

ASTRONOMIE ET CHRONOLOGIE CHEZ NEWTON
ARGUMENTS ASTRONOMIQUES À L'APPUI
DE LA CHRONOLOGIE DE NEWTON¹

YAËL NAZÉ*

Dans sa Chronologie, Newton utilise des “ preuves ” astronomiques pour appuyer son rajeunissement extrême des époques anciennes. Ces éléments, au vernis scientifique, donnent une crédibilité certaine à l'ensemble. Ils ont donc été âprement discutés, les débats sapant petit à petit les hypothèses du savant anglais pour finalement porter un coup mortel à l'ensemble. Cela n'a toutefois pas entamé le prestige du savant anglais.

“ la partie qui me reste à examiner est ce que l'on a fait passer pour la plus importante et la plus ingénieuse des découvertes dont on a prétendu que son Livre étoit rempli (Fréret, *Défense*, p. 415) ”.

Introduction

L'on retient de Newton les *Principia* et l'*Opticks*, œuvres majeures considérées comme fondatrices, avec d'autres, de la science moderne. Mais l'esprit du savant anglais ne se limita pas à ces deux sujets. Ce que d'aucuns considèrent comme sa “ face sombre ” comporte notamment des études historico-chronologiques poussées. Certains, à travers les âges, y ont vu un hobby, une petite manie de vieil homme, ou encore une conséquence d'un problème nerveux ayant eu lieu en 1693 (comme Laplace ou Biot). Pourtant, la correspondance, les manuscrits, et la bibliothèque de Newton montrent qu'il ne s'agit nullement de l'intérêt passager d'un esprit malade². Certes, la chronologie fut sa préoccupation majeure au cours de ses dernières années. Cependant, Newton y consacra du temps tout au long de sa vie. Il essaya même diverses voies d'interprétation, changeant parfois d'opinion sur un point ou l'autre, pour finir par élaborer une “ Chronologie ” publiée de manière posthume.

1. An English version of this article is available on arXiv :1212.4943. Les figures sont disponibles en couleurs sur ORBi : <http://hdl.handle.net/2268/151993>.

2. Emerson mentionne ce travail comme celui de sa vie (*work of his whole lifetime*) dans sa “ Defence of the Chronology ” (annexe de “ A short comment on Sir I. Newton Principia ” (1760, p. 150) ; voir aussi *Newton Historian* de F. E. Manuel (Cambridge Univ. Press, 1963).

* Chercheur qualifié FNRS
Département AGO
Université de Liège
Allée du 6 Août 17, Bât. B5C
4000 Liège
Belgique

Par cette œuvre, Newton s'inscrit dans la tradition de son époque. En effet, les études chronologiques constituent alors un sujet historique crucial, âprement débattu. Newton assure ainsi que "l'histoire sans chronologie est confuse"³, et aucun historien actuel ne peut lui donner tort sur ce point. À son époque, deux thèses s'affrontaient : l'une plaçant la Création 4000 ans avant notre ère, l'autre plusieurs siècles avant. L'Antiquité des civilisations égyptiennes et chinoises venait faire trembler ce saint édifice. Dans ce contexte, Newton croyait fermement en la justesse des Écritures et l'ancienneté (donc la place primordiale) de la civilisation juive. La "Chronologie" sera un moyen de "démontrer" cette suprématie, tout en éloignant l'Apocalypse. Cela ne se fera pas sans mal.

Tout d'abord, Newton prendra un peu de liberté avec son célèbre *Hypotheses non fingo*. S'il reproche à certains chronologistes leurs preuves uniques, leur non-neutralité vis-à-vis d'une thèse à démontrer, et leur utilisation irréfléchie des textes anciens, il semble ne pas retenir ses beaux principes et se contente lui-même d'un choix sélectif de sources et d'un scepticisme minimal quand sa thèse est appuyée par un texte donné. Un bel exemple est l'attribution de la sphère d'Eudoxe à Chiron, sur la base d'un seul vers poétique, au mieux.

Ensuite Newton soutient une chronologie radicale, extrêmement courte – plus courte que la solution la plus courte d'alors – en retranchant cinq siècles à la ligne du temps classique. Ses arguments principaux reposent sur la durée moyenne d'un règne, et sur l'astronomie. L'un comme l'autre ne sont pas, en soi, des arguments originaux⁴, mais Newton se devait d'être original dans ce domaine-là comme dans les autres, et c'est l'utilisation de la précession qui est ici "un acte de pur génie"⁵.

Cet article se propose d'analyser les preuves astronomiques apportées par Newton et les répliques qui y ont été faites. Après une brève introduction rappelant le contexte de l'ouvrage et les débats qu'il engendra, cet article continue avec l'examen de chaque point "astronomique" avancé par Newton (durée du calendrier et de l'année tropique, utilisation de la précession pour dater des événements), mais aussi par les débatteurs en présence. Une annexe introduit les notions de repérage céleste nécessaires à la compréhension de l'ensemble.

Cet article a été écrit avant la sortie de *Newton and the origin of civilization* (J. Z. Buchwald & M. Feingold, 2013). Cependant, vu sa publication antérieure, quelques références à cet ouvrage lui ont été ajoutées. Le livre susmentionné se centre sur Newton et, de la *Chronologie*, discute surtout de la précession, de la durée des règnes et de l'empire égyptien. Cet article court ne considère que l'astronomie utilisée par Newton, soit la précession mais aussi les problèmes calendaires, tout en discutant également des autres éléments astronomiques avan-

3. *History without chronology is confused*, New College MSS II fol. 72, cité par F. E. Manuel, p. 37.

4. Voir par exemple F. E. Manuel, p. 94.

5. *An act of sheer genius*, F. E. Manuel, p. 191.

cés lors du débat autour de la *Chronologie*. Il complète donc le livre de Buchwald & Feingold.

Publication et réception de la “ Chronologie ”

Newton écrit beaucoup, tout au long de sa vie, sur la Chronologie et l’histoire du monde. Cependant, comme souvent, il fallut un peu le forcer à publier. Dans ce cas-ci, ce n’est pas Halley qui joua un rôle moteur, mais bien une intrigue un peu rocambolesque. Tout commence avec l’*Abrégé de la Chronologie de M. le chevalier Isaac Newton* (ci-après “ Abrégé ”). Note courte destinée à la princesse de Galles, elle fut ramenée en France par l’abbé Conti qui avait longuement discuté de chronologie avec le savant anglais. Bien qu’elle ne soit pas censée être diffusée, Conti montre la note à plusieurs personnes, de sorte que l’Abrégé finit par être publié en France en 1725, sans l’autorisation de Newton mais avec les observations critiques de Nicolas Fréret (ci-après “ Observations ”)⁶. Newton y répondit de manière acerbe – quoique plutôt limitée – dans les *Philosophical Transactions*⁷. Remarquons à ce sujet que le “ vol ” de Conti doit être un peu relativisé, sachant qu’il existait alors en Angleterre plusieurs copies de cette Chronologie abrégée, dont trois existent toujours⁸. En 1726, quatre dissertations du père Souciet, dont la première est centrée sur l’astronomie, critiquent également le texte de Newton, en tenant compte également d’une lettre de Mr Keil apportant des précisions sur le raisonnement suivi par l’Anglais. L’année suivante, Souciet complète son raisonnement astronomique, suite à la réponse du savant anglais dans les *Philosophical Transactions*, dans une cinquième dissertation. La Nauze répond point par point à chacune de ces dissertations dans ses *lettres au père Souciet*, tandis que Halley vient lui aussi s’opposer à Souciet⁹. Le détail des idées chronologiques est finalement publiée en 1728, après la mort de Newton, sous le titre de la *Chronologie des anciens royaumes corrigée* (ci-après “ Chronologie ”). Elle comporte bien plus de détails que sa version abrégée (qui est reproduite en début d’ouvrage), ce qui permet de mieux cerner le raisonnement de l’auteur. Fréret élabore alors une réponse tout aussi détaillée¹⁰, comprenant les critiques de Whiston¹¹, successeur de Newton à la chaire de professeur lucasien ; elle sera

6. Il existe également une lettre de Fréret à Halley reprenant ses vues initiales (voir Buchwald & Feingold, p. 366-368).

7. Newton, *Philosophical Transactions*, 1725, vol. 33, p. 315-321.

8. F. E. Manuel, p. 22.

9. Halley, *Philosophical Transactions*, 1726, vol. 34, p. 205-210 et 1727, vol. 35, p. 296-300.

10. Fréret, *Défense de la Chronologie fondée sur les monuments de l’histoire ancienne, contre le système chronologique de M. Newton*, 1758 (ci après “ Défense ”) – la 3^e partie est celle comportant les arguments astronomiques.

11. Whiston, annexe IX de *A collection of Authentick Records belonging to the Old and New Testament* (1728), dont la partie I est reproduite dans la troisième partie, section II, § I de Fréret. Par la suite, les références se feront à cette copie.

publiée après sa mort. Bien que très complet, cet ouvrage ne sera pas le point final de l'affaire, qui continuera à être discutée jusqu'au début du XIX^e siècle.

Les débats autour de cette chronologie surprenante n'ont donc pas manqué, et ce dès le début¹². Parmi ceux qui soutiennent Newton, on compte, outre La Nauze¹³ déjà cité, Andrew Reid (1728), Fatio de Duillier (1732), Zachary Pearce (1732), Voltaire (1733), Arthur Ashley Sykes (1744), James Steuart (1757), Edward Gibbon (1758), William Mitford (1784), William Emerson (1770), Robert Wood (1775), et un anonyme " membre de l'Université " (1827)¹⁴. Dans le camp opposé, outre Souciet, Fréret et Whiston déjà cités, les adversaires se nomment notamment Arthur Bedford (1728), James Logan (1728), Samuel Shuckford (1728-37), Jean Hardouin (1726), Thomas Cooke (1731), Jean Masson (1731-2), Arthur Young (1734), Etienne Fourmont (1735), Zachary Grey (1736), Joseph Atwell & Thomas Robinson (1737), Alphonse des Vignolles (1738), Angelo Maria Quirini (1738), Francesco Algarotti (1739), le collègue de Fréret Antoine Banier (1740), Thomas Francklin (1741), Samuel Squire (1741), George Costard (1746), William Warburton (1742), Conyers Middleton (1752), L.R. Desh (1755), un certain Rev. Rutherford (1760), Charles de Brosses (1761), Antoine-Yves Goguet (1761), Jean-Sylvain Bailly (1775), Samuel Musgrave (1782), Juan Andrés (1785-1822), Jean-Baptiste Joseph Delambre (1817), Henry Fynes Clinton (1830) et deux anonymes (1754, 1855)¹⁵. Les problèmes soulevés et discutés sont d'ordre astronomique (voir ci-dessous), mais aussi théologiques – avec l'accusation pour Newton de soutenir tantôt les papistes, tantôt les déistes.

Il faut remarquer que les réponses aux arguments astronomiques ne diffèrent pas seulement sur le niveau de détail de l'analyse : la justesse des discussions varie aussi fortement d'un cas à l'autre. Souciet se distingue ici particulièrement. S'il parsème son texte de piques superfétatoires¹⁶, il aurait mieux valu qu'il relise son texte car on y trouve des erreurs un peu partout. Il s'agit parfois de simples erreurs

12. Pour une discussion de la situation en France, voir C. Grell, , Arch. Int. Hist. Sciences, vol. 62, n° 168, p. 85-157 (2012), et pour une vue plus globale, voir chapitre 10 du livre de F. E. Manuel.

13. Il faut y ajouter In réponse à Shuckford : La Nauze, Mémoires de Trévoux, article 125, octobre 1754.

14. A. Reid (The Chronology of ancient kingdoms amended by sir Isaac Newton, in *the present state of the Republick of Letters*, vol. II, 1728), Fatio de Duillier (*lettre à J. Conduitt*, 10 août 1732), Z. Pearce (*A reply to the letter to Dr Waterland*, 1732), Voltaire (Letters concerning the English Nation, 1733 et de la chronologie réformée de Newton, qui fait le monde moins vieux de cinq cents ans, in *Mélanges de littérature, d'histoire et de philosophie*, 1757), A. A. Sykes (*An examination of Mr Walburton's account of the conduct of the antient legislators*, 1744), J. Steuart (*Apologie du sentiment de Mr le chevalier Newton sur l'ancienne chronologie des Grecs contenant des réponses à toutes les objections qui y ont été faites jusqu'à présent*, 1757), E. Gibbon (MS34880, British Museum, 1758, reproduit in *Miscellaneous works of Edward Gibbon*, III, 61-73, 1814), W. Mitford (*History of Greece*, annexe I, 1784), W. Emerson (annexe " An account of some of the numerous inconsistencies contained in the objections made by the Rev. Dr Rutherford, against sir I. Newton's account of the Argonautic expedition ", in *A short comment on sir I. Newton principia containing notes upon some difficult places of that excellent book*, 1770), R. Wood (*an essay on the original genius and writings of Homer*, 1775), et un anonyme " membre de l'Université de Cambridge " (*Essays on chronology ; being a vindication of the system of sir Isaac Newton*, 1827).

typographiques, ou de recopiations mal exécutés¹⁷, mais surtout de divers problèmes mathématiques. Ainsi, Souciet confond quasi systématiquement la distance colure-oreille ($7^{\circ}36'$ en 939 avant notre ère) et oreille-début de signe (son complément à 15° , soit $15^{\circ}-7^{\circ}36'=7^{\circ}24'$). Il mélange même parfois Hipparque et Chiron, prenant les angles du premier et l'époque du second (ce qui forcément conduit à des impossibilités). De plus, il ne corrige pas les coordonnées de l'inclinaison du colure équinoxial¹⁸. Enfin, il insiste (avec justesse) sur l'ascension droite comme coordonnée utilisée par les anciens¹⁹ mais continue pourtant à faire ses raisonne-

15. A. Bedford (*Animadversions upon Sir Isaac Newton's Book intitled The chronology of ancient kingdoms amended*, 1728), J. Logan (1728, in E. Wolf, 1974, *The library of James Logan of Philadelphia*), S. Shuckford (*The sacred and profane history of the world*, préface du volume II, 1728-37 puis 1752, résumées dans les *Mémoires de Trévoux*, article 17 du volume de février 1754), J. Hardouin (*Le fondement de la Chronologie de Mr Newton*, 1726, résumé dans Hardouin, *Mémoires de Trévoux*, article 87 du volume de septembre 1729), T. Cooke (*The letters of Atticus*, 1731), J. Masson (in John Jortin, *Miscellaneous Observations upon authors, ancient and modern*, vol. 2, 1731-2), A. Young (*An historical dissertation on idolatrous corruptions in religion*, 1734), E. Fourmont (*Réflexions critiques sur les histoires des anciens peuples*, 1735), Z. Grey (*An examination of the fourteenth chapter of sir I. Newton's observations upon the prophecies of Daniel*, 1736), J. Atwell & T. Robinson (*Hesiodi ascræi quae supersunt cum notis variorum*, 1737), A. des Vignolles (1738, in *Nouvelle Bibliothèque Germanique*, vol. 18, partie I, in Steuart 1805, the works, political, metaphysical, and chronological), A. M. Quirini (*Primordia Corcyrae*, 1738), F. Algarotti (*Sir Isaac Newton's Philosophy explained for the use of ladies*, 1739), A. Banier (*Mythologie des anciens expliquée par l'Histoire*, tome 6^e, chap XII, p342-6, 1740), T. Francklin (*Of the nature of Gods*, traduction de Cicéron, 1741), S. Squire (*Two essays, the former, a defense of the ancient Greek chronology ; to which is annexed a new chornological synopsis ; the latter, an enquiry into the origin of the Greek language*, 1741), G. Costard (*Letter to Martin Folkes concerning the rise and progress of astronomy amongst the Antients*, 1746), W. Warburton (*4^e livre de The divine legation of Moses*, 1742), C. Middleton (*The miscellaneous works*, vol. 2, 1752), L.R. Desh (*Lettre sur la chronologie de M. Newton*, *Mercur de France*, décembre 1755, reproduit dans le livre de Steuart), C. de Brosses (*Second mémoire sur la monarchie de Ninive*, *Histoire et mémoires de l'Académie Royale des Inscriptions*, 27, 1-81, 1761), A.-Y. Goguet (*The origin of laws, Arts, and Sciences and their progress among the most ancient nations*, 1761), J.S. Bailly (*Histoire de l'Astronomie Ancienne*, 1775 et 1781), S. Musgrave (*Two dissertations I. on the graecian mythology II an examination of sir Isaac Newton's objections to the Chronology of the Olympiads*, 1782), J. Andrés (*dell origine, progressi e stato attuale d'ogni litteratura*, 1785-1822), J.-B. J. Delambre (*Histoire de l'Astronomie Ancienne*, 1817), H. F. Clinton (*Fasti Hellenici, the civil and literary chronology of Greece and Rome*, 1827) ; Rutherford est cité par Emerson ; l'anonyme écrivant la revue du livre de Shuckford dans les *mémoires de Trévoux* (1754), et l'anonyme responsable de la revue de "History of Greece" de George Grote (in *Dublin University Magazine*, vol. 45, 1855).

16. Exemple Souciet, p. 127, "l'une est le témoignage des Anciens, l'autre la raison. M. Newton n'a ni l'un ni l'autre".

17. Par exemple les fins de constellations qui changent de position entre la p. 161 et la p. 165.

18. Cette inclinaison est de 66.5° sur l'écliptique, voir annexe et Fig. 3 ci-dessous. Voir aussi les remarques de Halley (*Philosophical Transactions*, vol. 34, p. 209) : *he ought to have deduced 3 deg 7.5' out of the 15 degrees he assumes for the distance of his colure from the first star of Aries*.

