes arrivés un nombre entier qui dépasse l'un des nombres donnés de la valeur d'un demi-mois, approximativement, ou qui lui est inférieur d'autant, pour que, lorsque nous replaçons dans cet intervalle de temps une quantité approximative d'un demi-mois, nous obtenions une période qui inclut un nombre de mois complets, sur lequel nous pouvons nous appuyer, comme nous l'avons dit précédemment^g.

– H – <Entraînement des mouvements de la lune>.

A propos des orbites proposés pour la lune par Ptolémée dans les livres quatre et cinq de *l'Almageste*, prenons en considération le fait que le centre de l'épicycle parcourt chaque jour dans le sens des signes, sur la circonférence de l'excentrique, le double de la distance moyenne journalière entre les deux luminaires, et que l'excentrique est mobile, son centre se déplaçant en même temps que son apogée, dans le sens du mouvement diurne, chaque jour, de ce qui est le double de cette distance moyenne journalière entre les deux luminaires, en sens inverse du mouvement du centre de l'épicycle tel qu'il apparaît sur le cercle incliné de la lune^h.

Alors à ce moment-là l'excentrique ramènerait le centre de l'épicycle avec lui dans le sens du mouvement diurne, de telle sorte que l'on obtiendrait encore, pour le mouvement de l'épicycle, un mouvement dans le sens des

signes, qui est le mouvement de latitude. Il est impossible de tenir un tel raisonnement, car il serait permis que tout se passe comme cela seulement si l'uniformité du mouvement du centre de l'épicycle se produisait autour du centre de l'excentrique^l.

Mais, dans la mesure où c'est le segment issu du centre du monde jusqu'au centre de l'épicycle qui met en mouvement cet épicycle et qui n'a de mouvement uniforme qu'autour du centre du monde, il n'est pas possible de soutenir l'hypothèse proposée. En effet, imaginons que le centre de l'épicycle se trouve à l'apogée et que les deux segments issus du centre du monde, l'un jusqu'à l'apogée et l'autre jusqu'au centre de l'épicycle, soient confondus puis se séparent: le segment <qui met en mouvement> l'épicycle se déplace dans le sens des signes, et le segment <qui met en mouvement> l'excentrique se déplace en sens contraire^j.

Il n'est pas possible que l'un d'entre eux fasse revenir l'autre ou lui fasse obstacle à un instant donné sans que le même phénomène se produise inmanquablement à tout instant, car ce qui se passe à un instant donné se passe pour tous les instants, puisque chacune des deux forces en cause reste toujours dans la même situation; le mouvement de l'un d'entre eux s'annulerait alors, et il se mettrait à suivre l'autre.

Il n'est pas possible non plus que l'un d'entre eux parfois suive l'autre, puis, parfois, ne le suive plus: par exemple, ce serait le segment <qui met en mouvement> l'épicycle qui se mettrait à suivre le segment <qui met en mouvement> l'excentrique, et ainsi le centre de l'épicycle se déplacerait tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident^k.

Comme rien de tout cela n'est possible, dans la mesure où le segment qui met en mouvement le centre de l'épicycle, et qui le fait tourner sur la circonférence de l'excentrique, est issu du centre du monde pour le rejoindre, et dans la mesure où l'uniformité du mouvement de ce segment se produit autour du centre du monde, il faut que les deux segments, celui <qui met en mouvement> l'épicycle et celui <qui met en mouvement> l'excentrique, ne soient pas tels qu'ils puissent s'attirer ou se repousser, parce que, s'il en était ainsi, il faudrait qu'ils soient l'un et l'autre immobiles en cas d'équilibre entre les deux forces, ou bien que le plus faible suive le plus fort en cas de différence entre les deux forces respectives, et que cela se produise systématiquement^l.

C'est donc le segment issu du centre du monde jusqu'au centre de l'épicycle qui met celui-ci en mouvement et qui le fait tourner sur la circonférence de

l'excentrique, mais l'uniformité du mouvement se produit autour du centre du monde. Il se réalise ainsi chaque jour, sur l'excentrique, dans le sens des signes, le mouvement tel qu'il apparaît pour le centre de l'épicycle sur le cercle incliné: c'est le mouvement de latitude.

Le segment issu du centre du monde jusqu'à l'apogée <de l'excentrique > met alors en mouvement cet orbe en le faisant chaque jour progresser de deux fois la distance moyenne journalière entre les deux luminaires, dans le sens inverse du mouvement journalier de la lune en latitude.