19. Il l'utilise d'ailleurs (Souciet, 5^e dissertation, p 133-135) pour tenter de comprendre la valeur de $7^{\circ}36'$ donnée par Newton dans sa réponse (*Philosophical Transactions*, vol. 33, p. 315-321) sans explication. Il suppose en fait qu'il s'agit de la distance sur l'écliptique entre le nœud des poissons, qui servirait donc de début de signe chez Newton, et l'oreille du Bélier (à noter son erreur habituelle : il faudrait ici utiliser $7^{\circ}24'$ avant l'oreille car les $7^{\circ}36'$ se réfèrent chez Newton à la distance oreille-colure ...). Il montre ensuite qu'en ascension droite, l'angle est très différent, le nœud des poissons se trouvant même devant l'oreille plutôt que derrière vu leurs latitudes très différentes ... La Nauze (5^e lettre, p. 404-407) voit dans ces pages une chimère, un fantôme que poursuit Souciet. Il assure que les $7^{\circ}36'$ ne viennent pas de là, mais curieusement, il se garde bien d'expliquer leur origine ... car pour trouver cette valeur, il faut tenir compte de l'inclinaison du colure équinoxial, et La Nauze ne le fait pas dans ses lettres ! Ces pages liées à l'ascension droite sont un bel exemple du niveau du livre de Souciet : outre les recopiations erronées et le texte inadéquat (par ex. "oreille du bélier" citée deux fois en référence à deux astres différents), Souciet considère un taux de précession constant sur l'équateur, et non l'écliptique, ce qui constitue une erreur fondamentale (voir annexe). Il aurait dû modifier la longitude écliptique pour l'année en question, et recalculer alors les coordonnées équatoriales (voir annexe). Buchwald & Feingold détaillent aussi les erreurs de calcul de Souciet quand il travaille en ascension droite (p. 353-362).

ments en longitude écliptique ... Comme le dit Halley²⁰, il “ aurait dû être plus prudent avec ses nombres, et s’informer de la trigonométrie sphérique ... ”. La Nauze, pourtant prompt à reprendre Souciet sur ses erreurs, en commet souvent des similaires.

Un élément important, quoique sous-jacent, du débat tient à la nature même de l’auteur. Newton n’est évidemment pas le premier quidam chronologiste venu. Le soutien, ou au contraire l’opposition, qui accueille la nouvelle chronologie vise aussi spécifiquement la personne de Newton et ce d’autant plus qu’il orne son édifice temporel d’un vernis scientifique sous la forme de “ preuves ” astronomiques. Fréret²¹ précise ainsi que “ le nom seul de Newton formera toujours un préjugé difficile à détruire ”. Pour être juste, l’aura de Newton joue aussi à son désavantage, car le combat contre ses idées est rude, surtout en France. Steuart le souligne²² : “ les belles découvertes de Mr. Newton dans l’Astronomie et dans l’Optique n’ont pas été moins combattues dans le commencement, que l’est à présent son sentiment sur la Chronologie ”. D’un côté, on pense que le grand homme, ayant eu raison en optique et mécanique, ne peut se tromper sur la chronologie – les modèles célestes prédisant correctement le futur étant tout aussi aptes à retrouver les événements passés. Son traitement même élève désormais la chose au rang d’une “ science ”, car l’astronomie passe pour une preuve irréfutable. De l’autre, on espère détruire la cité en minant une muraille annexe, plus facilement attaquable car sujette à caution en de nombreux points dès qu’on y regarde de plus près. Le combat acharné que se livrent les deux camps n’est donc pas seulement un débat éthéré sans arrière-pensée équivoque.

Puisque le sujet de cet article est l’astronomie utilisée dans cette Chronologie, nous nous focaliserons par la suite uniquement sur les textes qui en font mention.

Datation grâce aux imperfections calendaires

Élaborer un calendrier exact est loin d’être une mince affaire. Les premières tentatives anciennes, simples (par ex. calendrier de 12 mois lunaires), déviaient rapidement de l’année solaire réelle et donc des saisons. Il fallait réajuster régulièrement le calendrier, notamment en intercalant des mois supplémentaires de temps à autre. Même un calendrier de 365 jours n’est pas parfait, car l’année réelle est plus longue : sa valeur moyenne est proche de 365,2422 jours. C’est d’ailleurs pour cela que nous avons un calendrier grégorien, comportant régulièrement des années bissextiles de 366 jours.

20. Halley, *Philosophical Transactions*, vol. 34, p. 209 : *be a little more careful of his numbers [...] and inform himself of the Sphericks, so as to give us the right ascensions of the stars truly from their given longitudes and latitudes.*

21. Fréret, *Défense*, p. 419.

22. Steuart, *Apologie*, p. 164.

L’Abrégé et la Chronologie exploitent ce type d’erreur pour dater le calendrier égyptien. D’après Newton, ce dernier était initialement de 360 jours, auxquels on finit par ajouter 5 jours, dits épagomènes, pour avoir un meilleur accord avec l’année solaire. Ce calendrier fut ensuite adopté par les Chaldéens, sans aucun discernement. Les deux écrits de Newton suivant exactement le même raisonnement, en des termes très similaires, on ne recopie ici que le texte de la Chronologie, légèrement plus détaillé²³ : “ ils ajoutèrent à la vieille année du Calendrier cinq jours [...] sous le règne d’Aménophis, ils ont pu placer le commencement de cette nouvelle année à l’équinoxe de printemps [...] Enfin cette même année luni-solaire fut introduite dans la Chaldée, d’où vint l’ère de Nabonassar ; car les années de Nabonassar et celles d’Egypte commençaient le même jour qu’ils nommoient Thoth, il n’y avoit aucune différence entre elles. La première année de Nabonassar commença le 26 février de l’ancienne année romaine, 747 ans avant l’ère vulgaire de Jésus-Christ, et trente-trois jours et 5h avant l’équinoxe de printemps suivant le mouvement moyen du Soleil [...] Or si l’on compte que l’année de 365 jours a cinq heures & 49 minutes de moins que l’année équinoxiale, le commencement de cette année rétrogradera de trente-trois jours et cinq heures en 137 années & par conséquent cette année commença d’abord en Egypte à l’Equinoxe de printemps, suivant le moïen mouvement du Soleil 137 années avant le commencement de l’ère de Nabonassar ”, soit en 884 avant notre ère.

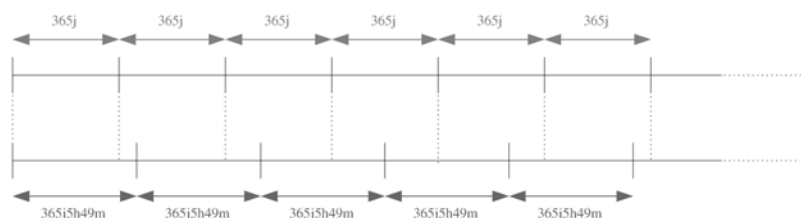


Figure 1 : Décalage progressif des années de 365 jours par rapport à l’année solaire vraie.

Newton suit ici le calendrier julien et son calcul peut aisément être vérifié. En 747 avant notre ère, première année de Nabonassar, l’équinoxe de printemps se produisit le 28 mars à 22h30 UT²⁴. Entre le 26 février à 0h, début de la première année de Nabonnassar, et le 28 mars à 22h30, il y a quasiment 31 jours complets

23. Newton, Chronologie, p. 82-83 – voir aussi entrée 884 de l’Abrégé.

24. Pour connaître la date des solstices et équinoxes entre 4000 avant notre ère et 2500, le site de l’IMCCE <http://www.imcce.fr/fr/grandpublic/temps/saisons.php> peut être utile. Sinon, il suffit d’une date (Newton connaissait probablement la date de l’équinoxe de printemps à son époque, qui se produisit le 9 mars à 22h24 UT en 1689) et de la longueur des années. En effet, il précise utiliser 365j5h49m pour l’année tropique, alors que l’année julienne vaut 365j6h, soit une différence de onze minutes : en 2435 ans (intervalle entre 747 avant notre ère et 1689), cela fait une différence de 18,6 jours, à ajouter à la date de l’équinoxe de 1689 pour trouver le 28 mars.

(et non 33j5h – il y a ici une petite erreur de calcul). Newton attribue ce décalage à l'erreur du calendrier de 365 jours. En effet, dans un tel système, on perd chaque année presque un quart de jour (5h49m selon Newton, voir aussi Fig. 1) : pour prendre 31 jours d'avance, il faut donc attendre 128 ans ($\sim 4 \times 31$). En supposant que le calendrier chaldéen ait été adopté sans modification aucune, Newton place donc l'établissement du calendrier égyptien de 365 jours – et la fin de règne d'Aménophis – un peu plus d'un siècle avant la première année de Nabonassar. Comme cette dernière possède une date bien connue dans les calendriers modernes, on peut alors dater facilement la succession des pharaons, via Aménophis.

On sait aujourd'hui que le calendrier chaldéen ou mésopotamien a influencé l'égyptien, et non l'inverse : le peuple du Nil doit en effet à ces voisins l'année de 365 jours, établie au 2^e millénaire avant notre ère. Le postulat de base est donc pour le moins caduc, et il existe d'autres problèmes dans le raisonnement. Cependant, à l'époque de Newton, Fréret sera le seul à mettre en doute ce calcul, dans ses Observations (p. 84-89) ainsi que dans la section I de la troisième partie de sa Défense. Outre les problèmes d'identification du pharaon Aménophis – aux identités bien choisies chez Newton pour condenser la chronologie, Fréret attaque également l'argument calendaire. Il souligne tout d'abord la question de l'héritage, loin d'être certain, bien au contraire²⁵. Il insiste ensuite sur le problème du commencement chez Newton : s'il y avait bien une fête religieuse organisée à l'équinoxe, cela n'en fait pas pour autant le premier jour du calendrier égyptien, bien connu pour être fixé au lever héliaque de Sirius (baptisé "Sothis"), soit en phase avec le début de la crue du Nil²⁶. En fait, il affirme avec raison²⁷ qu'"il n'y a rien dans toute l'antiquité qui puisse nous faire penser que l'année égyptienne ait jamais commencé au printemps".

Fréret observe aussi un problème lié aux usages égyptiens²⁸. Le peuple du Nil utilisait deux calendriers, l'un civil, maintenu en phase avec les saisons, et l'autre religieux. Ce dernier comportait toujours 365 jours, sans aucun ajout ou correction. Il s'ensuit un décalage progressif d'avec l'année civile réelle d'un quart de jour par an. On retrouve donc les deux calendriers en phase tous les 1460 ans environ²⁹, un intervalle de temps aussi appelé "cycle sothiaque" : comme les deux années coïncidaient parfaitement en 138, il en découle qu'un cycle commença en 1323 avant notre ère. Fréret affirme même, en interprétant diverses sources dont des textes de Manéthon, que ce cycle n'était pas le premier. Le calendrier égyptien de 365 jours serait donc bien plus ancien que 884 avant notre ère – au moins de 4 siècles et demi, si pas de deux millénaires. À noter que Newton n'avait ici pas compris la portée de la remarque de Fréret : en réponse aux Observations, il jure ses grands dieux qu'il n'a jamais placé le commencement d'un

25. Fréret, Défense, p. 386.

26. Fréret, Observations p. 84-89, et Défense, p. 391-394.

27. Fréret, Observations, p. 85.

28. Fréret, Observations p. 84-89 et Défense p. 394-400 et p. 407.

29. car $365.25/0.25=1460$, ou 1507 ans si l'on considère des années solaires de 365j 5h 49m.

cycle sothiaque en 884 avant notre ère³⁰. S'il est vrai qu'il ne parle pas de ce cycle, il oublie que l'argument de Fréret porte sur l'antiquité de l'utilisation de 365 jours – impossible en effet de commencer un cycle sothiaque avant d'avoir fixé la durée de l'année à 365 jours.

Les deux dernières remarques de Fréret dans le domaine calendaire portent sur les sources de Newton. Sa seule source mentionnée est Syncelle, mais il semble évident que ses écrits ne sont pas fiables car ils comportent diverses contradictions tant avec l'extérieur (d'autres sources de la même époque), qu'avec lui-même³¹. D'autre part, un coup d'œil plus aiguisé aurait facilement permis à Newton de se rendre compte que les 5 jours épagomènes n'étaient généralement pas comptés officiellement, même si utilisés en pratique – on parle de jours “ déro-bés ”³². Avoir un texte religieux parlant de 360 jours est donc tout à fait compatible avec l'utilisation pratique d'un calendrier de 365 jours à la même époque. Newton va un peu vite en besogne en faisant du calendrier de 365 jours une invention récente³³.

Datation grâce à la précession

La datation constituait un sérieux problème aux historiens de l'époque, car la géologie et l'archéométrie faisaient encore partie d'un lointain futur. L'analyse des monuments n'étant pas claire, il ne restait aux historiens que l'analyse des textes, l'écriture sainte en premier lieu. Ainsi, on comptait les générations décrites, en essayant de faire correspondre les mesures tirées des diverses sources écrites. Dans ce contexte, l'astronomie paraît à première vue un atout considérable. Les événements célestes se produisent en effet des moments précis, reconstituables au XVII^e siècle grâce à l'établissement de théories enfin précises, basées sur des observations détaillées. Cette précision et l'aspect irréfutable du calcul scientifique, introuvables ailleurs, exercent alors un attrait non négligeable. Joseph Scaliger et Denys Pétau utilisent les cycles connus du Soleil et de la Lune pour mettre en phase les différents calendriers anciens. Les éclipses, événements rares mais prédictibles, servent elles aussi, notamment dans les travaux de Riccioli. L'étude des orbites de comètes, science nouvelle dont Halley est pionnier, fournit même à Whiston de quoi dater le déluge. Les phases de la Lune, et les marées associées à cet astre, permettent à Halley de dater l'invasion de l'Angleterre par César³⁴.

30. Newton, *Philosophical Transactions*, vol. 33, p. 320.

31. Fréret, *Défense*, p. 405-406.

32. Fréret, *Défense*, p. 411-412.

33. Il est ici piquant de constater qu'un défenseur de Newton, James Steuart, tente de justifier Newton en soulignant l'antiquité des cinq jours épagomènes (*Apologie*, p. 88). Steuart veut ainsi prouver à Shuckford que les Anciens n'avaient pas une si mauvaise précision quant à la durée de l'année mais, sans s'en rendre compte, il va ici contre les enseignements de son “ maître ”.

34. J. Scaliger, *De emendatione temporum* (1583) ; D. Pétau, *Opus de doctrina temporum* (1627) ; Riccioli, *Almagestum Novum* (1651) ; W. Whiston, *A new theory of the Earth* (1696) ; E. Halley, *A discourse tending to prove at what time and place Julius Cesar made his first descent upon Britain*, *Philosophical Transactions*, 16, 495-501 (1691)

L'utilisation de l'astronomie en chronologie n'est donc pas nouvelle quand Newton s'intéresse à l'histoire. Toutefois, le choix du phénomène astronomique est totalement nouveau et potentiellement révolutionnaire. En effet, Newton, lui, utilise la précession, un phénomène précis et bien connu que Newton lui-même a "démonstré" dans le cadre de sa nouvelle physique (voir annexe). Elle possède en outre l'avantage de ne pas dépendre de la latitude du lieu d'observation, supprimant une inconnue gênante. Il s'agit clairement du cœur du système newtonien³⁵. C'est aussi l'argument en apparence le plus scientifique de toute la Chronologie, et donc celui qu'il faut détruire pour faire crouler l'ensemble, ou qu'il faut soutenir pour consolider l'édifice temporel. Cela est bien compris des contemporains de Newton, ce qui explique le nombre de discussions sur le sujet.

Fréret explique ainsi³⁶ : " la détermination de l'âge des Argonautes par le lieu des colures dans la sphère réglée sur leur temps, est une de ces idées neuves et brillantes, dont le privilège est de surprendre et de subjuguier les esprits. Je ne m'étonne pas que M. Newton l'ait saisie comme une soudaine inspiration de ce Génie dont il avoit autant de droit que Socrate de se croire assisté dans ses méditations, & que ses partisans se soient jettés avec confiance dans la route nouvelle que leur traçoit ce rayon de lumière. Un fait aussi certain que la précession des équinoxes, employé comme principe, garantissoit à leurs yeux la certitude des conséquences qui devoient en résulter. C'étoit en même temps étendre le ressort de l'Astronomie & faire marcher la Chronologie d'un pas plus sûr, que d'appeler l'une au secours de l'autre. [...] Il étoit difficile qu'avec de tels avantages au moins apparens, cette preuve astronomique ne donnât presque l'air d'une démonstration au raisonnement par lequel M. Newton en déduisoit le calcul abrégé ".

Steuart abonde dans son sens³⁷ : " le 3^e avantage qu'à eu Mr. Newton consistoit en l'étendue de ses connaissances de l'Astronomie & dans ce génie créateur dont il étoit doué. Rien de ce qui avoit du rapport à cette science ne pouvoit se dérober à sa pénétration. Il en saisissoit la moindre petite circonstance, pour la tourner à profit dans les autres sciences. Combien la physique n'a-t-elle pas servi entre ses mains pour expliquer les phénomènes de l'Astronomie et de l'Optique combien l'Astronomie à son tour n'a-t-elle pas servi pour expliquer la nature & la voici encore employée pour déterminer la Chronologie ".

35. " c'est la base de la Chronologie " (Fréret, Observations, p. 56) – à noter que le terme de précession n'apparaît pas dans l'Abrégé ni même dans la réponse de Newton reprise dans la lettre de Keil (p. 56 de la première dissertation de Souciet). Toutefois, on ne peut se tromper sur l'identité du phénomène choisi (les termes de recul du solstice d'un degré en 72 ans sont suffisamment explicites), et ce n'est donc pas la lettre de Keil qui donne la solution de l'énigme comme le pense F. E. Manuel (p. 23). Ajoutons que d'autres avaient déjà réfléchi à l'utilisation de la précession pour les questions chronologiques avant Newton (notamment Scaliger, voir Joseph Scaliger, Anthony Grafton, 1993, et Buchwald & Feingold p. 250), mais sans utiliser les colures.

36. Fréret, Défense, p. xliv-xlv de la préface.

37. Steuart, Apologie, p. 116.

Bailly lui aussi souligne³⁸ : “ l'idée de régler la chronologie par la détermination ancienne des points équinoxiaux et solsticiaux étoit belle, grande et digne d'un homme de génie ”. Il ajoute cependant “ mais Newton s'est trompé dans l'application qu'il en a faite & le système qui en résulte est tombé, parce qu'il est contraire aux faits ”. Tout le problème est là : le raisonnement est erroné. Toutefois, il ne s'agit pas d'un obscur savant de province, c'est du grand Newton que l'on parle ici.

Dans la suite de cet article, l'examen du raisonnement chronologico-astronomique sera coupé en 4 parties, pour faciliter la compréhension des arguments avancés (dans un sens ou dans l'autre) car le débat n'est pas simple, même si Souciet affirme³⁹ : “ la preuve qu'en apporte M. Newton est des plus spécieuses et des plus fortes en apparence. Elle est fondée sur le cours des astres, et sur un calcul astronomique des plus aisez et des plus clairs ”. La dernière partie de l'annexe fournit les cartes célestes des constellations évoquées dans le texte, ainsi que celles des colures aux époques discutées.