Dans cette situation, la circonférence de l'excentrique est entraînée et déviée par dessous le centre de l'épicycle; celui-ci, dans son mouvement, glisse sur la circonférence de l'excentrique, et le segment qui met en mouvement l'excentrique attire la circonférence de l'excentrique par dessous <le centre de l'épicycle >^m.

Voilà ce qui a été trouvé du discours de Thābit sur ce chapitreⁿ.

IV. Commentaire de la partie traduite

(référé aux notes *a* – *n* de la traduction)

Partie G

a) Les trois premiers paragraphes forment une seule phrase en arabe, elle a été divisée pour des raisons d'intelligibilité. Les deux premiers paragraphes contiennent chacun une proposition subordonnée dépendant du premier verbe du troisième paragraphe.

Il n'est plus question ici des raisonnements mis en œuvre dans les parties A à F: il n'y a plus deux intervalles de temps mais un seul, et les termes mêmes dans lesquels sont présentés les retours de la lune en longitude et en anomalie montrent que nous avons ici un fragment indépendant de ce qui précède dans les manuscrits *O* et *P*.

Ptolémée, en *Almageste* IV, 2,⁷ rapporte que son prédécesseur Hipparque s'était arrêté, pour ses calculs, sur un intervalle de 126007 jours, après avoir critiqué les autres périodes. Mais, dans ce texte, il est fait allusion à un intervalle de temps mesurable par le même observateur, ce qui semble indiquer qu'il y est question du «Saros», de 18 ans et 10 ou 11 jours.

b) Il faut modifier l'ordonnancement de la phrase arabe pour rendre son contenu compréhensible. Voici le principe du calcul développé ici: nous avons deux éclipses de lune aux extrémités de cet intervalle de temps, et nous le découpons en prenant successivement des éclipses telles que le nombre de jours entre deux d'entre elles soit compris entre 841 et 870. L'auteur choisit ainsi de découper cet intervalle de temps en tranches de 29 mois lunaires. Nous vérifierons ci-dessous que cette proposition est valable.

c) Il n'est pas fait allusion à la valeur théorique précise du mois synodique (29, 31, 50, 8, 20 jours pour Ptolémée), mais à la valeur pratique de la durée d'une lunaison, exprimé en jours entiers écoulés entre les observations de deux pleines lunes successives.

Le raisonnement peut être repris de la façon suivante: nous observons que le nombre des jours entiers écoulés entre deux pleines lunes est de 29 ou 30 selon les cas, sans longue succession de 29 en 29 ou de 30 en 30. Il y a un nombre entier de pleines lunes, donc de mois lunaires, entre deux éclipses de lune; si n est un nombre de jours tel que $29 \times 29 < n < 30 \times 29$, le nombre de mois lunaires écoulés ne peut être que 29, puisque la valeur exacte de ce nombre est comprise entre 29 et 30. Soit p et q , respectivement, le nombre de mois lunaires de 30 et 29 jours dans cet intervalle: $p + q = 29$ et $n = 30p + 29q$, donc $p = n - 29 \times 29$.

d) Le texte arabe de ce paragraphe est difficile, en particulier l'hypothèse – déclarée absurde – selon laquelle les mois seraient tous de 29 ou tous de 30 jours, est exprimée par une répétition de ces deux chiffres.

Reprenons les symboles précédents; si tous les mois sont comptés de 29 jours, il y aura une erreur de p jours en moins sur un intervalle de 29 mois; s'ils sont tous comptés de 30 jours, il y aura une erreur de q jours en plus sur le même intervalle. Cette erreur pourrait alors dépasser un mois dans le cas d'un intervalle de temps plus important.

e) Il est question ici d'un intervalle divisé «en deux moitiés», puis d'une «première valeur», alors que ce qui précède immédiatement ne fait allusion à rien de tout cela. Il est donc manifeste qu'une partie du texte original est perdue, et que la lacune est peut-être importante. En effet, l'auteur devait y donner la clef de sa méthode, et définir la façon dont il partageait de longs intervalles en périodes de temps inférieures ou égales à 29 mois, comme nous le comprenons à la lecture de la suite du texte.

f) Nous avons le mode de découpage de l'intervalle, dont le détail aurait

dû précéder. Ci-contre, le tableau construit sur les tables d'Oppolzer permet de constater que cette méthode est valable. Ainsi, paradoxalement, on peut vérifier le sens global de ce fragment alors que le détail en échappe.

g) La justification du choix d'une éclipse de soleil n'est pas présentée de façon très claire, mais la vérification faite sur le tableau ci-contre montre qu'il s'agit là d'un résultat d'observation, et que cette légère modification des principes donnés précédemment permet de faire le découpage annoncé dans tous les cas possibles.

Conclusion de la partie G

Au cours du commentaire précédent, nous avons vu les difficultés de ce texte très embrouillé, dont on doit refuser l'attribution à Thābit. Mais voyons rapidement comment vérifier la méthode exposée dans ce fragment.

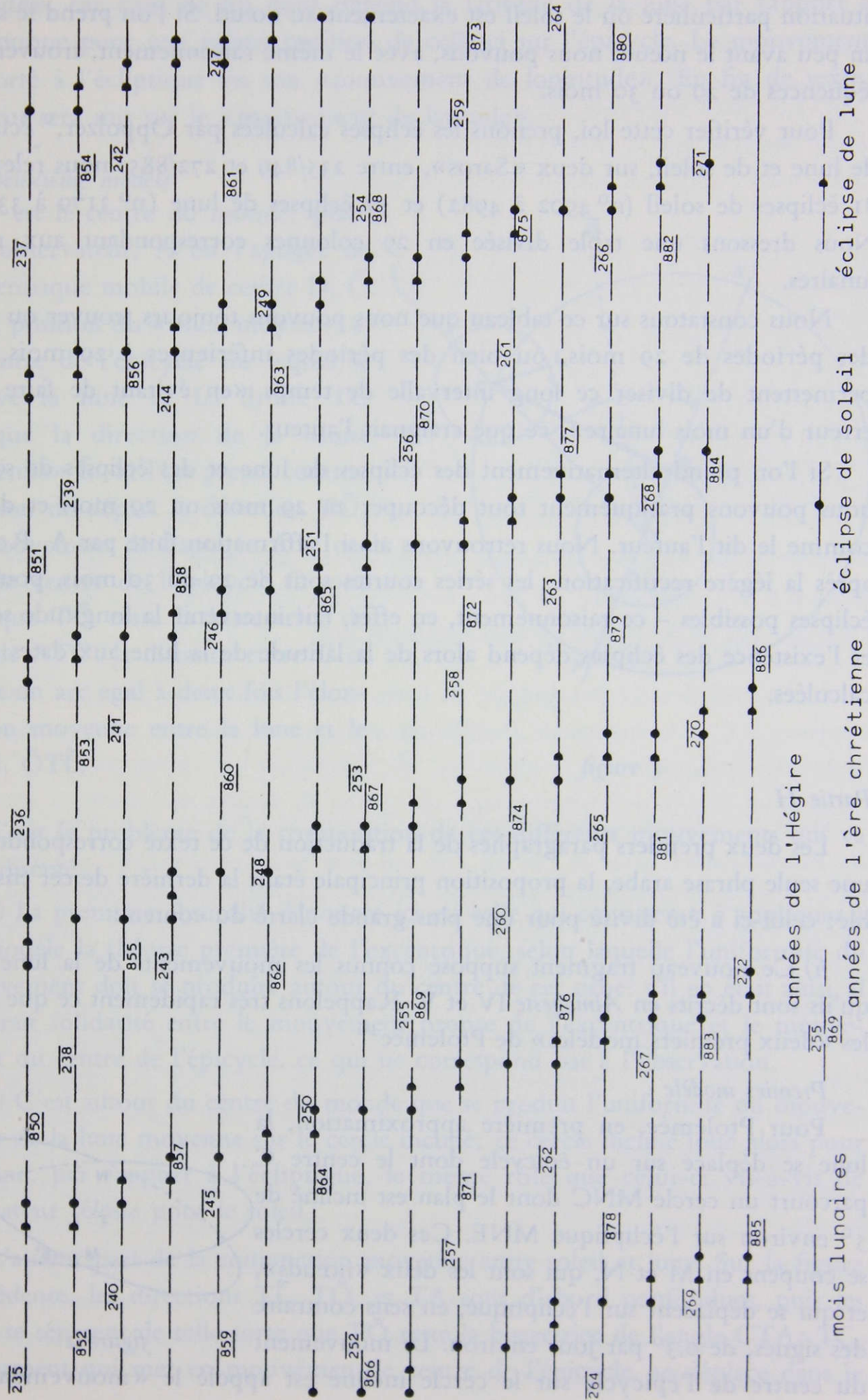
L'auteur affirme que l'on peut découper un très long intervalle de temps entre deux éclipses en prenant des périodes intermédiaires de 29 mois, ou inférieures, et il déclare s'appuyer sur des résultats d'observations.