Une chose doit cependant être notée : Newton n'a pas vraiment besoin de l'astronomie. En effet, dans son *Original of Monarchies*, il utilise seulement la durée moyenne des règnes pour fixer la ligne du temps⁴⁰. L'astronomie ne constitue donc qu'une cerise sur le gâteau, quoiqu'elle soit finalement considérée comme sa “ meilleure ” preuve vu son aspect scientifique et démontrable.

Liste des constellations

Pour appuyer son raisonnement chronologique, Newton tente d'abord de “ prouver ” le lien entre constellations et l'époque des Argonautes⁴¹ : “ Chiron dessina les figures du ciel [...] on peut voir par cette Sphère même, qu'elle fut ébauchée au tems de l'expédition des Argonautes ; car cette expédition s'y trouve marquée parmi les Constellations, aussi bien que differens traits encore plus anciens de l'Histoire Grecque ; il n'y a rien de plus moderne que cette expédition. On voioit sur cette Sphère le *Bélier* d'Or, qui étoit le Pavillon du Navire, dans lequel Phryxus se sauva dans la Colchide ; le *Taureau* aux piés d'airain dompté par Jason ; les *Gémeaux* Castor & Pollux, tous deux Argonautes, auprès du *Cigne* de Leda leur mère. La étoient représentés le *Navire* Argo, & l'*Hydre* ce Dragon si vigilant ; ensuite la *Coupe* de Medée, & un *Corbeau* attaché à des cadavres, qui est le symbole de la mort. D'un autre côté, on remarquoit *Chiron* le maître de Jason, avec son *Autel* & son *sacrifice*. *Hercule* l'Argonaute avec son *Dard* & avec le *vautour* tombant ; le *Dragon*, le *Cancer* & le *Lion* qu'il tua ; la *Lyre* d'Orphée l'Argonaute. C'est aux Argonautes que toutes ces choses ont du rapport. On y avoit encore représenté *Orion*, fils de Neptune, ou selon d'autres livres, petit-fils

38. Bailly, Histoire de l'Astronomie Ancienne, p. 509.

39. Souciet, 1^o dissertation 1, p. 51.

40. F. E. Manuel, p. 122.

41. Newton, Chronologie, p. 87-89, italiques reproduits ci-dessous.

de Minos, avec ses *Chiens*, son *Lièvre*, sa *Rivière* & son *Scorpion*. L'Histoire de Persée est désignée par les Constellations de *Persée*, d'*Andromède*, de *Céphée*, de *Cassiopée*, & de la *Baleine* : celle de Callisto, & de son fils Arcas, par la *Grande Ourse*, & le *Gardien de l'Ourse* : celle d'Icare, & de sa fille Erigone, est marquée par le *Bouvier*, le *Chariot*, & la *Vierge*. La *petite Ourse* fait allusion à une des Nourrices de Jupiter, le *Chartier* à Erechthonius, le *Serpentaire* à Phorbas, le *Sagittaire* à Crolus, fils de la Nourrice des Muses, le *Capricorne* à Pan, & le *Verseau* à Ganimède. On y voit la *Couronne* d'Ariadne, le *Cheval ailé* de Bellerophon, le *Dauphin* de Neptune, l'*Aigle* de Ganimède, la *Chèvre* de Jupiter & ses *Chevreaux*, les *Asnon*s de Bacchus, les *Poissons* de Venus & de Cupidon, & le *Poisson Austral* leur parent. Ces Constellations & le *Triangle*, sont les anciennes dont parle Aratus : elles font toutes allusion aux Argonautes, à leurs contemporains, & à des gens plus anciens d'une ou de deux Générations. De tout ce qui étoit originairement marqué sur cette Sphère, il n'y avoit rien de plus moderne que cette expédition. *Antinoüs* & la *Chevelure de Bérénice* sont de nouvelle date. Il semble donc que Chiron & Musaeus firent cette sphère, pour l'usage des Argonautes ”.

Quelques précisions sont à apporter au niveau de cette liste : la Chèvre et les Chevreaux dont il est question font en fait partie de la constellation du Cocher (ou Chartier ci-dessus), tandis que les Ânon se trouvent, eux, dans le Cancer ; la Rivière correspond à l'Eridan actuel, le Serpentaire à Ophiuchus (qui est accompagné d'un Serpent), Chiron au Centaure, le gardien de l'Ourse à Arcturus, le Cheval Ailé à Pégase, le Vautour tenait probablement la Lyre, et le Dard est probablement la Flèche. À noter que le Cancer est aussi parfois appelé Ecrevisse à cette époque. Il manque par contre les constellations du Petit Cheval, de la Balance (ou Serres du Scorpion, citées ailleurs par Newton) et du Loup (lié au départ à la constellation du Centaure), pourtant dûment notées par Ptolémée.

Le problème principal de cette liste est qu'elle contient de nombreuses constellations d'origine non grecques. Au minimum, les douze constellations classiques du zodiaque (Bélier, Taureau, Gémeaux, Cancer, Lion, Vierge, Balance, Scorpion, Sagittaire, Capricorne, Verseau, Poissons) ainsi qu'Hydre, Aigle, et Poisson Austral sont d'origine mésopotamienne⁴². Elles ont été transmises aux Grecs qui les adoptèrent – comme le dit Fréret⁴³, il y a des “constellations habillées à la grecque”. Leur lien avec la célèbre expédition est donc, au mieux, plus que ténu. La chose était d'ailleurs connue dans l'Occident moderne⁴⁴, même si La Nauze insiste sur l'apport grec en assurant⁴⁵ que les noms grecs des constellations sont différents de ceux donnés par les Chaldéens

42. Voir par exemple : Rogers, JBAA, 1998, 108, 9.

43. Fréret, Défense, p. 501 ; on peut aussi relever cette piquante remarque (Défense, p. 466) : “les Grecs aimoient à faire honneur à leur nation de bien des choses qu'ils devoient aux Barbares”.

44. Voir par exemple Bailly, Histoire de l'Astronomie Ancienne, p. 512, point XL.

45. La Nauze, 5^e lettre au Père Souciet, p. 433.

(ce qui est faux dans de nombreux cas, voir ci-dessus) et les Egyptiens (ce qui est correct).

En outre, Fréret remarque⁴⁶ que “ Chiron n’étoit pas le seul à qui les Grecs se crussent redevables de leur Astronomie ”. Ils attribuaient aussi ce titre à Prométhée, Atrée, et Palamedes. Dans ce cas, pourquoi favoriser Chiron plutôt qu’un autre ? N’est-ce pas simplement parce que cela concourt au but recherché, soit une réduction de la chronologie classique ? En effet, Souciet souligne l’importance de l’expédition des Argonautes⁴⁷, à laquelle divers événements majeurs (guerre de Troie, fondation de Rome) sont liés par des intervalles temporels connus. C’est un avantage de Chiron que ne possèdent pas d’autres personnages “ fondateurs ”.

Pire, en supposant même que Chiron soit la source originelle, on ne peut supposer en même temps qu’il ait défini les constellations à l’usage des Argonautes et que ces constellations soient liées à des événements de leur expédition. En effet, ces derniers sont par essence imprévisibles, et n’ont donc été connus qu’une fois l’expédition accomplie, comme le remarque L.R. Desh⁴⁸. La (faible) réplique à ce sujet par J. Steuart⁴⁹ est que Chiron a probablement donné des noms provisoires avant l’expédition, tirés des constellations égyptiennes, pour en changer juste après le retour des aventuriers, car une création plus récente aurait certainement conduit à retrouver des traces célestes d’événements marquants, comme la guerre de Troie.

Hardouin va plus loin encore dans la critique⁵⁰. Il assure que Chiron astronome est une chimère, le centaure étant plutôt connu pour son art pharmaceutico-médical⁵¹. Et même si l’on acceptait ce “ fait ”, il pose la question de l’utilité de ces constellations⁵² et de la position des points de référence (solsticiaux ou équinoxiaux) pour la navigation des Argonautes, un simple “ cabotage le long des côtes ” de quelques mois : que la Polaire fut utile aux voyageurs, soit, mais l’intérêt du reste semble assez douteux, avant l’invention de l’astrolabe, lui-même bien postérieur à la célèbre expédition. Il existe en outre un problème de précision dans le repérage stellaire (voir ci-dessous et notes 70 et 71).

Ces nombreuses discussions sur Chiron oublient un point essentiel : Chiron lui-même n’est pas important pour Newton. En effet, comme le démontrent ses manuscrits⁵³, il cherchait surtout un lien avec les Argonautes car il avait une invention sans inventeur. Son choix s’était au départ porté plutôt sur Palamedes

46. Fréret, *Observations*, p. 73-74.

47. Souciet, 5^e dissertation, p. 117-118.

48. Desh, *Lettre sur la chronologie de M. Newton*, *Mercure de France*, décembre 1755, p. 168-169.

49. Steuart, *Apologie*, p. 150.

50. Hardouin, *Mémoires de Trévoux*, p. 1569.

51. La même Remarque est faite par Costard, p. 79, Banier et Squire.

52. Newton, *Abrégé*, entrée 939 : “ Chiron définit constellations pour faciliter la navigation ” ; Hardouin, *Mémoires de Trévoux*, p. 1578 et suivantes.

53. F. E. Manuel, p. 78-85 et annexe C de Buchwald & Feingold.

mais, après 1700, il change d'avis en préférant Chiron, évitant alors jusqu'à la moindre mention du héros déchu dans ses écrits.

En résumé, on peut clairement mettre en doute la définition de la sphère céleste par Chiron ou l'un de ses contemporains. Ce lien constitue pourtant la brique de base sur lequel repose l'édifice précessionnel (voir section suivante).

Position des colures

Le point central de la justification astronomique de la chronologie newtonienne repose sur la précession. Il s'agit d'un lent décalage (un degré par 72 ans) des points solsticiaux et équinoxiaux par rapport aux constellations (voir annexe et Fig. 2). Ce phénomène peut servir à la datation à condition de connaître les positions précises de ces points à deux époques, dont l'une est de date connue (1690 dans le cas de Newton). La différence de positions, en degrés, donne alors directement l'intervalle de temps en années, après une simple multiplication par 72⁵⁴. Il suffisait donc de trouver une source parlant des positions anciennes de ces points remarquables, les positions actuelles étant connues. Ces sources, Newton les trouve dans des textes anciens, et il en tire le substrat qui l'intéresse.

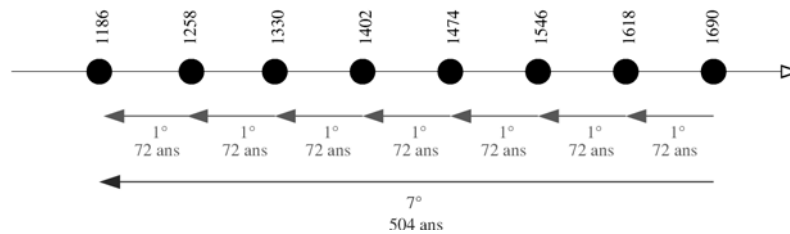


Figure 2 : Décalage progressif de la position de l'équinoxe de printemps.

Dans l'Abrégé, il écrit ainsi pour l'entrée de l'année 939 : “ Il [Chiron] plaça les points des solstices et équinoxes au 15^e degré de ces constellations, c'ad vers le milieu des signes du Cancer, Capricorne, Aries et Scorpius. Ces signes n'étoient pas différents des constellations même ”.

Dans la Chronologie, Newton détaille son raisonnement⁵⁵ : “ Cette année donna lieu aux premiers Astronomes, qui formèrent les Constellations, de placer les Equinoxes & les Solstices au milieu des Constellations d'Ariès, du Cancer, des Serres du Scorpion [la Balance] & du Capricorne. [...] Eudoxe qui fleurissoit

54. À noter que ce rapide calcul est correct à un nombre de tours complets près. En effet, si l'on observe un décalage angulaire de 2°, il peut indiquer un intervalle temporel de $2 \times 72 = 144$ ans, mais aussi $(360+2) \times 72 = 26064$ ans si l'axe de la Terre a effectué une rotation d'un tour complet plus deux degrés, ou $(720+2) \times 72 = 51984$ ans pour deux tours complets, etc. Aucun des débatteurs n'a cependant considéré cette possibilité.

55. Newton, Chronologie, p. 85-89.

environ 60 ans après Meton, & 100 ans avant Aratus, en décrivant la Sphère des Anciens, mit les Solstices & les Equinoxes au milieu des Constellations d'Ariès, du Cancer, des Serres du Scorpion & du Capricorne, comme l'assure Hipparque [...] Ainsi du tems de l'expédition des Argonautes, les points cardinaux des Equinoxes & des Solstices, étoient dans le milieu des Constellations d'Ariès, du Cancer, de la Balance & du Capricorne". Pour préciser ces points-milieu, Newton considère d'abord les deux étoiles extrêmes du Bélier (γ Ari, oreille du Bélier et "première d'Ariès", et τ Ari, fin de la queue du Bélier et "dernière d'Ariès"). Trouvant leurs positions dans le catalogue de Flamsteed⁵⁶, il trouve les coordonnées du point milieu et regarde où le colure équinoxial passant par cet astre coupe l'écliptique. Pour ce calcul, il n'oublie pas que ce colure est incliné de 66.5° sur l'écliptique, d'où une correction à appliquer à la longitude des étoiles pour trouver la longitude réelle de l'intersection, correction d'autant plus grande que l'astre est éloigné de l'écliptique (voir Fig. 3). Il trouve une valeur de $6^\circ 44' 8''$, soit un décalage angulaire total de $36^\circ 44'$, ou 2645 ans, entre Chiron et lui (en 1690 pour être précis). Pour appuyer cette thèse, il va ensuite prendre diverses étoiles appartenant aux endroits des constellations où Eudoxe fait passer le colure équinoxial, d'après un commentaire d'Hipparque⁵⁷. À chaque fois, il refait le même calcul, et trouve un décalage moyen de $36^\circ 29'$, qui correspond à 2627 ans à retrancher à 1690, soit la définition de la sphère (précédant de peu l'expédition) ayant eu lieu 43 ans après la mort de Salomon dans son système. Il recommence ensuite avec le colure solsticial, défini par δ Cnc pour l'Ânon méridional du Cancer, δ Hya pour le cou de l'Hydre, ι Argo situé entre poupe et mât du Navire, θ Sge à la pointe de la Flèche, et η Cap au milieu du Capricorne. Le calcul est ici plus simple, car le colure est perpendiculaire à l'écliptique et aucune correction ne doit être appliquée. Il

56. Flamsteed, *Historia Coelestis Britannica*, 1725. Ce catalogue n'est jamais cité explicitement par Newton, mais ce dernier l'a pourtant bel et bien utilisé, comme le prouvent les coordonnées stellaires citées. Au début de ses travaux, Newton utilisait le catalogue d'Hévélius, comme le démontrent ses manuscrits (voir F. E. Manuel, p. 71), mais il adopta celui de Flamsteed après 1700. Une preuve de ce changement est cachée dans la *Chronologie* : h Per, cité dans le texte avec des coordonnées provenant d'Hévélius – l'étoile n'est pas reprise par Flamsteed. Selon Buchwald & Feingold (p. 286), Newton aurait procédé à ce changement pour désamorcer les critiques de Flamsteed, prendre la référence la plus récente et surtout ... avoir plus d'astres à disposition pour faire son choix, car Flamsteed liste plus d'objets qu'Hévélius, ce qui en dit long sur les "méthodes" du savant anglais. À ce sujet, les mêmes auteurs, tout en soulignant le "scepticisme" de Newton et son absence d'hypothèses, fournissent aussi de nombreux exemples de manipulations de textes (voir p. 217-221, p. 224-228, p. 236-238, p. 279, p. 284-286, p. 294, p. 298, p. 305-306) voire de modifications (p. 134, p. 162, p. 199 et p. 205) – voir également un cas d'"oubli" flagrant pour Hésiode à la section 4.b.II ci-dessous. Les noms des étoiles comportent une lettre grecque suivie d'un code de trois lettres spécifique à une constellation (voir <http://www.iau.org/public/constellations/>) : ils proviennent de l'*Uranometria* de Bayer (1603), et sont utilisés par tous les débauteurs.

57. ν Ari au milieu du dos du Bélier, ν et ξ Cet à la tête de la Baleine, ρ Cet pour le dernier pli de l'Eridan, τ et η Per pour la tête et la main de Persée. À noter que Bradley Schaefer (2004, *The astronomical lore of Eudoxus*, JHA vol. 35, p. 171-173, voir aussi p. 275-276 et Table 8.3 de Buchwald & Feingold) a fait le même exercice que Newton, indépendamment, à partir du même passage d'Hipparque. Il arrive à une conclusion similaire (985BC pour la définition de la sphère originelle) mais avec une dispersion bien plus élevée (déviations standard de 468 ans à la place de 84 ans). Newton lui-même changea d'opinion au cours du temps à propos de la date exacte (il suffit de comparer l'*Abrégé* avec la *Chronologie*, voir aussi Table 8.6, p. 287 de Buchwald & Feingold).

trouve ici aussi un décalage moyen de $36^{\circ}29'$, et voit ainsi son raisonnement confirmé. Il précise que l'on peut aussi ajouter pour le colure des solstices les étoiles du cou et de l'aile droite du Cygne (η et κ Cyg) ainsi que celle de la main gauche de Céphée (\omicron Cep) et la queue du Poisson austral – mais il ne donne pas les valeurs ici, et pour cause : une comparaison avec Flamsteed montre que les astres du Cygne sont plus éloignés de la position moyenne que les autres (8.5° et 10.5° au lieu de 6.5°) ; et l'ajout de \omicron Cep est étrange, car ses coordonnées le font appartenir, au mieux, au colure équinoxial⁵⁸ alors qu'Eudoxe, d'après Hipparque, met pourtant bien la main gauche de Céphée dans le colure solsticial.

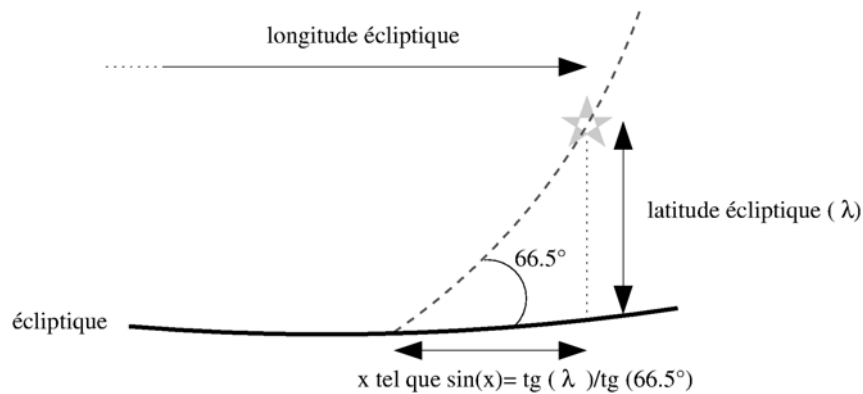


Figure 3 : Correction (x) à apporter aux longitudes écliptiques pour trouver le lieu de l'équinoxe ancienne, qui est l'intersection entre écliptique et colure équinoxial incliné de $66,5^{\circ}$.

Plusieurs choses sont ici à examiner : le choix des étoiles et l'attribution à Chiron. Étudions tout d'abord le choix des étoiles fait par Newton. Pour commencer, on peut remarquer une absence criante : alors que Newton répète plusieurs fois que le colure équinoxial passe par le milieu des "Serres" (soit la Balance), il ne cite aucune étoile de cette constellation. En fait, cet oubli est loin d'être anodin. Un colure passant par les étoiles α et β Lib, cœur de la Balance, coupe l'écliptique à une distance d'environ $41-48^{\circ}$ de l'équinoxe d'automne de 1690, et

58. Ses coordonnées dans Flamsteed sont $5^{\circ}41'55''$ δ avec une latitude de plus de 61° : il ne peut donc passer par un colure solsticial, et le colure équinoxial passant par ce point coupe l'écliptique en 12.8° \mathcal{H} et non 6.5° δ ... Whiston cite le problème (voir citation dans Fréret, Défense, p. 433) et Fréret lui-même en parle (Défense, p. 434). Ce dernier propose une erreur typographique, un o ayant remplacé le d qui siérait mieux selon lui au système newtonien, ce qui n'est pas exact (voir Fig. A.5 en annexe). Selon Buchwald & Feingold (p. 285), il s'agit d'une simple erreur de calcul : si l'on néglige le signe et la correction due à la latitude, la valeur de la longitude ($5^{\circ}42'$) est proche du $6^{\circ}29'$ de Newton, ils supposent donc qu'il a confondu solstice et équinoxe. Si l'erreur arrange bien Newton, on peut cependant s'en étonner, vu sa simplicité et les réactions aux erreurs de Souciet du même ordre : elle n'est donc pas si facilement excusable et pourrait être intentionnelle.

non de $36,5^\circ$! Il est donc impossible, dans le système newtonien, de respecter toutes les prescriptions d'Eudoxe⁵⁹. Autre absente remarquable : Arcturus (α Boo). Si l'on adopte le colure équinoxial antique de Newton, cette étoile très brillante et facilement repérable passait à environ un degré du colure⁶⁰, pourtant, Newton n'en fait aucune mention et Eudoxe non plus (et pour cause). D'autre part, les étoiles citées par Newton posent elles aussi divers problèmes⁶¹. Tout d'abord, elles sont peu brillantes car de la quatrième grandeur⁶², au mieux. Cela implique qu'elles ne sont visibles qu'avec de bons yeux et dans une nuit sans Lune ni fins nuages ... Peut-on dès lors les considérer utiles pour servir au repérage ? La question est d'autant plus aiguë qu'il existe dans la plupart des constellations citées des étoiles de première ou troisième grandeur : les anciens voulant désigner des positions célestes claires auraient-ils choisis des étoiles faibles et peu souvent détectables ? De plus, Newton dessine les constellations de manière non traditionnelle. On sait en effet, par les descriptions d'Eudoxe, Hipparque ou Ptolémée, que les dessins antiques des constellations ne sont pas identiques aux modernes. Whiston en cite plusieurs : Persée et Céphée ont changé de disposition, et la Flèche non seulement se trouvait ailleurs (près de l'Aigle, puis au niveau du Dauphin actuel), mais en plus son tracé moderne n'incluait pas l'étoile citée par Newton, ajoutée quelques années seulement avant ses travaux⁶³. Enfin, même dans les cas les moins douteux, les étoiles choisies n'appartiennent pas à la partie du corps citée par Eudoxe : ainsi, ν et ξ Cet se trouvent dans le col et la crinière de la Baleine, et non sur la tête⁶⁴, ρ Cet n'a jamais fait partie de l'Eridan⁶⁵ et δ Hya se trouve dans la tête et non le cou de l'Hydre ... Emerson le dit clairement : Newton a choisi ses étoiles⁶⁶. Whiston conclut⁶⁷ : “ cette singulière tentative de M. Newton, de changer la figure ancienne des astérismes pour les ajuster à son hypothèse, jointe aux dix-huit différentes copies du premier chapitre de sa Chronologie, que l'on a trouvées chez lui, sont des preuves du plus fort et du plus long attachement que l'on ait jamais vu parmi les hommes pour une hypothèse. [...] [je me] contente de dire que cet argument tant célébré non seulement porte à faux mais qu'il est expressément & directement contraire à la nouvelle Chronologie ”.

59. Whiston cité par Fréret, Défense, p. 425-427.

60. Whiston cité par Fréret, Défense, p. 438-439.

61. Whiston cité par Fréret, Défense, p. 428-437.

62. Rappelons ici le système des magnitudes inventé par Hipparque. Les étoiles les plus brillantes sont de première grandeur, celles à peine visible à l'œil nu de sixième grandeur. Cette échelle de luminosité est une échelle logarithmique inversée.

63. En fait, ι Argo et θ Sge n'existent même pas dans le catalogue de Ptolémée, mais θ Sge est la seule étoile de la Flèche convenant au système newtonien (cf. Buchwald & Feingold, p. 279), ce qui n'est évidemment pas une excuse.

64. Toutefois, la description de Ptolémée s'accorde avec le choix de Newton, c'est la définition de la tête de la Baleine qui a changé avec le temps (p276-7 de Buchwald & Feingold).

65. La consultation des cartes d'Hévélius pourrait être à l'origine de cette erreur (cf. Fig. 8.13, p. 280 de Buchwald & Feingold).

66. Emerson, p. 144.

67. Whiston cité par Fréret, Défense, p. 439.

Se plaçant dans le système newtonien et en utilisant les rouages précessionnels à la manière du savant anglais, Whiston et Fréret tentent alors de trouver un système plus en accord avec les descriptions d'Eudoxe⁶⁸. Ils concluent que le meilleur décalage serait de $42^{\circ}15'$, ce qui placerait les observations de la sphère céleste rapportées par Eudoxe en 1353 avant notre ère et non 939. Dans ce cas, le colure équinoxial passerait entre les étoiles θ et ε Ari, α et β Lib, du côté de ι , φ , et κ Vir, et non loin de Menkar (α Cet) ; le colure solsticial passerait lui entre κ et λ Leo, θ et ζ Cap ; le tropique septentrional passerait par l'amas de la Crèche, puis entre δ et γ Cnc, par α Ser, ι et κ Oph, α Her, π Cyg, θ And, ι Aur, κ et ι Gem ; le tropique méridional entre δ et γ Cap, entre η et ζ Eri, par ζ et α Lep, β CMa, κ Argo, non loin de τ et ψ Cen, λ et ν Sco, δ Sgr ; et l'équateur céleste par π , μ , ou ν Ari, α Ori, α Hya, δ Crv, α Lib, ζ Oph, ν Aql, entre Markab (α Peg) et Algenib (γ Peg), vers ϕ et χ Psc. Ce serait la meilleure solution⁶⁹, mais cela ne veut pas dire que Fréret et Whiston insinuent que Chiron a vécu au XIV^e siècle avant notre ère (voir en effet ci-dessous).

De plus, un calcul précis nécessite des données précises, et ce genre de choses n'existe que rarement dans l'Antiquité. Shuckford met ainsi en doute la précision des anciens, tels Chiron, dans sa préface⁷⁰ : ils ne possédaient pas de catalogue stellaire avant Hipparque, et ne connaissaient ni l'obliquité de l'écliptique ni la longueur réelle de l'année. Les étoiles choisies par Newton apparaissent d'ailleurs à deux degrés, en plus ou en moins, de la valeur correcte⁷¹, or une différence de quatre degrés implique un décalage temporel de trois siècles. Dans ce cas, même si on "croit" que Chiron est bien l'auteur de la sphère (voir cependant discussion

68. Fréret, *Défense*, p. 438-439, et p. 451-458. Whiston propose de reculer d'au moins deux siècles la chronologie de Newton : il donne d'abord la date de 1353 BC en p. 1010 de son annexe (recopiée p. 439 de la *Défense* de Fréret), puis propose un recul de deux siècles à la place des quatre précédemment utilisés en p. 1017 de son annexe (non recopiée par Fréret), suite aux remarques de Halley sur la "première" du Bélier, mais il ne cite aucune étoile ni ne donne de détail sur ses calculs (celui à la base des quatre siècles est explicité par Fréret dans sa *Défense*, celui à la base des deux siècles est explicité dans Buchwald & Feingold, p. 365-366).

69. Au passage, on peut noter qu'il existe de nombreuses étoiles de 4^e, voire 5^e, grandeur parmi les étoiles choisies : leur solution n'est donc que partiellement meilleure au niveau de la luminosité des astres. D'autre part, les déclinaisons données par Fréret sont peu précises, avec quelques erreurs importantes – π Cyg se trouve à plus de 10° du tropique, τ Cen à plus de 5° , et ϕ Psc à plus de 5° de l'équateur. Buchwald & Feingold (p. 248) précisent que Newton n'utilise pas les tropiques et équateur car c'est moins simple à calculer. C'est effectivement le cas, mais si Fréret le fait sans problème, Newton devait en être capable aussi. Il est plus probable qu'il n'a pas trouvé de confirmation de sa datation par ce moyen, d'où le fait qu'il néglige d'en parler.

70. *The sacred and profane history of the world*, vol. II, voir aussi *Mémoires de Trévoux*, p. 347-348.

71. À noter que, bien que soutenant Newton de manière générale, Wood met lui aussi en doute la précision des observations à l'époque de Chiron. Voltaire a une démarche similaire (voir chap X, partie III, *Eléments de la philosophie de Newton*, 1773) : puisqu'Hipparque est le premier à s'apercevoir de la précession, cela "prouve que les Grecs n'avaient pas fait de grands progrès en astronomie" auparavant ; si Méton et Euctémon avaient trouvé une différence angulaire aussi grande, ils "n'auraient pu s'empêcher de découvrir cette précession des équinoxes ... ce silence me fait croire que Chiron n'en avait point tant su que l'on dit, et que ce n'est qu'après coup que l'on crut qu'il avait fixé l'équinoxe du printemps au quinzième degré du Bélier. On s'imagina qu'il l'avait fait parce qu'il l'avait dû faire. Ptolémée n'en dit rien dans son *Almageste*, et cette considération pourrait, à mon avis, ébranler un peu la chronologie de Newton".

ci-dessous), comment obtenir un résultat précis ? Pour La Nauze, c'est très simple : la précision repose sur la moyenne que fait Newton à partir de plusieurs étoiles⁷². Cependant, le choix des étoiles se fait par reconstruction moderne, aucun astre en particulier n'ayant été clairement cité dans les sources anciennes, qui parlent juste de "milieu" ou d'éléments tels une main ou une tête. De telles zones sont grandes (le dos du Bélier couvre ainsi plus de 6°), et peuvent donc accommoder des solutions éloignées de plusieurs degrés. Whiston souligne⁷³ également un problème possible de compréhension car si les noms sont communs, constellations et signes ne sont pas identiques. Il ne faut en effet pas oublier que les colures sont des cercles imaginaires, et qu'astres et astérisques n'ont pas été distribués dans le ciel pour les marquer. Du coup, passer par le milieu de l'un n'implique pas nécessairement passer par le milieu d'un autre. Il est ainsi impossible de passer en même temps au milieu des *constellations* du Bélier et de la Balance (voir aussi ci-dessus) alors que cela est naturel, vu leur définition, pour les *signes* associés. Il faut donc interpréter le texte d'Eudoxe, pour voir quand il parle de constellation et quand il désigne plutôt le signe – Whiston propose une solution, certes raisonnable, pour tenter d'identifier l'un et l'autre.

Enfin, tout ce calcul précessionnel repose sur des hypothèses. Même s'il y a quelques petites erreurs numériques de ci de là⁷⁴, les calculs peuvent être considérés comme essentiellement corrects dans les écrits de Newton (contrairement au cas de Souciet). La justesse du résultat dépend donc de la réalité des hypothèses. Fréret le souligne d'ailleurs⁷⁵ : " Je ne prétendois point attaquer la justesse de ces calculs [...] mais comme ces calculs supposoient des faits, je demandois la preuve de ces faits allégués ". Fréret entreprend ensuite de préciser ces faits⁷⁶ : " il dépend entièrement de deux suppositions, savoir 1° que Chiron avoit dessiné

72. La Nauze, Mémoires de Trévoux, p. 2535 : " c'est en faisant servir par le résultat moyen, la diversité et la grossièreté de leurs observations à se corriger les unes par les autres qu'il nous montre aujourd'hui comment ils approchèrent plus ou moins de leur but, le milieu des constellations : ce qu'ils n'étoient nullement capables de vérifier eux-mêmes ". Pour Buchwald & Feingold (chap. II), l'utilisation de la moyenne constitue un apport extrêmement original et inédit de la part de Newton, point sur lequel ils insistent. Toutefois, ils précisent eux-mêmes que d'autres s'en servaient à l'époque (en démographie, météorologie, artillerie, voire astronomie). Si bien des points de la *Chronologie* ont été débattus, l'utilisation de la moyenne n'a jamais posé de problème ni n'a été combattue comme l'est toujours une nouvelle idée révolutionnaire. Ce passage de La Nauze montre d'ailleurs clairement que la moyenne semble " naturelle " et ne pose pas de problème à l'époque.

73. Whiston, cité par Fréret, Défense, p. 425-427 – Buchwald & Feingold expliquent longuement ce sujet (p. 289-291) en insistant sur le fait que Fréret ne le comprend pas. Cela fut peut-être exact au temps des *Observations*, mais ne l'est certainement plus au moment de la *Défense*, comme le montre le passage associé.

74. Quelques erreurs parsèment les écrits de Newton : erreurs de calcul, de recopiage des coordonnées de Flamsteed (ν Ari, τ Per, ξ Cet, et δ Can), d'obliquité (celle utilisée n'est pas celle de 939 avant notre ère), et même étoile fantôme (non reprise dans le catalogue de Flamsteed, voir note 56). Elles ont été corrigées lors de l'édition des œuvres complètes par Samuel Horsley en 1795 (voir aussi Table 8.2 de Buchwald & Feingold). Cependant, ces erreurs sont sans grande conséquence sur l'âge final, car elles ne changent les résultats que de quelques années.

75. Fréret, Défense, début de la 3^e partie, p. 384 (à propos des Observations).

76. Fréret, Défense, p. 415.

une sphère céleste pour l'usage des Argonautes, 2° que cette sphère étoit celle qu'avoit suivie Eudoxe ; deux choses qui sont avancées gratuitement ". La Nauze tente d'ailleurs d'expliquer ces fondements à Souciet⁷⁷ : " vous supposez que le sentiment d'Eudoxe, dont il s'agit dans Hipparque est le sentiment personnel d'Eudoxe, le sentiment qui lui étoit commun avec Méton dans le système de M. Newton. Ce n'est pas cela. L'opinion attribuée à Eudoxe par Hipparque est l'opinion de Chiron ". Même si ce n'est pas explicite, c'est effectivement ce que fait Newton dans sa Chronologie : on passe subrepticement des points-repères décrits par Eudoxe (p. 86) à ceux des Argonautes (p. 89, voir extrait ci-dessus) sans aucune explication ni justification du lien entre les deux.

Cependant, supposer que la sphère de Chiron, et la position des colures sur celle-ci, sont identiques à ce qu'Hipparque attribue à Eudoxe⁷⁸ est une hypothèse extrêmement forte, pour laquelle les preuves manquent, même si Emerson y voit " un point d'histoire " ⁷⁹. Fréret⁸⁰ ne trouve au mieux qu'un seul vers poétique parlant de la définition des constellations par Chiron, un seul alors que bien d'autres vers, du même auteur et/ou de la même époque, parlent des constellations mais jamais en rapport avec Chiron. Quant au lien entre Chiron et Eudoxe, il n'est pas non plus évident, alors qu'il est nécessaire au système, comme le souligne Fréret⁸¹ : " M. Newton n'ayant aucune preuve que la sphère d'Eudoxe fut la même que celle de Chiron, il ne peut rien conclure pour le temps de Chiron ". Halley, loin de soutenir Newton sur ce point, y voit d'ailleurs " la partie la plus blâmable de tout le système " ⁸². Que ces points se soient trouvés là avant Eudoxe, qui n'aurait que recopié la chose, soit⁸³, mais de là à les lier spécifiquement aux Argonautes, il y a un pas que Newton franchit allègrement (et Souciet ou La Nauze⁸⁴ avec lui !), mais Halley se garde bien de soutenir un tel fantasme. Souciet reconnaît d'ailleurs dans sa dernière dissertation⁸⁵ : il n'y a " aucun Ancien qui dise formellement le lieu où Chiron plaça des points cardinaux ".

77. La Nauze, 1^e lettre, p. 395.

78. cf. La Nauze, 1^e lettre, p. 355.

79. Emerson, p. 139 et p. 143.

80. Fréret, Défense, p. 418.

81. Fréret, Défense p. 442.

82. Halley, Philosophical Transactions, p. 206 : *the most exceptionable part of the whole system* – généralement recopié en utilisant " questionable " (discutable) alors que le texte original est bien " exceptionable " (blâmable, inadmissible). Buchwald & Feingold (p. 328 et p. 376-379) assurent que Halley soutient Newton, mais ce passage montre bien le contraire : son soutien se borne à montrer les déficiences de Souciet, contradicteur de Newton.