A. Rome, discutant un passage d'Héron d'Alexandrie sur la succession des éclipses de lune à 5 ou 6 mois d'intervalle, fait le calcul suivant:

«...voici ce que veut dire la loi empirique formulée par Héron: le soleil revient à la même longitude en 365,257 jours; entre-temps, les nœuds se sont déplacés en sens rétrograde à une vitesse telle qu'ils reviennent aux mêmes longitudes en 6798,279 jours, En un jour donc, le soleil parcourt 0,986 degré, et pendant ce temps les nœuds sont venus à sa rencontre et ont couvert 0.053 degré. Le résultat est donc le même que si les nœuds restaient immobiles et si le soleil se déplaçait à raison de 1,039 degré par jour. A ce taux-là, au bout d'une luniason moyenne de 29,5306 jours, le soleil et le nœud se seront rapprochés de 30,6822934 degrés; et, au bout de six lunaisons, de 184,09 degrés, c'est-à-dire que si, à une pleine lune moyenne donnée, le soleil se trouvait exactement au nœud, six pleines lunes après, il aura en position moyenne dépassé l'autre nœud de 4,09 degrés, et il y aura de nouveau une éclipse certaine. Au bout de quatre périodes de six lunes, le soleil se trouvera, à l'opposition moyenne, à $4,09 \times 4 = 16,36$ degrés après un nœud, et l'éclipse ne sera pas possible; mais, à la pleine lune précédente, il se trouvait à $30,68 - 16,36 = 14,32$ degrés avant un nœud, et c'était alors qu'une éclipse était possible. Dans les cas que nous avons examinés, les éclipses possibles se sont succédé quatre fois de suite à six lunes d'intervalles et une cinquième fois à cinq lunes seulement; après quoi, va recommencer une nouvelle série d'éclipses possibles à six mois d'intervalle»⁸.

Héron, dans le texte étudié par A. Rome, ne parlait que des 5 et 6 mois, mais celui-ci, en discutant ce texte, en arrive à démontrer l'existence de séries courtes de 29 mois entre deux éclipses, telles que celle que l'auteur du traité utilise. Remarquons cependant que Rome prend sa première éclipse dans la

figure 1



situation particulière où le soleil est exactement au nœud. Si l'on prend le soleil un peu avant le nœud, nous pouvons, avec le même raisonnement, trouver des séquences de 29 ou 30 mois.

Pour vérifier cette loi, prenons les éclipses calculées par Oppolzer,⁹ éclipses de lune et de soleil, sur deux «Saros», entre 235/849 et 272/885: nous relevons 81 éclipses de soleil (n° 4902 à 4982) et 57 éclipses de lune (n° 3179 à 3335). Nous dressons une table divisée en 29 colonnes correspondant aux mois lunaires.

Nous constatons sur ce tableau que nous pouvons toujours trouver ou bien des périodes de 29 mois, ou bien des périodes inférieures à 29 mois, qui permettent de diviser ce long intervalle de temps «en évitant de faire une erreur d'un mois lunaire», ce que craignait l'auteur.

Si l'on prend alternativement des éclipses de lune et des éclipses de soleil, nous pouvons pratiquement tout découper en 29 mois ou 29 mois et demi, comme le dit l'auteur. Nous retrouvons ainsi l'affirmation faite par A. Rome, après la légère rectification: les séries courtes sont de 29 ou 30 mois, pour les éclipses possibles – ce raisonnement, en effet, fait intervenir la longitude seule, et l'existence des éclipses dépend alors de la latitude de la lune aux dates ainsi calculées.

Partie H

Les deux premiers paragraphes de la traduction de ce texte correspondent à une seule phrase arabe, la proposition principale étant la dernière de cet ensemble; celui-ci a été divisé pour une plus grande clarté du contenu.

h) Ce nouveau fragment suppose connus les mouvements de la lune tels qu'ils sont décrits en *Almageste* IV et V. Rappelons très rapidement ce que sont les «deux premiers modèles» de Ptolémée¹⁰.

Premier modèle

Pour Ptolémée, en première approximation, la lune se déplace sur un épicycle dont le centre C parcourt un cercle MNC dont le plan est incliné de 5° environ sur l'écliptique MNE. Ces deux cercles se coupent en M et N, qui sont les deux «nœuds», et qui se déplacent sur l'écliptique, en sens contraire des signes, de $0,3^\circ$ par jour environ. Le mouvement du centre de l'épicycle sur le cercle incliné est appelé le «mouvement de

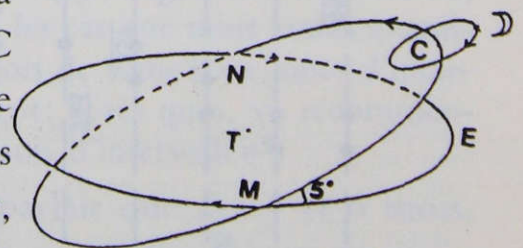


figure 2

latitude», car c'est de lui dont dépend la latitude de la lune par rapport à l'écliptique pour une même position de celle-ci sur l'épicycle. Le mouvement rapporté à l'écliptique est son «mouvement de longitude». En fin de texte, l'accent sera mis sur le «mouvement de latitude».

Deuxième modèle

T est le centre du monde, place de l'observateur, A est l'apogée de l'excentrique mobile de centre D, \bar{O} est la position du «soleil moyen», C le centre de l'épicycle sur lequel se trouve la lune L. La droite TC marque la direction de la «lune moyenne» \bar{L} . Si l'on prend comme position de départ la direction $T\bar{O}$, le mouvement de l'apogée A et celui du centre de l'épicycle C sont tels que $T\bar{O}$ reste la bissectrice de l'angle ATC: la distance entre C et A est un arc égal à deux fois l'élongation moyenne entre la lune et le soleil, $\bar{O}T\bar{L}$.

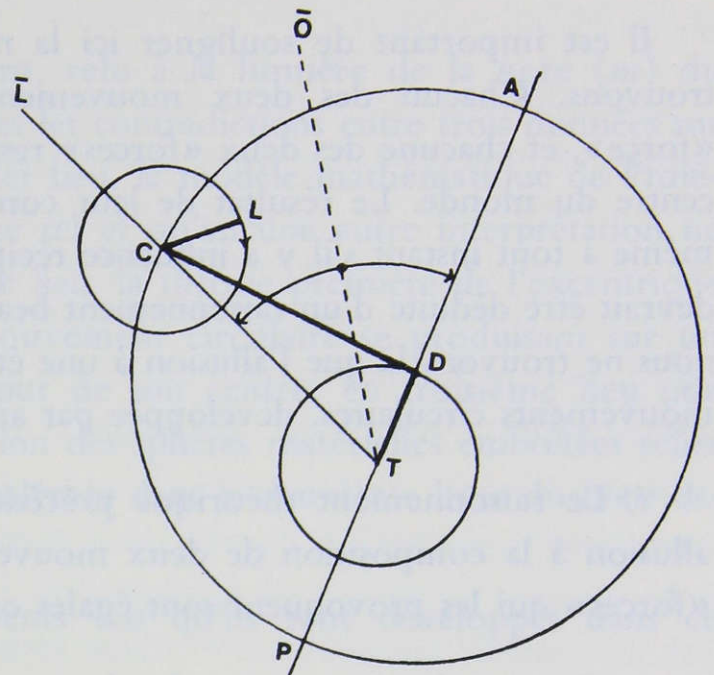


figure 3

C'est le problème de la composition de ces différents mouvements qui va être discuté.

i) La première absurdité dénoncée ici est celle qui consisterait à appliquer à ce modèle la théorie première de l'excentrique, selon laquelle l'uniformité du mouvement doit se produire autour du centre de cet orbe: s'il en était ainsi, il y aurait solidarité entre le mouvement propre de l'excentrique et le mouvement du centre de l'épicycle, ce qui ne correspond pas à l'observation.

j) C'est autour du centre du monde que se produit l'uniformité du mouvement de la lune moyenne sur le cercle incliné; ce cercle incliné joue alors pour la lune, par rapport à l'écliptique, le même rôle que celui-ci vis-à-vis de l'équateur céleste pour le soleil.

L'auteur part de la conjonction moyenne entre soleil et lune. Sur la figure précédente, les directions $T\bar{L}$, $T\bar{O}$, et TA sont d'abord confondues, puis les trois se séparent de telle sorte que $T\bar{O}$ reste la bissectrice de l'angle CTA; TC, le segment qui met en mouvement le centre de l'épicycle, se déplace dans le

sens des signes, et TA, le segment qui met en mouvement l'excentrique, se déplace en sens contraire.

k) Les deux segments TC et TA ne peuvent pas être solidaires, car l'observation montre que le mouvement de l'un se produit vers l'orient, et celui de l'autre vers l'occident, sans influence réciproque.