83. Fréret, Défense, p. 417.

84. La Nauze, 1^e lettre, p. 360 : la seule solution pour éradiquer le système newtonien est de montrer que Chiron n'est pas l'auteur de la sphère céleste, mais il juge cette solution peu plausible ; La Nauze, Mémoires de Trévoux, p. 2532 : " comment imaginer que ce n'ait pas été la sphère primitive ? "

85. Souciet, 5^e dissertation, p. 127.

Arguments supplémentaires avancés par Newton

Précession chez Méton et Hipparque

Pour appuyer son calcul précessionnel, Newton va utiliser ce que l'on sait de deux astronomes anciens, Méton et Hipparque. Postérieurs à la célèbre expédition, ils doivent observer un écart dans la position des équinoxes et solstices : à leur époque, ces points ne doivent plus se trouver au milieu des signes/constellations. Mieux, l'époque de ces savants est en fait bien connue : grâce à Ptolémée, on sait que Méton a observé le solstice de 432 avant notre ère et qu'Hipparque a travaillé entre 158 et 128 avant notre ère. La datation par précession peut donc ici être facilement vérifiée, ce qui appuiera d'autant plus le système chronologique de Newton. Faire référence à ces "autorités" anciennes n'est donc pas anodin.

Dans l'Abrégé, pour l'entrée 939, Newton précise ainsi que "Méton, en l'an 316 de Nabonassar observa que le solstice avoit reculé de 7 degrés depuis le temps auquel Chiron l'avoit fixé". Dans la lettre de Keil, l'Anglais insiste en précisant qu'il y a une différence de 8° entre la position des colures de son époque et celle de l'époque de Méton et de 4° pour Hipparque⁸⁶. On retrouve la même idée détaillée dans la *Chronologie*⁸⁷ : "Dans l'année de Nabonassar 316 [...] Meton & Euctemon observèrent le Solstice d'Eté, [...] & Columelle nous dit qu'ils le trouvèrent dans le huitième degré du Cancer, qui est au moins de sept degrés plus reculé que la première fois. Or l'Equinoxe rétrograde de sept degrés en 504. ans [...] on trouvera l'expédition des Argonautes comme ci-devant, 44. ans ou environ, après la mort de Salomon. [...] Hipparque célèbre Astronome, en comparant ses observations avec celles qui avoient été faites avant lui, s'aperçut le premier que les Equinoxes avoient un mouvement par rapport aux étoiles fixes, en s'éloignant d'elles contre la suite des signes. Il crut d'abord que ce mouvement étoit d'environ un degré en cent ans. Il fit les observations des Equinoxes entre les années de Nabonassar 566. & 618. L'année moïenne est 602 qui est 286 ans après l'observation de Meton & d'Euctemon ; or l'Equinoxe rétrograda durant ce nombre d'années, de 4°. Ainsi il fut dans le quatrième degré d'Ariès du tems d'Hipparque, & par conséquent il avoit rétrogradé de 11°, depuis l'expédition des Argonautes".

Alors que les écrits cités par l'Anglais ne laissent aucune place au doute (on peut cependant regretter l'absence d'extraits des textes originaux), Fréret propose une vision plus large⁸⁸ car il faut considérer l'ensemble des sources, et non juste celles qui nous arrangent. Il prend le cas d'Eudoxe, qui "parloit autrement dans ses ouvrages". Ainsi, dans le calendrier de Geminus, il place l'équinoxe de printemps au 6^e degré du signe du Bélier et le solstice d'hiver au 4^e degré du signe du Capricorne (soit 2° de différence par rapport à l'angle droit attendu) tandis que

86. Souciet, 1^e dissertation, lettre de Keil reproduite p. 56.

87. Newton, *Chronologie*, p. 96-97.

88. Fréret, *Observations* p. 62-67, voir aussi *Défense*, p. 461-483.

dans son *Enoptron* cité par Hipparque, Eudoxe place ces points au 15^e degré des signes et que dans le calendrier de Columelle, Méton et Eudoxe s'accordent à les placer au 8^e degré⁸⁹. Dans les textes anciens, on trouve aussi qu'Hipparque diffère d'Eudoxe de 15° en longitude, mais aussi qu'Euctémon, collègue de Méton, place dans les calendriers de Geminus et Callipus l'équinoxe au premier degré des signes. Bref, difficile de dégager un esprit commun des différents textes anciens. Selon Fréret, cela n'est pas étonnant : les traditions ont la peau dure, et subsistent longtemps avant qu'on ne puisse les changer. Il ne faut pas oublier non plus qu'une précision d'un degré est loin d'être indispensable aux agriculteurs à qui ces calendriers étaient destinés. Un bel exemple est le cas de Columelle⁹⁰, qui donne des dates différentes pour le lever (héliaque ou achronique) des mêmes étoiles. Ces dates et les angles mentionnés proviennent probablement d'observations faites à des dates différentes et compilées ensuite dans le même ouvrage, quoique les angles différents puissent aussi s'expliquer par des changements de système de coordonnées (hypothèse privilégiée par Newton selon Fréret quoique ce ne soit pas apparent dans la Chronologie, voir aussi La Nauze ci-dessous).

Souciet cite les mêmes sources que Fréret et refait les calculs de précession pour les époques de Méton ou Hipparque, de manière à montrer qu'il est impossible que ces derniers aient pu observer un solstice à 8° ou 4° des signes⁹¹ : il y a en effet 29.6° de décalage pour l'équinoxe entre 1700 et 432 avant notre ère, époque de Méton, et 25.4° pour l'époque d'Hipparque – tout cela est proche d'un signe entier, et donc non compatible avec 8° ou 4°. Dans la même veine, il insiste, en précisant que si Ptolémée parle des observations d'équinoxes ou solstices faites par Hipparque ou Méton, il ne précise jamais le lieu céleste où cela se passe⁹². Il précise même qu'Hipparque affirme que presque tous les mathématiciens ont mis les points "cardinaux" au commencement des constellations, sauf Eudoxe – il n'exclut donc pas explicitement Méton, pourtant bien connu⁹³. Souciet trouve même une explication plausible au problème des 8° : puisqu'il n'y a que Columelle qui l'attribue à Méton, pourquoi n'y aurait-il pas une erreur de copiste⁹⁴ ?

89. En acceptant même les arguments de Newton, on tombe sur divers problèmes (Fréret, *Observations*, p. 75-76) si l'on commence les signes à γ Ari, l'oreille du Bélier (ce que ne fait pas Newton). Ainsi, cette étoile possède une longitude écliptique nulle en 388 avant notre ère puisqu'elle a une longitude écliptique d'environ 29° en 1690. Un colure 15° plus loin implique une date $15 \times 72 = 1080$ ans plus ancienne pour Chiron, soit 5 siècles de différence avec Newton. Un colure 8° plus loin impose pour Méton une date située au X^e siècle avant notre ère, alors qu'on sait qu'il observait cinq siècles plus tard. Cet anachronisme flagrant repose tout entier sur le choix du commencement, et Fréret commet au départ la même erreur que Souciet, pensant que Newton commence son signe à l'oreille du Bélier. Cette erreur lui vaudra une remontrance de Newton dans sa réponse (p. 318 des *Philosophical Transactions*).

90. Fréret, *Défense*, p. 481.

91. Souciet, 1^e dissertation, p. 62-68, voir aussi Fig. 5.

92. Souciet, 1^e dissertation, p. 64-65.

93. La Nauze (1^e lettre, p. 392) assure que l'introduction d'Hipparque précise qu'il ne citera les noms que d'Aratus et d'Eudoxe, ce qui expliquerait la disparition de Méton ici ...

94. Souciet, 1^e dissertation, p. 69-70 : un A transformé en H, soit un 1 en 8 dans la notation grecque des nombres.

La Nauze ne voit, lui, aucun problème. Il réconcilie même les différentes sources entre elles : il s'agit simplement d'une question de convention. Si l'on imagine que Méton utilise la convention de Chiron, avec un début des signes $7^{\circ}24'$ avant l'oreille du Bélier, alors le colure passait bien de son temps au 8° degré – Euctémon aurait, lui, plutôt choisi une convention devenue aujourd'hui classique, qui met l'équinoxe au départ des signes, ce qui permet de réconcilier les deux collègues⁹⁵. De même, une équinoxe à 4° dans la convention de Chiron est compatible avec une équinoxe au premier degré chez Hipparque, si ce dernier adopte une convention "classique", comme Euctémon⁹⁶.

Les deux adversaires palabrent aussi quant à une autre remarque d'Hipparque, pour qui l'étoile au milieu du dos du Bélier est au moins à un tiers de signe, soit 11° , du colure équinoxial. Souciet⁹⁷ précise que cela met le colure près de l'oreille car il y a environ 11° entre ν Ari (milieu du dos) et γ Ari (oreille), ce qui est correct et arrange bien Souciet puisque l'oreille marque alors le début des signes (voir Fig. 4). Par contre, en utilisant un début de signe 7.5° à l'ouest de l'oreille comme suggéré par Newton, un colure 11° plus loin passerait près de la tête et non dans le dos (voir Fig. 4, notez que Souciet confond ici l'époque d'Hipparque et celle de Chiron, puisqu'il utilise la convention de début de signe de Chiron/Newton, non utilisée par Hipparque !). La Nauze voit plutôt dans cet extrait un indice supplémentaire de la justesse d'une équinoxe à 4° chez Hipparque, puisque ce dernier voit un décalage précessionnaire de 11° entre Chiron et lui ($15^{\circ}-4^{\circ}=11^{\circ}$)⁹⁸. Comme Newton précise dans sa réponse à Fréret que l'oreille du Bélier se trouve, en longitude, à $7^{\circ}36'$ à l'est du colure de Chiron, La Nauze en déduit que le colure d'Hipparque passe à $3^{\circ}24'$ ($=11^{\circ}-7^{\circ}36'$) à l'ouest de l'oreille, ce qui correspond à la position attendue de l'équinoxe de printemps au temps d'Hipparque. Cependant, les deux auteurs ne calculent pas les choses dans le même repère : Souciet mesure la distance des astres en longitude écliptique simple, La Nauze reprend les valeurs de Newton qui a, lui, tenu compte de l'inclinaison du colure équinoxial pour déterminer la position de l'équinoxe de Chiron, pour les comparer à des longitudes écliptiques simples (Fig. 4, voir aussi Fig. 5). On assiste là à un véritable dialogue de sourds, sans espoir de réconcilier les vues alors que leurs arguments (colure passant par l'oreille et colure à $3^{\circ}24'$ de l'oreille en longitude écliptique) ne sont pas mutuellement exclusifs, au contraire. Par contre, ils semblent oublier dans tous leurs calculs "précis" qu'Hipparque travaillait en ascension droite et non en longitude écliptique, alors qu'ils en conviennent pourtant tous deux (voir note 19).

95. La Nauze, 1^e lettre, p. 383-392, voir aussi Fig. 5.

96. La Nauze, 1^e lettre, p. 375-376, voir aussi Fig. 5.

97. Souciet, 5^e dissertation, p. 145.

98. La Nauze, 1^e lettre, p. 369-373, et 5^e lettre, p. 410-414, voir aussi Figs. 5 et 6.

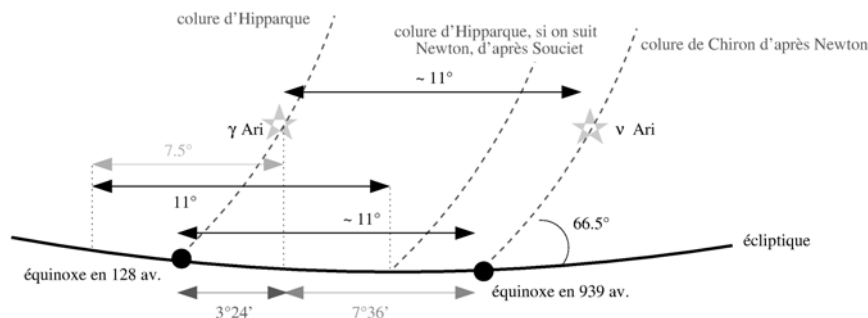


Figure 4 : Comment compter 11° ? Utiliser les colures ou regarder les longitudes écliptiques, ce n'est pas pareil.

Pour régler la question, Fréret préfère placer l'extrait litigieux dans son contexte global. Il préfère donc analyser l'ensemble des longues descriptions de constellations faites par Hipparque, où il compare ses descriptions avec celles données par Eudoxe : une valeur supérieure à 11° semble se dégager⁹⁹. Ainsi, pour citer quelques exemples, le colure passe dans le col de l'Hydre (dont la première étoile est ω Hya) chez Eudoxe et sur sa tête (étoiles δ ou σ Hya) chez Hipparque, ce qui fait une différence d'au moins 16° ; le colure rencontre chez Eudoxe la main gauche du Bouvier, qui couvre 6° en longitude (étoiles κ , ι et g Boo), tandis que ces étoiles se placent au 13° degré de la Balance du temps d'Hipparque, ce qui implique une différence plus grande que 13° en moyenne. Un raisonnement similaire s'applique au Poisson Austral, au Cygne, à Céphée, et au Centaure. Toutefois, mieux que des lieux vagues, Hipparque précise le cas de quatre étoiles, bien identifiées : α UMa se trouve ainsi au 18° degré du Cancer chez Eudoxe et au 3° degré du Lion chez Hipparque, soit une différence de 15° ; η UMa passe, selon Hipparque, du 4° au 18° degré de la Balance (soit 12° de différence) lorsqu'on passe d'un repère avec colure au début des signes (son propre cas) à un repère avec colure au milieu des signes (cas d'Eudoxe), γ UMa fait le chemin du 25° degré du Lion au 10° degré de la Vierge (soit 15° de différence), et l'étoile polaire (actuelle) du 18° degré des Poissons au 3° degré du Bélier (soit 15° de différence). Certes, Hipparque parle bien d'une différence d'un tiers de signe environ (les fameux 11° qui tarabustent Souciet) pour le Bélier, mais l'astre concerné est moins clair à identifier que dans d'autres cas : Newton a donc fait un choix plutôt sélectif, mais qui avait l'avantage de convenir à son système.

Enfin, Newton rebondit aussi sur la détermination et l'usage de la précession par les Grecs en général et Hipparque en particulier. Ainsi, il écrit dans la Chronologie¹⁰⁰ : l'équinoxe « fut dans le quatrième degré d'Ariès du tems d'Hipparque, & par conséquent il avoit rétrogradé de 11° , depuis l'expédition des

99. Fréret, Défense, 3^e partie, section II, p. 444-450.

100. Newton, Chronologie, p. 97-98.

Argonautes ; c'est-à-dire en 1090 ans, si l'on suit la Chronologie des anciens Grecs, qui étoit alors en usage : ce qui donne environ 99 années, ou en prenant un nombre rond, 100. ans pour un degré, comme Hipparque l'avoit alors déterminé. Mais il est certain que l'Equinoxe rétrograde d'un degré en 72. ans, & de 11° en 792. années. Ainsi comptant ces 792 années en rétrogradant depuis l'année 602 de Nabonassar, qui est l'année d'où nous avons compté les 286 années, on placera par ce calcul l'expédition des Argonautes environ 43. années après la mort de Salomon. Les Grecs avoient donc fait l'expédition des Argonautes de 300 ans plus ancienne qu'elle ne l'étoit effectivement, & cette erreur donna occasion à Hipparque de déterminer la rétrogradation des Equinoxes d'un degré seulement en cent ans". Il continue¹⁰¹ : " Hipparque comptait un degré par siècle pour la précession, et ils [les Grecs] ont généralement fondé leur chronologie sur cette estimation". La " fausse " chronologie grecque, loin de saper le système, vient le soutenir. Évidemment, Newton évite la conclusion étrange de ce raisonnement¹⁰² : Hipparque aurait découvert la précession par des observations, mais pour déterminer son taux, il les aurait délaissées au profit d'une chronologie incertaine.

Souciet se demande quelle peut bien être l'origine de cette affirmation péremptoire du savant anglais. Il n'en existe aucune trace claire, et il semble d'ailleurs certain qu'Hipparque n'a pas estimé sa distance temporelle d'avec Méton par cette méthode ni Ptolémée pour sa distance à Hipparque car ils auraient trouvé des intervalles plus grands que les valeurs réelles, vu l'erreur dans l'estimation de la précession à l'époque¹⁰³. La Nauze répond ici que ce sont les adversaires mêmes de Newton qui l'ont affirmé¹⁰⁴ : on trouve en effet cette idée dans les Observations de Fréret, à propos d'une estimation chronologique de Sénèque¹⁰⁵ – mais il ne fournit aucune source ancienne pour appuyer l'idée (et pour cause). Il explique ensuite que, forcément, les Grecs n'ont utilisé ce type de raisonnement qu'après la détermination d'Hipparque et ils ne l'ont appliqué que pour les faits très anciens, pas pour ceux qu'ils pouvaient dater facilement (comme les époques de Méton, Hipparque ou Ptolémée). Voyant probablement la faiblesse de son raisonnement, La Nauze prévient cependant que la chose n'est pas une condition nécessaire au système newtonien, elle n'en est qu'une conséquence, une conjecture probable ... Il s'empresse d'ailleurs d'accuser Sénèque de chronologie chimérique¹⁰⁶.

Fréret, lui, est plus direct dans sa *Défense*, et prend Newton à son propre jeu¹⁰⁷. Hipparque établit un décalage de 15° entre ses observations et celles

101. Lettre de Keil, reproduite p. 56 de Souciet, 1^e dissertation : *Hipparcus counted the precession to be a degree in a hundred years, and they are generally founded their Chronology upon that computation.*

102. F. E. Manuel, p. 74-75.

103. Un degré par siècle au lieu d'un degré par 72 ans (Souciet, 1^e dissertation, p. 58).

104. La Nauze, 1^e lettre, p. 363-369.

105. Fréret, Observations, p. 81-82.

106. La Nauze, 5^e lettre, p. 398-399.

107. Fréret, Défense, 3^e partie, section I, p. 415-417.

d'Eudoxe (voir ci-dessus), or on pensait alors que Chiron vivait 1100 ans avant, Hipparque aurait donc dû trouver une valeur pour la précession de $15^\circ/1100$ ans, soit 1° par ... 73 ans, proche de la valeur moderne. Puisqu'il donne une valeur d'un degré par siècle, c'est qu'il n'a pas utilisé la sphère d'Eudoxe pour déterminer la valeur du décalage précessionnel. Ceci dit, il suppose que la différence observée a pu l'inspirer pour sa découverte ultérieure d'un décalage avec les observations d'Aristille et Timocharis.

Thalès & Hésiode

Pour soutenir sa chronologie réduite, Newton tente d'apporter des éléments supplémentaires, avec une approche complémentaire aux calculs stellaires évoqués ci-dessus. La Chronologie explique ainsi¹⁰⁸ : “Après l'expédition des Argonautes on n'entend plus parler de l'Astronomie, jusqu'au tems de Thalès [...] Pline assûre qu'il déterminâ le coucher cosmique¹⁰⁹ des Pléiades au vingt-cinquième jour après l'Equinoxe de l'Automne : d'où le P. Petau calcule la longitude des Pléiades en $23^\circ 53' \Upsilon$: par conséquent la luisante des Pléiades s'étoit éloignée de l'Equinoxe de $4^\circ 26' 52''$ depuis l'expédition des Argonautes¹¹⁰ : ce mouvement répond à 320 années [...] si l'on compte ces années en rétrogradant depuis le tems que Thalès étoit jeune [...] environ la XLI Olympiade, on trouvera par ce calcul que l'expédition des Argonautes arriva environ 44. ans après la mort de Salomon, comme on a trouvé ci-dessus”. Ce raisonnement est relativement correct, et un calcul simple permet de s'en rendre aisément compte : si un astre n'est pas très éloigné de l'écliptique, son coucher alors que le Soleil se lève implique une longitude écliptique à 180° de celle du Soleil (soit 6 signes) ; sachant que le Soleil parcourt 360° sur l'écliptique en un an (il se déplace donc d'environ 1° par jour), un intervalle de 25 jours correspond à 25° environ de longitude ; la position du Soleil à l'équinoxe d'automne vaut $0^\circ \Omega$ donc environ $25^\circ \Omega$ 25 jours plus tard, et la position opposée vaut alors $25^\circ \Upsilon$. Pour un astre éloigné de l'écliptique, il

108. Newton, Chronologie, p. 95-96 ; voir aussi annexe E de Buchwald et Feingold pour les détails de tels calculs à l'époque newtonienne.

109. Le texte français utilise “coucher cosmique”, ce qui correspond (aujourd'hui) au coucher d'un astre avec le Soleil, alors que le texte original anglais utilise *occasus matutinus*, soit le coucher achronique ou acronyque (l'astre se couche quand le Soleil se lève – voir définitions de ce genre d'événements sur le site de l'IMCCE <http://www.imcce.fr/grandpublic/systeme/promenade/pages6/725.html>). Le terme de coucher cosmique est inapproprié pour l'équinoxe d'automne : en effet, le signe du Bélier correspond à la position du Soleil au printemps, un astre se couchant en même temps que le Soleil et se trouvant donc dans ce signe ne peut le faire qu'en cette saison et non six mois plus tard en automne. De plus, puisqu'il est ici question de “voir” le phénomène, il faudrait tenir compte de la réfraction atmosphérique, du relief de l'horizon, et de la hauteur au-dessus de l'horizon pour observer l'événement (voir paragraphe suivant).

110. Juste avant ce paragraphe, Newton calcule la longitude attendue des Pléiades en retirant $36^\circ 29'$ de la longitude écliptique des Pléiades. Il trouve $19^\circ 26' 8'' \Upsilon$, et la différence avec les $23^\circ 53' \Upsilon$ de Pétau donne bien $4^\circ 26' 52''$. Selon Buchwald & Feingold (note 26 p. 256 et p. 482-484), cet astre doit être τ , la “lucide/luisante” des Pleiades (soit la plus brillante), dont la longitude écliptique est estimée par Flamsteed à $25^\circ 37' 13'' \delta$ en 1686 et $25^\circ 40' 8'' \delta$ en 1690. Cependant, la longitude reconstruite pour 1690 (Newton ne donne en effet pas la valeur de départ) vaut $19^\circ 26' 8'' \Upsilon + 36^\circ 29' = 25^\circ 55' 8'' \delta$, ce qui ne correspond pas à τ ni à aucun objet du catalogue de Flamsteed (l'étoile τ est la plus proche de cette valeur).

faut corriger un peu cette valeur, en tenant compte de la latitude du lieu d'observation, ce qu'a fait Pétau, d'où sa valeur de 24° environ. Connaissant la longitude écliptique en 1690 et au temps de Thalès, on en déduit l'intervalle de temps entre les deux, donc la date de l'observation de Thalès. Sachant que son époque correspond à la 41^e olympiade, dont la date est connue par ailleurs, cela permet de vérifier la validité de la méthode précessionnaire. Utilisant le décalage calculé pour la sphère originelle pour calculer les coordonnées écliptiques des Pléiades, Newton y trouve aussi une confirmation de la date de sa confection, qu'il assimile à celle de l'époque des Argonautes (point sur lequel ce passage n'apporte évidemment aucune preuve).

Newton affirme aussi¹¹¹ : “ Hésiode nous dit que de son tems soixante jours après le Solstice d'hiver, l'étoile Arcturus se levoit précisément quand le Soleil se couchoit : on voit par là qu'Hésiode fleurissoit environ 100. ans après la mort de Salomon, ou dans la Génération ou l'Age qui suivit immédiatement la guerre de Troie, comme Hésiode le déclare aussi lui-même ”. Fréret confirme la datation, en précisant¹¹² que Longomontanus en tire une date de 970 avant notre ère, Kepler 930 et Riccioli 950. Horsley précise cependant qu'en refaisant le calcul, il arrive à une date proche de celle de l'expédition des Argonautes chez Newton, soit avant la guerre de Troie, ce que semble confirmer le calcul trouvé dans un manuscrit de Newton – ce dernier aurait donc ici embelli le résultat¹¹³. Une simulation confirme que cette observation est possible à l'époque d'Hésiode depuis sa région. Cependant, trouver une date précise est difficile car l'observation en elle-même dépend du relief de l'horizon (présence de montagnes ou de collines), mais aussi de la hauteur au-dessus de l'horizon nécessaire pour “ voir ” réellement Arcturus (les astres à l'horizon étant très éteints et donc inobservables). Bien sûr, cette méthode permet juste de dater Hésiode, la date de l'expédition n'étant confirmée qu'indirectement, en supposant qu'il vit une génération après la guerre de Troie qui, elle, suivit l'expédition des Argonautes d'un intervalle de temps connu – à ce propos, l'emploi d'une “ génération ” au sens propre (soit quelques décennies) sera d'ailleurs débattu. Il faut également noter que le cas d'Hésiode met en lumière le choix plutôt sélectif des textes par Newton. En effet, le passage de Pline relatif à Thalès mentionne que le même phénomène avait lieu à l'équinoxe (et non 25 jours plus tard) du temps d'Hésiode. Newton calcule que les Pléiades étaient au 20^e degré du signe du Bélier lors de la définition de la sphère par Chiron (voir ci-dessus et note 110), or le passage de Pline implique une longitude nulle, et ces vingt degrés de différence impliquent qu'Hésiode vivait à une époque située plus de 1400 ans avant la définition de la sphère, ce qui conduit à un hiatus quant à la date de l'expédition¹¹⁴.

111. Newton, *Chronologie*, p. 98.

112. Fréret, *Défense*, p. 460.

113. *Opera Omnia*, Newton (édité par S. Horsley, 1795), p75 et Buchwald & Feingold, note 121, p. 296.

114. *Opera Omnia*, Newton (édité par S. Horsley, 1795), p. 73.

Points additionnels non abordés par Newton

Si Newton s'est contenté dans l'Abrégé et la Chronologie des points abordés ci-dessus, ce ne fut pas le cas des écrits de ses détracteurs ou de ses soutiens, qui cherchèrent à trouver jusqu'à la dernière conséquence du système newtonien. Cette section s'attarde sur ces points additionnels, centrés sur la position des astres, qui poussent le modèle dans ses derniers retranchements et par là même furent âprement débattus.

L'objection principale de Fréret dans ses Observations mais surtout de Souciet au texte concis de l'Abrégé porte sur le début du signe. Pour eux, le signe commence à la première étoile du Bélier, qu'ils identifient à γ Ari, l'oreille de la bête. S'ils ajoutent 15° aux coordonnées de cette étoile pour trouver la position du colure de Chiron, ils trouvent cette position éloignée de 44° de l'équinoxe de 1700, ce qui lui donne une date de 1470 avant notre ère pour l'expédition¹¹⁵. Newton ayant répondu aux observations de Fréret en précisant que le colure se trouve à $7^\circ 36'$ à l'est de l'oreille en longitude écliptique¹¹⁶, Souciet en déduit que le signe du Bélier commence au milieu de nulle part chez Newton, car il n'y a aucune étoile située à 15° du colure, soit $7^\circ 24'$ à l'ouest de l'oreille. Il assure ainsi que Newton "ajuste l'Astronomie à son système"¹¹⁷. Il estime sa solution meilleure car il juge plus utile de démarrer un repère à une étoile brillante. De plus, Sextus Empiricus et Macrobe racontent que les signes commencent à des étoiles remarquables et s'ils ne parlent pas des Grecs, mais des Egyptiens et des Chaldéens, ce n'est pas un problème pour Souciet car les Grecs ont hérité de ces peuples¹¹⁸.

La réponse à cette objection est double. Tout d'abord, on ne peut commencer les signes à l'oreille du Bélier et avoir un colure qui passe au milieu du dos du Bélier – un colure situé 15° plus loin passe plutôt du côté de la queue¹¹⁹. Halley, puis Newton dans la Chronologie (p91), montrent d'ailleurs que l'étoile ν Ari, située au milieu du dos, est compatible avec les calculs newtoniens. D'autre part, le début des signes ne semble pas si important car, contrairement aux Egyptiens et Chaldéens évoqués par Sextus Empiricus et Macrobe, les textes grecs ne parlent que du milieu des signes¹²⁰. En soi, les constellations étant de largeur variable alors que les signes ont tous 30° d'extension (voir aussi ci-dessous), il semble en effet plus simple de repérer le milieu d'une constellation que les points virtuels situés à 15° de part et d'autre. La Nauze remarque enfin que les calculs de Souciet ne tiennent pas compte de l'inclinaison du colure équinoxial, ni du fait que les anciens travaillaient plutôt en ascension droite, comme le souligne d'ailleurs Sou-

115. Souciet, 1^e dissertation, p. 52 ; voir aussi Fréret, Observations, p. 75-76.

116. Newton, Philosophical Transactions, p. 318.

117. Souciet, 5^e dissertation, p. 120.

118. Souciet, 5^e dissertation, p. 129 et p. 150-155.

119. Halley, Philosophical Transactions, vol. 34, p. 207-209 ; La Nauze, 1^e lettre, p. 354-360.

120. La Nauze, 1^e lettre, p. 354-360 ; 5^e lettre, p. 400-401 et p. 431-440.

ciet lui-même. Cependant, La Nauze lui-même ne corrige aucun des calculs, et place donc ses raisonnements dans les pas erronés de Souciet.

Souciet et La Nauze vont aussi discuter du cas de Spica, l’Epi de la Vierge (α Vir). Selon Souciet¹²¹, Hipparque place cette étoile en 24°♌ , soit près du colure selon Riccioli. Pour vérifier la chose, Souciet place le début des signes à l’oreille du Bélier, à son habitude. Il trouve alors que les équinoxes de 1700 se placent en 59°♌ pour le printemps et 59°♍ pour l’automne (voir Fig. 5). Remontant alors jusqu’en 128 avant notre ère, époque d’Hipparque, il trouve alors les équinoxes en $26^\circ 22'$ des mêmes signes, ce qui n’est pas loin de la valeur théorique de 30° . Il reprend alors la longitude de Spica selon le père Pétau, 24°♌ (on trouve le même résultat en précessionnant le catalogue de Flamsteed) : cette valeur est peu éloignée des $26^\circ 22'$. Spica se trouvait donc bien près du colure, et ce colure se trouvait près du commencement des signes. Souciet estime qu’une erreur de quelques degrés, comme observé, n’est pas impossible vu l’absence d’instruments précis à cette époque. Hélas, il commet quelques erreurs dans son calcul (voir Fig. 5) : cette longitude de Spica est valable dans un repère de type moderne, commençant à l’équinoxe, et non dans le système de Souciet commençant à l’étoile de l’oreille : si l’on corrige ce problème et que l’on se place dans le repère de Souciet, Spica se positionne alors en 20.5°♌ , soit à plus de 6° du colure, une erreur plutôt

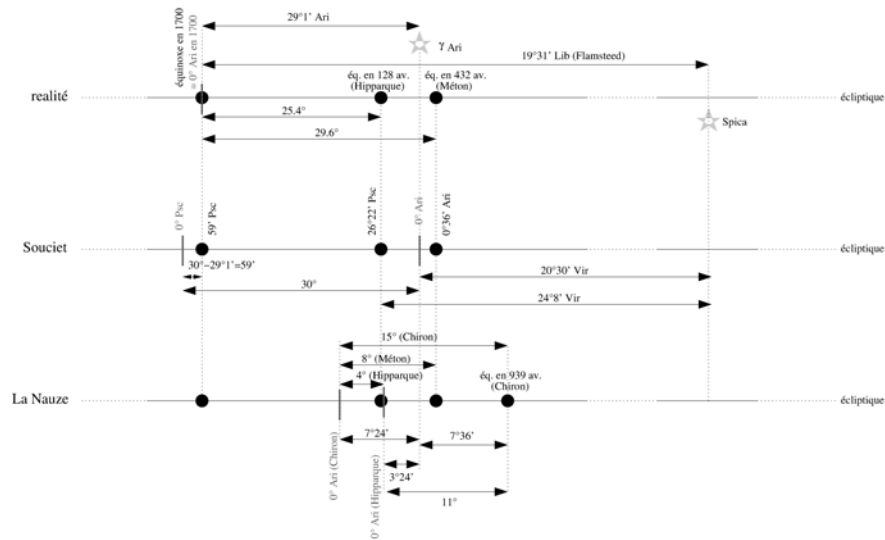


Figure 5 : Position de Spica, des équinoxes à diverses dates, et systèmes de coordonnées adoptés par La Nauze et Souciet (les codes standards des constellations, Ari, Tau, etc., sont ici utilisés pour les signes, à la place de ♈, ♉, etc.).

121. Souciet, 1^e lettre, p. 60-63.

importante. La Nauze place plutôt le début des signes à l'époque d'Hipparque à environ 3° de l'oreille : dans ce cas, l'erreur sur la position de l'équinoxe est moindre (quelques degrés), mais celle de Spica reste élevée (6° environ), ce qui semble à La Nauze moins grave qu'une erreur sur la position équinoxiale. La Nauze ne remarque cependant pas l'erreur de coordonnées de Souciet¹²², et il fait une double preuve de mauvaise foi¹²³ : tout d'abord, si l'on accepte les calculs de Souciet et une erreur dans le positionnement de quelques degrés, il n'y a aucune incompatibilité chez ce dernier ; ensuite, il assure que Spica est "mal marqué" à 24°M , ce qui est faux.

Une autre pierre d'achoppement est l'identification de la première étoile du Bélier, si chère à Souciet. Si l'oreille est choisie tant par Newton que Souciet (dans sa première dissertation), un autre astre semble lui damer le pion dans l'Antiquité : selon Hygin, "il y avoit au pied de devant du Bélier une étoile de première grandeur"¹²⁴. Souciet la suppose très proche de l'oreille¹²⁵, donc avec une différence de coordonnées négligeable pour ses calculs. La Nauze le reprend sur ce point¹²⁶. Pour que cet astre puisse se lever avant l'oreille, comme le notent les anciens, il faut quelques degrés de différence avec l'oreille (et non $45'$ seulement), car le pied est plus au sud que la tête : toute différence moindre entraîne un lever de l'oreille en premier depuis les latitudes moyennes ... Tout cela concorde avec un début des signes quelques degrés à l'ouest de l'oreille du temps d'Hipparque, comme dans le système newtonien – à la limite, le $45'$ peut se rapporter à une différence d'ascension droite¹²⁷... De plus, Souciet a mal interprété le *in pede de posteriobus primo unam*, texte d'Hygin rapportant l'existence de cette étoile mystérieuse : il ne parle pas de première grandeur (il ne pouvait le faire car c'est Hipparque qui inventa le système de magnitudes, bien plus tard), il précise juste qu'il s'agit de l'étoile du premier pied de devant. La Nauze ne l'identifie pas, mais Halley s'en charge, dans un calcul précis, où toutes les hypothèses sont démontrées¹²⁸ : cet astre est η Psc, au nord du nœud des Poissons.

Se pose aussi la question de la tête de la Baleine, ou du monstre marin : le colure newtonien passe-t-il dessus, comme le précisent les textes anciens ? Comme Whiston (voir ci-dessus), Souciet assure que le colure de Newton passe

122. Il en commet par contre une autre, donnant un inexplicable 17°M pour Spica, dans sa note p. 377.

123. La Nauze, 1^e lettre, p. 377 et p. 383.

124. Souciet, 5^e dissertation, p. 119.

125. Il détermine une distance angulaire de $45'$ en utilisant une autre remarque d'Hipparque (Souciet, 5^e dissertation, p. 120), mais il se trompe car Hipparque parle d'une distance de $45'$ entre colure et première étoile, sans dire que l'étoile en question est celle de l'oreille : c'est l'hypothèse de Souciet. Il reprendra le texte un peu plus loin (p. 150) en affirmant cette fois qu'Hipparque dit que la première des trois étoiles brillantes de la tête, l'oreille, selon Souciet, est éloignée de la 20^e partie d'une heure, soit $45'$, du colure. La Nauze (5^e lettre, p. 429-431) y voit, lui, une distance en ascension droite et non en longitude écliptique ...

126. La Nauze, 1^e lettre, p. 343-345 ; 5^e lettre, p. 381.

127. La Nauze, 5^e lettre, p. 429-431.

128. Halley, Philosophical Transactions, vol. 35.

trop loin de la tête¹²⁹. La Nauze n'est pas du même avis¹³⁰ mais il se contredit à ce sujet¹³¹ en assurant d'un côté que la tête est étroite, contrairement à ce qu'affirme Souciet, après avoir affirmé cinq pages plus tôt que la tête couvre le large intervalle situé entre $29.5^\circ \Upsilon$ et $11^\circ \delta$ – l'oreille du Bélier se trouvant à $29^\circ \Upsilon$ et le début de la queue en $14^\circ \delta$. La Nauze en déduit que ce qui passe au milieu de l'un passe au milieu de l'autre ... Rien n'est plus faux ! La Nauze n'a en effet pas tenu compte du tout de l'effet d'inclinaison du colure équinoxial, d'autant plus fort que l'on s'éloigne de l'écliptique (Fig. 3, il finira par s'en rendre compte bien plus tard, comme le montrent les Mémoires de Trévoux, p. 2537). En outre, l'identification des étoiles pose problème : celle en $11^\circ \delta$ est probablement α ou λ Cet, celle en $29^\circ \Upsilon$ l'étoile γ Ari et celle en $14^\circ \delta$ l'étoile ε Ari – mais où va-t-il donc chercher une étoile de la tête de la Baleine à $29^\circ \Upsilon$? Il n'en existe tout simplement pas. Les étoiles situées à la tête, chez Bayer (Uranometria) sont α , κ , et λ Cet, m Cet étant déjà dans la nuque. Utilisant leurs coordonnées mesurées par Flamsteed, on trouve que le colure équinoxial passant près de ces astres coupe l'écliptique en 15.6° , 20.9° , 14.2° , et $10.0^\circ \delta$, respectivement. La solution de Newton ($6^\circ 29' \delta$) est donc assez peu en accord avec ces valeurs, alors que celle proposée par Whiston et Fréret ($12^\circ 15' \delta$) s'en accommode beaucoup mieux.