Il est important de souligner ici la notion de *loi mécanique* que nous y trouvons. Chacun des deux mouvements est provoqué par une certaine «force», et chacune des deux «forces» reste dans le même état tout autour du centre du monde. Le résultat de leur composition mutuelle doit alors être le même à tout instant s'il y a influence réciproque de l'une sur l'autre. Cette *loi* devrait être déduite d'un raisonnement beaucoup plus long, il semble alors que nous ne trouvons là que l'allusion à une étude sur la composition de différents mouvements circulaires, développée par ailleurs, que nous n'avons plus.

l) Le raisonnement théorique précédent se complète avec une nouvelle allusion à la composition de deux mouvements circulaires, dans le cas où les «forces» qui les provoquent sont égales ou non.

m) Le tout dernier paragraphe du texte est très difficile à déchiffrer dans le manuscrit O, et le manuscrit P offre ici un texte incohérent, comme nous le voyons en apparat critique.

Dans la conclusion de ce fragment, l'auteur tire les conséquences de tout son raisonnement pour le cas où l'on suppose que l'excentrique et l'épicycle ont une certaine consistance matérielle. Mais il n'est pas possible que la conception de l'excentrique soit celle d'un orbe matérialisé tel que son mouvement entraînerait tout ce qu'il contient. Nous sommes alors ici, ou bien devant le refus de donner une explication physique à la composition de la sphère de la lune, étant donné les absurdités qui en résulteraient, ou bien devant la trace d'une conception de l'univers différente de celle qui avait été proposée par Ptolémée dans la deuxième partie du *Livre des hypothèses*. Cette seconde solution paraît davantage en accord avec la fin du texte, où les «glissements» évoqués semblent faire nettement allusion à l'existence objective, pour l'auteur, de corps matériels dans la sphère de la lune: la circonférence de l'excentrique et le centre de l'épicycle sont présentés comme ayant une consistance propre, il ne s'agit pas seulement d'un modèle géométrique abstrait. C'est à la lumière de ce dernier point, plus sensible dans cette fin de texte, que nous pourrions relire tout le fragment en conclusion.

n) Le colophon est formulé de façon semblable dans les deux manuscrits, il ne donne aucune indication sur la provenance du texte, contrairement à celui du manuscrit *N*, et il met tout l'ensemble sous le nom de Thābit, comme s'il s'agissait d'un tout cohérent, alors que ce n'est pas le cas.

Conclusion de la partie H

Dans l'ensemble de ce fragment, relu à la lumière de la note (*m*) du commentaire précédent, sont relevées les contradictions entre trois données sur le mouvement de la lune: en premier lieu, le modèle mathématique de Ptolémée dans *l'Almageste*, admis comme tel et qu'aucune autre interprétation ne doit remettre en cause; en deuxième lieu, la théorie première de l'excentrique selon laquelle l'uniformité d'un mouvement circulaire se produisant sur un excentrique devrait se réaliser autour de son centre; en troisième lieu une conception physique de l'univers selon des sphères matérielles emboîtées telles que celles qui sont proposées par Ptolémée dans le deuxième livre du *Livre des Hypothèses*.

Reprenons la suite des arguments tels qu'ils sont développés dans ce fragment.

Premier argument. Si l'uniformité du mouvement du centre de l'épicycle de la lune se produisait autour du centre de l'excentrique mobile, le mouvement de celui-ci entraînerait tout ce qu'il contient (notes *h* et *i*).

En astronomie ancienne, la théorie première du mouvement vrai des astres voulait que celui-ci soit explicable par une combinaison de mouvements circulaires uniformes, c'est là l'un des postulats que tout astronome se devait de respecter¹¹. Ce n'est pas le cas pour le modèle mathématique que proposa Ptolémée pour la lune, et que l'auteur du fragment ne remet pas en cause. Celui-ci donne une certaine consistance à l'excentrique, qui entraînerait tout ce qu'il contient s'il fonctionnait selon la théorie première, donc s'il était autonome. Dans le cadre du second livre du *Livre des Hypothèses*,¹² Ptolémée avait proposé un emboîtement de sphères matérielles concentriques ou excentriques, ayant un certain degré d'autonomie, et entraînant tout ce qu'elles contenaient. C'est donc ce système qui est remis en cause ici.

Deuxième argument. Il se développe en trois temps: tout d'abord, il faut admettre que ce sont deux segments issus du centre du monde qui mettent en

mouvement l'apogée de l'excentrique et le centre de l'épicycle, et l'uniformité de ces deux mouvements se produit autour du centre du monde (note *j*); ensuite, si le mouvement de l'un de ces deux segments était accouplé avec celui de l'autre, leur composition devrait suivre des lois précises, or l'observation montre que cela ne se trouve pas réalisé (note *k*); enfin, il faut en conclure que les deux segments en question ont des mouvements totalement indépendants l'un de l'autre (note *l*).