Souciet s'embarque également dans des discussions sur quelques étoiles supplémentaires¹³² : la tête du Bélier, de nouveau, le pied du Bouvier et diverses parties du Centaure. Il prend à témoin les textes d'Hipparque, tout en utilisant les définitions que Newton attribue au temps de Chiron. La Nauze, cette fois, se rend compte du problème et le signale¹³³. Il reprend aussi Souciet sur son affirmation péremptoire qu'une étoile située au 1^{er} degré du signe du temps d'Hipparque se trouve en 1700 en 29° du même signe : c'est bien évidemment impossible, car cela placerait Hipparque au IV^e siècle avant notre ère au lieu du II^e siècle avant notre ère (car $29 \times 72 = 2088$ ans, et $1700 - 2088 = 389$ avant notre ère).

Souciet, toujours tarauté par le problème du début des signes, se plonge finalement sur le partage du zodiaque dans le système newtonien (soit avec un début à plus de 7° de l'oreille) et le sien (début sur l'oreille). En effet, constellations et signes diffèrent : les constellations couvrent de 20° à 50° de longitude écliptique, selon les cas, alors que les signes, par définition, occupent tous 30° . Il est donc inévitable qu'il existe un certain chevauchement entre signes et constellations. On peut cependant minimiser ce chevauchement en choisissant au mieux la position des signes. Souciet prend l'exemple du Bélier¹³⁴ : comme il ne couvre que 20° , il faut "caser" les 10° supplémentaires du signe quelque part. On peut soit mettre 5° de part et d'autre de la constellation, soit mettre les 10° au début, avant la

129. Souciet, 5^e dissertation, p. 144.

130. La Nauze, 1^e lettre, p. 359.

131. La Nauze, 5^e lettre – on compare ici, p. 416 et p. 421.

132. Souciet, 5^e dissertation, p. 148-150.

133. La Nauze, 5^e lettre, p. 422 et p. 426-429.

134. Souciet, 5^e dissertation, p. 124-125 et p. 158-168.

constellation, soit les mettre après, soit couper de manière plus étrange, en utilisant les 7.5° de Newton. Passant en revue les signes et constellations, Souciet montre que son système conduit à un recouvrement moindre que celui de Newton. La Nauze conteste ces conclusions. Non seulement, il place l'extension du Bélier à 25°¹³⁵, mais il propose de regarder les chevauchements de part et d'autre des signes : à la fin, comme Souciet, mais aussi au début, un point que ce dernier se garde d'aborder¹³⁶. Il montre ainsi que l'arrangement de Newton semble plus équilibré que celui de Souciet. Au passage, La Nauze note plusieurs erreurs, dans le choix des “ dernières ” étoiles associées aux constellations. La Table 1 et la Fig. 6 ci-dessous comparent les deux systèmes : la solution newtonienne est effectivement plus équilibrée que celle de Souciet.

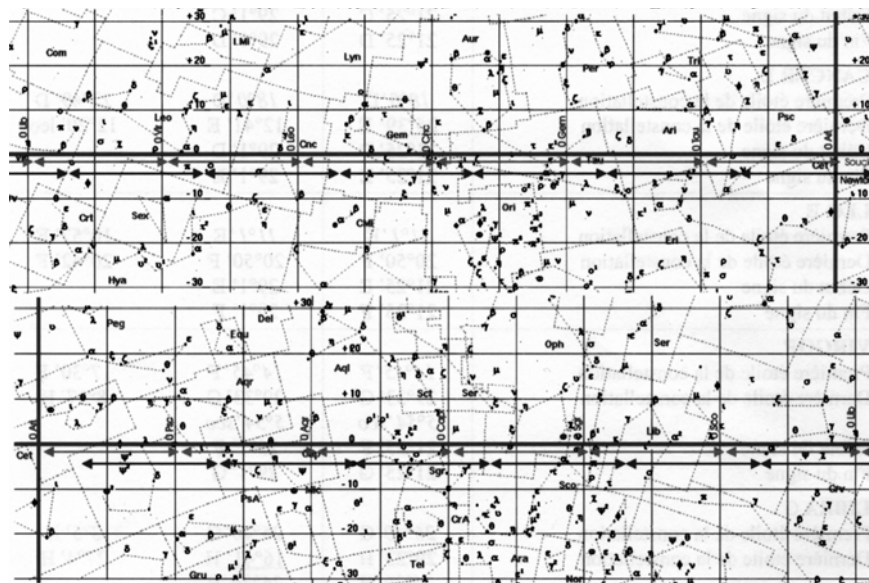


Figure 6 : Découpage du zodiaque selon Souciet (flèches) et Newton (flèches).

Le début de chaque signe, pour l'année 1700, est noté via les codes standards Ari (pour ♈), Tau (pour ♉), etc. ; l'écliptique (latitude 0°) et le méridien de longitude écliptique nulle apparaissent comme des lignes épaisses orange.

135. La Nauze, 5^e lettre, p. 394-396.

136. La Nauze, 1^e lettre, p. 346-353 ; 5^e lettre, p. 440-464.

Table 1 : Longitudes écliptiques des limites des signes et constellations, en utilisant le système de Newton (début 7°24' à l'ouest de l'oreille du Bélier) et celui de Souciet (début à l'oreille du Bélier). Les valeurs fournies par La Nauze apparaissent en italiques, les incohérences entre les deux tables de Souciet en souligné. Comme point de comparaison, la dernière colonne donne les longitudes extrêmes des étoiles de ces constellations, dans le catalogue de Flamsteed. Noter que Souciet, suivi par la Nauze, considère un début des signes pour Newton en 21°25', alors que 29°1'-7°24'=21°37' ; il s'agit de la confusion habituelle de Souciet entre 7°24' (début de signe-oreille) et 7°36' (oreille-colure). Les longitudes reproduites ici correspondent à l'équinoxe 1700 pour les deux premières colonnes et 1690 pour la dernière.

Signe et constellation	Newton	Souciet	Flamsteed
ARIES ♈			
Première étoile de la constellation	29°1' ♈	29°1' ♈	26°36' ♈
Dernière étoile de la constellation	19°13' ♂	19° <u>1'</u> ♂	21°6' ♂
Début du signe	21°25' ♈	29°1' ♈	
Fin du signe	21°25' ♂	29°1' ♂	
TAURUS ♉			
Première étoile de la constellation	14°7' ♂	14°7' ♂	16°49' ♂
Dernière étoile de la constellation	20°16' ♀	20°16' ♀	26°3' ♀
Début du signe	21°25' ♂	29°1' ♂	
Fin du signe	21°25' ♀	29°1' ♀	
GEMINI ♊			
Première étoile de la constellation	29°14' ♀	29°14' ♀	26°37' ♀
Dernière étoile de la constellation	24°27' ☾	27°27' ☾	22°43' ☾
Début du signe	21°25' ♀	29°1' ♀	
Fin du signe	21°25' ☾	29°1' ☾	
CANCER ♋			
Première étoile de la constellation	18°0' ☾	18°0' ☾	22°49' ☾
Dernière étoile de la constellation	<u>25°39'</u> ♌	12°41' ♌	12°20' ♌
Début du signe	21°25' ☾	29°1' ☾	
Fin du signe	21°25' ♌	29°1' ♌	
LEO ♌			
Première étoile de la constellation	11°1' ♌	11°1' ♌	10°57' ♌
Dernière étoile de la constellation	20°50' ♍	20°50' ♍	20°42' ♍
Début du signe	21°25' ♌	29°1' ♌	
Fin du signe	21°25' ♍	29°1' ♍	
VIRGO ♍			
Première étoile de la constellation	14°45' ♍	14°45' ♍	17°30' ♍
Dernière étoile de la constellation	29°33' ♎	29°33' ♎	8°17' ♎
Début du signe	5°54' ♎	5°54' ♎	
Fin du signe	21°25' ♍	29°1' ♍	
	21°25' ♎	29°1' ♎	
LIBRA ♎			
Première étoile de la constellation	26°40' ♎	26°40' ♎	3°5' ♎
Dernière étoile de la constellation	29°23' ♏	<u>16°41'</u> ♏	27°4' ♏
	26°29' ♏	26°29' ♏	
Début du signe	21°25' ♎	29°1' ♎	
Fin du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	

SCORPIUS ♏			
Première étoile de la constellation	16°28' ♏	16°28' ♏	26°48' ♏
Dernière étoile de la constellation	29°7' ♏	23°31' ♏	20°15' ♏
Début du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
Fin du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
SAGITTARIUS ♏			
Première étoile de la constellation	26°56' ♏	26°56' ♏	19°23' ♏
Dernière étoile de la constellation	24°18' ♏	22°6' ♏	26°38' ♏
Début du signe	0°32' ♏	0°32' ♏	
Fin du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
CAPRICORNUS ♏			
Première étoile de la constellation	28°34' ♏	28°34' ♏	28°6' ♏
Dernière étoile de la constellation	21°53' ♏	21°53' ♏	21°29' ♏
Début du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
Fin du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
AQUARIUS ♏			
Première étoile de la constellation	7°35' ♏	7°35' ♏	7°24' ♏
Dernière étoile de la constellation	24°52' ♏	24°52' ♏	15°58' ♏
Début du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
Fin du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
PISCES ♏			
Première étoile de la constellation	14°25' ♏	14°25' ♏	11°6' ♏
Dernière étoile de la constellation	25°33' ♏	25°33' ♏	28°22' ♏
Début du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	
Fin du signe	21°25' ♏	29°1' ♏	

Résumé et conclusion

Au XVII^e siècle et au début du XVIII^e siècle, la chronologie est une “ science ” en plein essor. Les tentatives de datation dépendent surtout des analyses de textes, mais l’astronomie vient alors faire une apparition plus ou moins discrète. Il manque cependant un chronomètre global précis – la datation par isotope n’existant qu’à notre époque. Newton propose un tel chronomètre par un concept inédit : l’utilisation de la précession des équinoxes.

Attribuant la description de la sphère céleste par Eudoxe à l’époque des Argonautes (en particulier Chiron), choisissant avec soin les étoiles potentiellement décrites par ces textes, il date l’expédition du X^e siècle avant notre ère. En outre, il utilise la différence entre l’année solaire réelle et celle du calendrier de 365 jours pour relier le calendrier égyptien au calendrier chaldéen. Couplé au raccourcissement de la durée moyenne des règnes, cela conduit à une ligne du temps étonnante, raccourcie de cinq siècles. Une telle chronologie “ démontre ” l’ancienneté des Hébreux et de leur religion, et postule la relative jeunesse des civilisations égyptiennes ou chinoises.

On relève cependant plusieurs problèmes. Pour les travaux sur les calendriers, il y a la mauvaise identification du pharaon concerné, l’héritage inversé, et le début mal placé à l’équinoxe. Quant à l’idée, originale et innovante, de l’utilisa-

tion de la précession, elle a l'apparence d'une démonstration, qui serait valable si les hypothèses étaient vérifiées (la sphère décrite par Eudoxe identique à celle de Chiron) et si les étoiles utilisées pour le calcul étaient bien choisies (c'est à dire suffisamment brillantes et correspondant à la description d'Eudoxe). Dans les deux cas, Newton donne souvent l'impression de choisir ce qui soutient sa thèse, qui peut donc très logiquement être combattue. Certes, le concept de départ est génial, mais pour être applicable, il faut une civilisation organisée, qui a déjà beaucoup observé (elle connaît écliptique, zodiaque, colures etc.), le fait précisément (mieux qu'un degré) et dans un système connu (pas d'ambiguïté sur l'identification des étoiles, le système de référence, etc.) – on ne trouve cela que dans des cas assez récents. Newton suppose donc présomptueusement en disposer, alors qu'il ne dispose que d'observations peu claires ("milieu") dans un système mal connu (problème de délimitation des constellations) : son travail est donc logiquement voué à l'échec.

Même si la démarche de Newton s'inscrit dans la tradition de son époque, sa chronologie surprenante par sa durée fera débat jusqu'au début du XIX^e siècle. La plupart des discussions se focalisent sur la durée des règnes et l'interprétation des textes, mais quelques sources examinent de près la question astronomique, les écrits de Whiston, Souciet, Fréret (pour la critique) et La Nauze (pour le soutien). L'analyse la plus claire, la plus complète et la plus précise est celle de Fréret, bien que non astronome, qui reprend en partie le travail de Whiston. Le jésuite Souciet multiplie les erreurs de calcul et autres problèmes, pour lesquels il sera tancé par Halley ; il est aussi brouillon et part dans des directions parallèles, parfois intéressantes mais peu ou mal exploitées. La Nauze, virulent avec Souciet, ne s'avère pas bien meilleur, reprenant même les erreurs qu'il critique. Le débat semble ici ailleurs que sur la justesse des travaux : c'est la personne de Newton qui est visée. La *Chronologie* représente en effet son talon d'Achille, son œuvre "scientifique" la plus discutable. En l'attaquant, c'est l'œuvre entière du savant anglais qu'on espère remettre en question. Ce ne sera cependant pas le cas : si la *Chronologie* tombera bien sous les coups de butoir, les travaux mécaniques et optiques conserveront leur aura et s'imposeront partout.

Au final, la *Chronologie* sombrera simplement dans l'oubli, évacuée sous le tapis avec les travaux alchimiques pour ne pas écorner l'image du grand scientifique. Toutefois, négliger ces aspects pseudo-scientifiques a pour conséquence de donner une fausse image de la personnalité de Newton. Il a travaillé durant des années à ces choses aujourd'hui considérées comme mineures : elles étaient pourtant très importantes à ses yeux. Tout comme lui (dans la *Chronologie*), nous ne devons pas écarter des faits sous prétexte qu'ils ne conviennent pas à nos désirs ...

Remerciements : L'auteur remercie Chantal Grell et R. Halleux pour lui avoir donné l'occasion de travailler sur ce sujet, E. R. Parkin pour son aide du côté des manuscrits, et L. Désamoré pour ses simulations célestes.

ANNEXES

Pour mieux comprendre les discussions des arguments astronomiques de la *Chronologie*, il est nécessaire de connaître les bases du repérage sur la sphère céleste, que nous rappelons brièvement ci-dessous.

Coordonnées célestes

Dès les débuts de l'astronomie quantitative, mathématique, un repérage précis de n'importe quel objet du ciel, où qu'il soit sur la voûte céleste, fut nécessaire. On définit deux systèmes, encore utilisés aujourd'hui (Fig. A1).

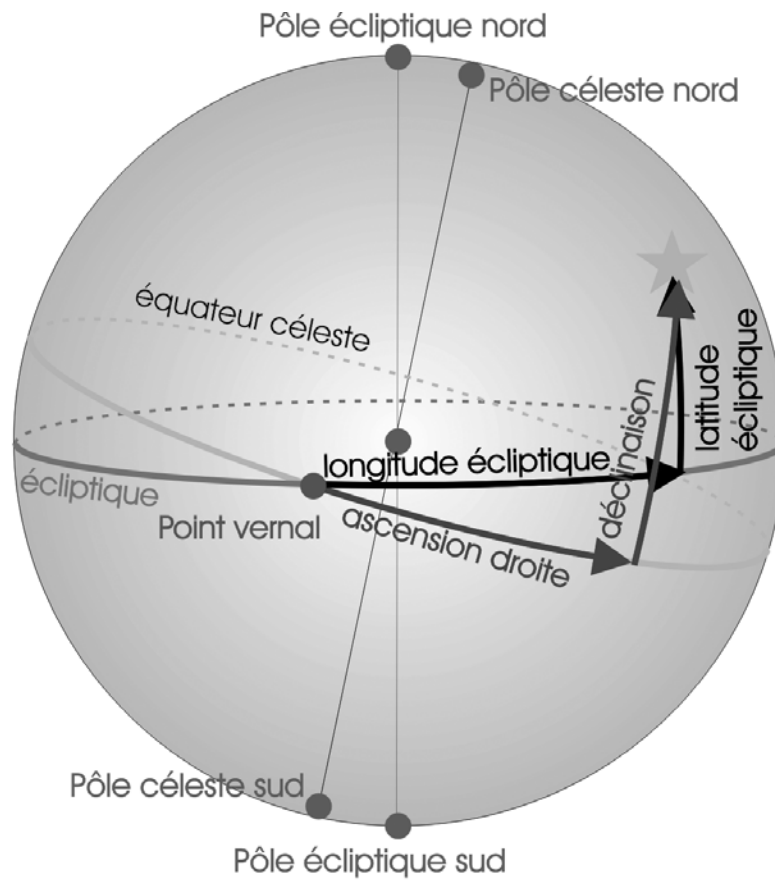


Figure A1 : Définition des repères équatoriaux et écliptiques.

Le premier système de coordonnées fait appel à l'ascension droite et à la déclinaison, équivalents de la longitude et la latitude sur la sphère terrestre. Comme pour cette dernière, il faut préciser les repères de base ou points zéro. La "sphère céleste" est divisée en deux parties par l'"équateur céleste", projection de l'équateur terrestre sur la voûte céleste. L'axe des pôles, perpendiculaire à l'équateur, coupe la voûte céleste aux deux "pôles célestes", nord et sud. La "déclinaison" est comptée (de 0 à 90°, positif côté nord, négatif au sud) depuis l'équateur le long d'un méridien céleste, grand cercle passant par les pôles. L'"ascension droite" est mesurée (de 0 à 24 heures ou de 0 à 360°) le long de l'équateur, depuis le point vernal (voir ci-dessous) – à noter que la direction des ascensions droites croissante indique l'Est et celle des décroissantes l'Ouest. Au cours d'une journée, un observateur terrestre voit la sphère céleste tourner – c'est le reflet de la rotation de notre planète sur elle-même. Les coordonnées des astres ne sont évidemment pas affectées par ce mouvement.