Cet argument fait appel à un raisonnement général de mécanique: deux segments sont animés d'un mouvement circulaire en sens contraire autour du même point, quelle est alors la résultante de ces deux mouvements lorsqu'ils se trouvent accouplés? Seule la conclusion nous est donnée ici: une *loi* existe sur la situation respective de ces deux segments en fonction de la valeur de la force qui les anime. Puisque cette loi ne peut pas s'appliquer, il n'y a aucun lien entre le mouvement de l'un et l'autre de ces deux segments.

Ibn al-Nadīm, dans son *Fihrist*, rapporte que Ishāq b. Ibrāhīm b. Yazīd, connu sous le nom d'Ibn Karnīb, avait composé une *Réponse à Thābit b. Qurra sur la négation, par celui-ci, de la nécessité de deux temps d'arrêt lorsque se composent deux mouvements contradictoires*¹³. Cette remarque du *Fihrist* indique seulement que Thābit avait travaillé la question de la composition de deux mouvements en sens opposés, et que le problème était débattu à son époque. Puisque le fragment renvoie à une recherche précise à ce sujet, le fait qu'il puisse être de Thābit ou de l'un de ses contemporains n'est pas à exclure.

Troisième argument, conclusion. Puisqu'il en est ainsi, l'un de ces deux segments fait glisser le centre de l'épicycle sur l'excentrique, et l'autre fait se déplacer l'excentrique par dessous le centre de l'épicycle, sans que l'un ou l'autre de ces mouvements puisse empêcher le glissement réciproque (note *m*).

Comme nous l'avons vu, nous retrouvons ici, de façon plus explicite, l'incompatibilité entre cette conclusion et le système des sphères et des tores matériels du *Livre des Hypothèses*. Cette conclusion s'inscrit donc dans un cadre de recherche d'une autre cohérence pour la conception physique de l'univers.

Nous ne possédons pas de traité de Thābit sur cette question précise, mais nous savons qu'il l'avait travaillée: Maïmonide cite cet auteur à propos de la nature des corps situés entre les différentes sphères, dont la matière devrait pouvoir être soumise à la compression et à la dilatation, et Albert le Grand, à deux reprises, fait appel à des traductions latines d'œuvres de Thābit sur la nature et la densité plus ou moins grande de la matière qui constitue les

sphères, et sur sa capacité à être traversée¹⁴. Mais ces traductions latines semblent actuellement perdues, de même que les originaux arabes.

Nous retrouvons donc dans cette fin de fragment la trace d'un raisonnement qui pourrait rejoindre ce qu'avait travaillé Thābit, c'est la seule conclusion que nous sommes en droit de tirer.

Une question avait été posée en introduction: jusqu'à quelle époque peut-on remonter pour la composition des *parties G et H*, qui constituent les deux fragments analysés? Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī avait manifestement reçu l'ensemble du texte tel qu'il se trouve dans les manuscrits *O* et *P*, les deux fragments sont donc antérieurs à lui. La *partie G* (fragment 1) semble être antérieure au développement de l'astronomie arabe; la *partie H* (fragment 2) pourrait être de Thābit ou de l'un de ses contemporains, car il avait travaillé des problèmes analogues, qui se trouvaient débattus dans son milieu scientifique. Nous ne pouvons pas actuellement proposer de réponse plus précise à la question posée.

Régis Morelon, o.p.

NOTES

1. Cf. Thābit Ibn Qurra, *Oeuvres d'astronomie*, édition traduction et commentaire par R. Morelon, Paris: Les Belles Lettres, 1987. Le texte et la traduction du «Traité 5» se trouvent pp. 83-92; en voir aussi l'introduction et le commentaire.

Les 21 manuscrits utilisés dans cette étude ont été classés de *A* à *U*, ou, en arabe, de *أ* à *ش*, selon l'ordre des chiffres «jummal», sans chercher à garder la correspondance des lettres en transcription.

2. Voir note précédente.
3. Ptolémée, *l'Almageste*, édition J.L. Heiberg, vol. 1, Leipzig: Teubner, 1898; vol. 2, Leipzig: Teubner, 1903. Trad. française: Halma, *Composition mathématique de Claude Ptolémée*, vol. 1, Paris, H. Grand, 1813; vol. 2, Paris: Eberhart, 1816. Le passage auquel il est fait allusion ici se trouve dans Halma, t. 1, pp. 214-216.
4. Ptolémée, *Le Livre des Hypothèses*: le quart seulement de cet ouvrage est conservé en grec (la première partie du premier livre), le reste n'existe que dans une version arabe, dont un manuscrit a été reproduit par B.R. Golstein: «The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses», *Trans. Amer. Philos. Soc.*, N.S., 57/4, 1967, pp. 3-45. C'est dans le deuxième livre de cette œuvre importante que Ptolémée détaille l'organisation de l'univers selon des sphères matérielles emboîtées les unes dans les autres.
5. Pour un aperçu rapide sur l'œuvre scientifique de Quṭb al-Dīn, cf. *Dictionary of Scientific Biography*, t. XI, New York: Scribner, 1975, pp. 247-253.

6. Voir par exemple le «Traité sur l'année solaire», appelé «Traité 3» dans l'ouvrage cité en note (1): il existe intégralement à la fois dans sa version arabe originale et dans une traduction latine médiévale. Dans l'introduction à ce traité, nous avons montré que le manuscrit arabe sur lequel avait travaillé le traducteur latin était une version abrégée, que nous ne possédons plus, du traité original, dans des conditions analogues à celles du texte dont le cas est étudié ici. De même, dans l'ouvrage: Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī. *OEuvres Mathématiques*, édition traduction et commentaire par R. Rashed, Paris, Les Belles Lettres, 1986: le livre «Sur les équations» est conservé seulement dans une version explicitement abrégée par un anonyme, qui a fait disparaître en particulier les tableaux de résolution des équations.
7. Cf. Halma t. I (cité note 3), p. 216.
8. Cf. A. Rome, «Sur une loi empirique des éclipses de lune», *Ann. de la Soc. Scient. de Bruxelles*, Sér. A, 51, 1931, p. 96.
9. Cf. Th. Oppolzer, *Canon der Finsternisse*, (Math. Naturwiss. Cl. d. Akad. d. Wiss. Denkschr., 1952), Vienne, 1887, pp. 196–203 et 356–358.
10. Pour le détail des différents modèles géométriques proposés pour la lune par Ptolémée, cf. O. Pedersen, *A Survey of the Almagest*, (Acta Hist. Scient. Natur. et Med., n° 30), Odense: University Press, 1974, pp. 167–192.
11. Voir, par exemple, *Almageste* III, 3, Halma, t. I, p. 170 (cité note 3). Ce sont les travaux de l'école de Marāgha, entre le XIII^e et le XV^e siècle de notre ère, qui permettront de trouver l'explication du mouvement apparent des astres à l'aide de compositions complexes de mouvements circulaires uniformes, cf. E. S. Kennedy, *Studies in the Islamic Exact Sciences*, Beyrouth, A.U.B., 1983, pp. 50–97.
12. Voir note (4).
13. Cf. Ibn al-Nadīm, *Fihrist*, éd. Flügel, Leipzig, 1871, p. 263 (Cet ouvrage fut rédigé en 377/988). De plus, al-Qiftī, *Tārīkh al-hukamā'*, éd. C. Lippert, Leipzig, 1903, p. 129, attribue au fils d'Ibn Karnīb un traité dont le titre indique qu'il s'agissait d'une réponse analogue à Thābit, la différence des deux formulations pouvant s'expliquer par des erreurs de copistes (Cet ouvrage avait été rédigé en 647/1249). Ishāq b. Ibrāhīm «Ibn Karnīb» vécut dans la deuxième moitié du III^e/IX^e siècle, il était donc contemporain de Thābit, mais nous ne savons que très peu de chose à son sujet.
14. Une partie de ces textes a été commentée par P. Duhem, *Le système du monde*, t. II, Paris: Hermann, 1914, pp. 117–119. Cf. Maïmonide, *Le guide des égarés*, Traduction Munk, 3 vol., Paris: Franck, 1856–1866, t. II p. 189, t. III p. 100; et Albert le Grand, «De Cælo et Mundo», *Opera Omnia*, éd. P. Hossfeld, Cologne 1971, t. V, part. 1, p. 30, l. 25–30. Nous trouvons un autre texte plus explicite d'Albert le Grand, dans F.M. Henquinet, «Une pièce inédite du commentaire d'Albert le Grand sur le IV^e livre des Sentences», *Rev. de Théol. Anc. et Méd.*, Louvain, VII, Juillet 1934, p. 285.