Comme la Terre tourne autour du Soleil, cet astre change de position par rapport aux étoiles de la voûte céleste. Ce trajet apparent du Soleil se fait le long d'un cercle appelé "écliptique", qui n'est autre que l'intersection entre la sphère céleste et le plan de l'orbite terrestre. L'écliptique fait donc un angle de 23.5° par rapport à l'équateur céleste. Quatre positions sur l'écliptique sont particulièrement remarquables : celles où se trouve le Soleil aux équinoxes et solstices (Fig. A2). Les deux équinoxes se produisent lorsque le Soleil se trouve aux intersections entre équateur et écliptique, tandis que les solstices se produisent quand le Soleil culmine, extrêmes nord et sud, par rapport à l'équateur. Le "point vernal" correspond à la position du Soleil lors de l'équinoxe de printemps ; et l'appellation abusive "points cardinaux" utilisée dans les sources évoquées dans l'article correspond à l'ensemble des deux points solsticiaux et des deux points équinoxiaux.

Tout comme l'équateur céleste, l'écliptique peut servir de base à un système de coordonnées, longitude écliptique et latitude écliptique (voir Fig. A1). La latitude est comptée en degrés depuis l'écliptique, et la longitude est mesurée à partir du point vernal, soit sur une échelle de 360° ou en utilisant une échelle de 30° et 12 signes. Ces signes sont les signes du zodiaque, chacun occupant 30° de longitude et notés traditionnellement (par ordre de succession depuis le point vernal) ♈ (Aries-Bélier), ♉ (Taurus-Taureau), ♊ (Gemini-Gémeaux), ♋ (Cancer-Cancer), ♌ (Leo-Lion), ♍ (Virgo-Vierge), ♎ (Libra-Balance), ♏ (Scorpio-Scorpion), ♐ (Sagittarius-Sagittaire), ♑ (Capricornus ou Capre-Capricorne), ♒ (Aquarius-Verseau), ♓ (Pisces-Poissons). Pour passer de la coordonnée en degrés+signe en angles dans l'échelle habituelle de 360°, il faut ajouter 30° par signe traversé entièrement depuis le point vernal : 5° C vaut donc 30° (largeur du signe du Bélier) + 30° (largeur du signe du Taureau) + 5° = 65° de longitude écliptique.

Considérant la sphère céleste avec ces deux systèmes de repérage, on peut définir deux grands cercles particuliers, les "colures" (Fig. A2). Le colure équinoxial passe par les deux points d'équinoxe et les pôles célestes : il est donc perpendiculaire à l'équateur et fait un angle de 66.5° avec l'écliptique. Le colure

solsticial comprend les deux points de solstice, les pôles célestes, et les pôles éclipitiques : il est donc perpendiculaire à la fois à l'équateur et à l'écliptique. Ces deux colures se trouvent dans deux plans perpendiculaires.

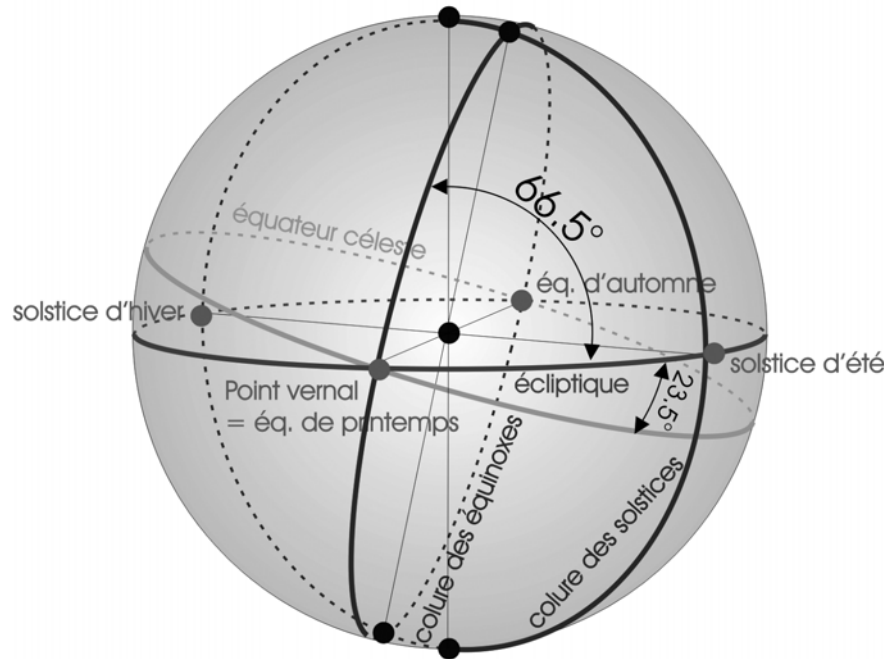


Figure A2 : Définition des colures.

A noter que l'on passe d'un système de coordonnées à l'autre par les formules :

$$\sin(\lambda) = \sin(\delta) \cos(\varepsilon) - \cos(\delta) \sin(\varepsilon) \sin(\alpha) \quad ; \quad \operatorname{tg}(\beta) = \frac{\operatorname{tg}(\delta) \sin(\varepsilon) + \sin(\alpha) \cos(\varepsilon)}{\cos(\alpha)}$$

$$\sin(\delta) = \sin(\lambda) \cos(\varepsilon) + \cos(\lambda) \sin(\varepsilon) \sin(\beta) \quad ; \quad \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\sin(\beta) \cos(\varepsilon) - \operatorname{tg}(\lambda) \sin(\varepsilon)}{\cos(\beta)}$$

Avec α l'ascension droite, δ la déclinaison, β la longitude éclipitique, la λ latitude éclipitique, et ε l'obliquité de la Terre (soit 23.5°).

Précession

L'axe de rotation de la Terre n'est pas fixe par rapport aux étoiles. Il tourne autour de l'axe des pôles éclipitiques avec une période de 25 800 ans. Ce phéno-

mène est dû à la forme de notre planète, qui n'est pas une sphère parfaite : sous l'action gravifique du Soleil, le bourrelet équatorial tend à rejoindre le plan orbital, créant un couple de force qui fait tourner l'axe principal.

Ce phénomène porte le nom de "précession". Il a pu être expliqué théoriquement par Isaac Newton dans ses *Principia*, quoique de nombreuses erreurs parsèment son raisonnement¹³⁷, qui fut d'ailleurs corrigé par d'Alembert en 1749.

Puisque l'équateur céleste est perpendiculaire à l'axe de rotation de la Terre, toute modification de l'un entraîne un changement de position de l'autre. Les systèmes de coordonnées célestes sont alors affectés, puisqu'ils ont pour référence le point vernal, intersection entre écliptique et équateur¹³⁸. Les variations diffèrent toutefois d'un système à l'autre (Fig. A3) : d'un côté, la longitude écliptique varie tandis que la latitude écliptique reste inchangée ; de l'autre, ascension droite et déclinaison changent tous deux.

Ce changement dans les coordonnées a été repéré en premier par Hipparque de Nicée, lorsqu'il compara ses mesures à celles de ses collègues Aristille et Timocharis. Cela l'encouragea à produire un catalogue complet de la voûte céleste, pouvant servir de référence aux générations futures. Avec les mesures imparfaites de l'époque, il évalua la précession à un degré par siècle (contre 1° par 72 ans en réalité). À noter qu'il voyait alors la précession comme un changement d'ascension droite à déclinaison constante, alors qu'il s'agit en fait d'un changement de longitude écliptique à latitude écliptique constante.

La précession possède au moins deux conséquences :

– L'étoile polaire change avec le temps : celle des Egyptiens et des premiers Grecs était Thuban, dans la constellation du Dragon, tandis qu'il s'agit de Polaris, dans la Petite Ourse, à l'heure actuelle. À l'époque d'Hipparque, aucune étoile n'était proche du pôle, d'où son étonnement à la mention d'un tel astre par Eudoxe¹³⁹.

– Signes et constellations du zodiaque s'éloignent l'un de l'autre. En effet, depuis l'époque d'Hipparque, on compte les signes de 30° en 30° depuis le point vernal, qui reste donc en permanence à 0° ♈. Comme la position céleste du point vernal change avec le temps, les signes se décalent progressivement par rapport à leurs constellations d'origine : le décalage (1° en 72 ans, soit 30° en 2160 ans) atteint environ un signe à l'heure actuelle. Une autre convention était possible : garder le lien entre signe et constellation, en faisant voyager le point vernal parmi les signes – cette possibilité est centrale dans les débats liés à la Chronologie¹⁴⁰.

137. G. J. Dobson, Arch. Hist. Exact Sci. Vol. 53, p. 125-145, 1998.

138. Le point vernal étant relatif à l'équinoxe, on parle donc généralement de "précession des équinoxes" pour cet effet.

139. Voir par exemple Fréret, Défense, p. 448.

140. Voir par exemple Whiston cité par Fréret, Défense, p. 424-427.

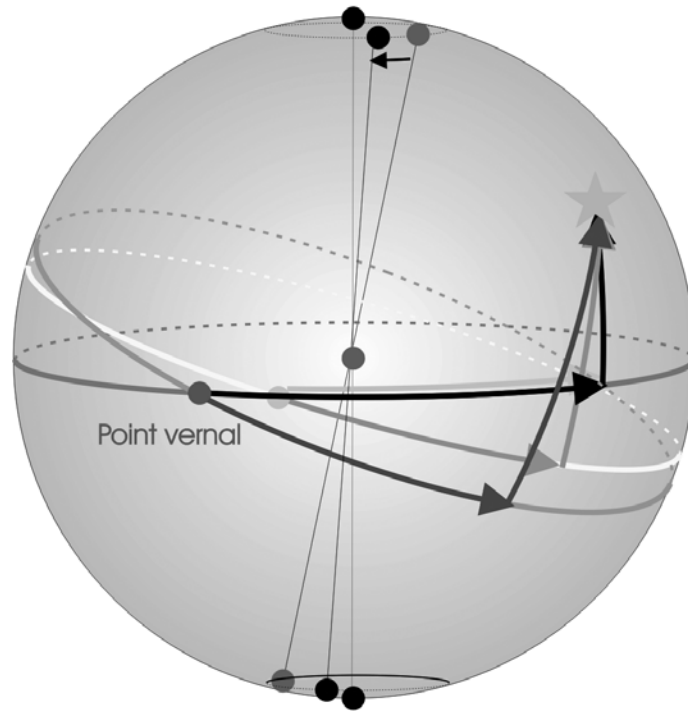
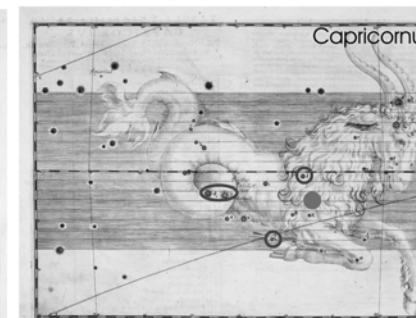
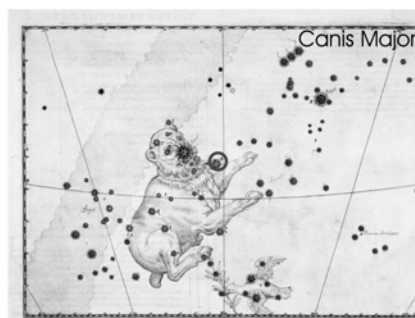
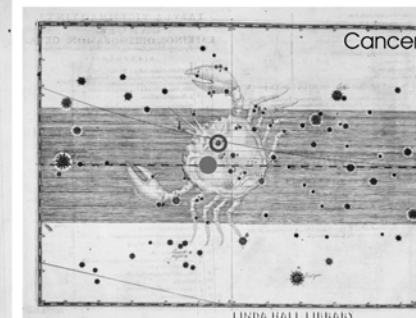
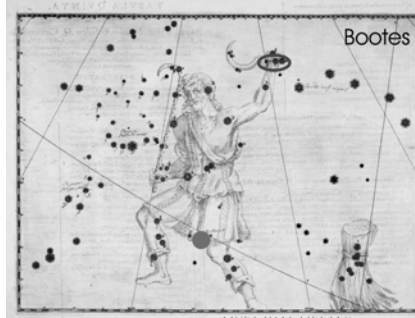
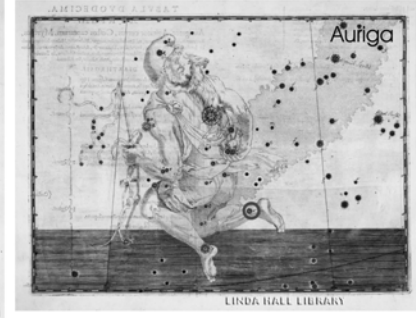
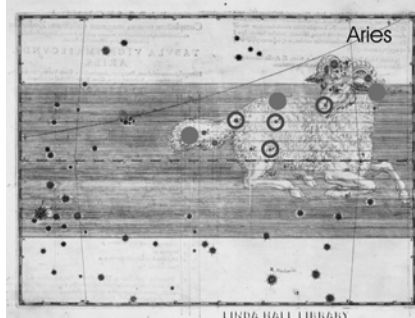
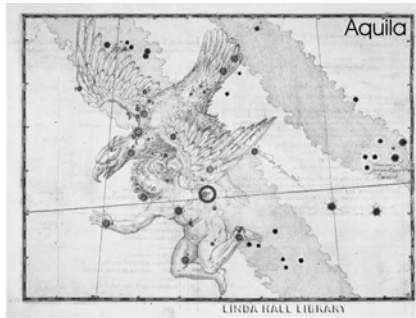
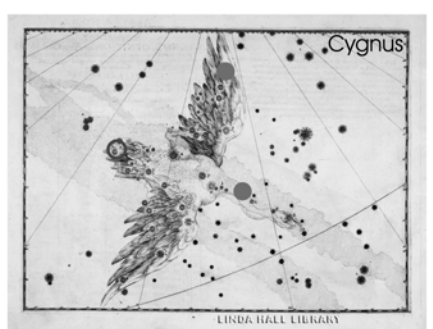
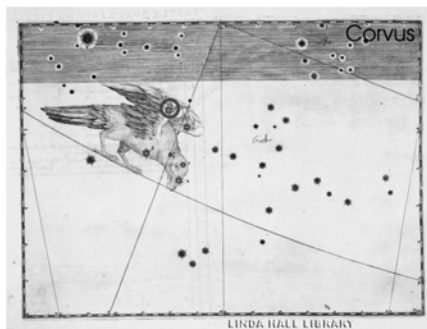
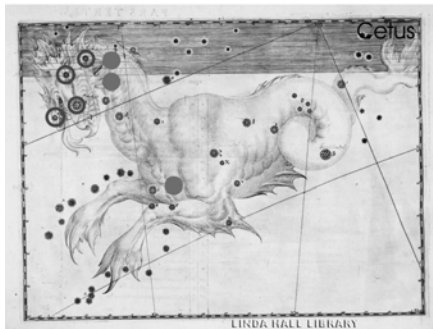
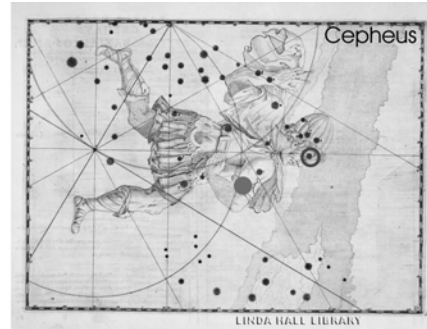


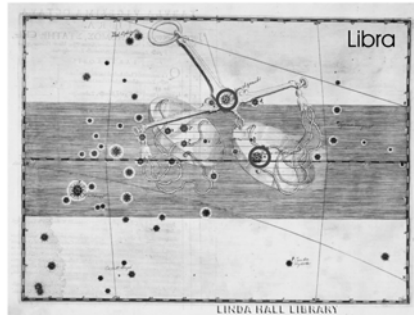
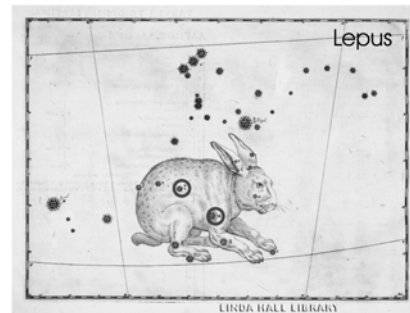
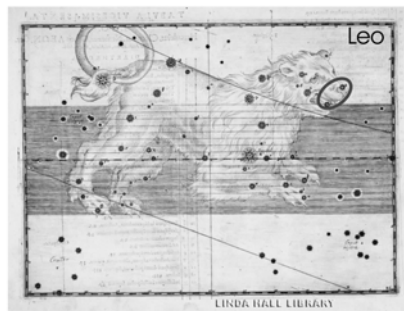
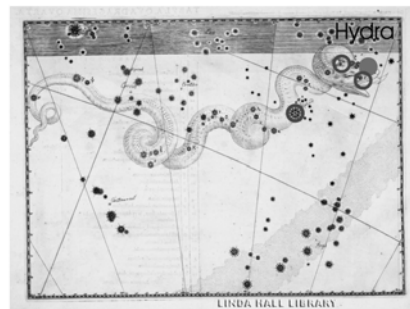
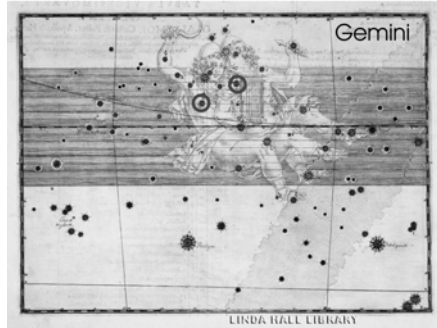
Figure A3 : Changement des coordonnées au cours du temps à cause de la précession.

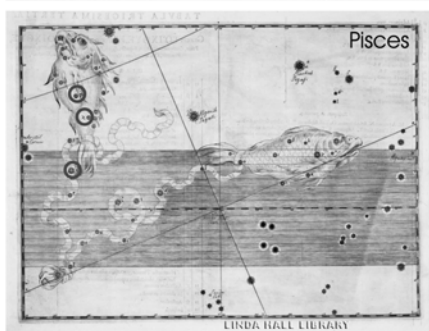
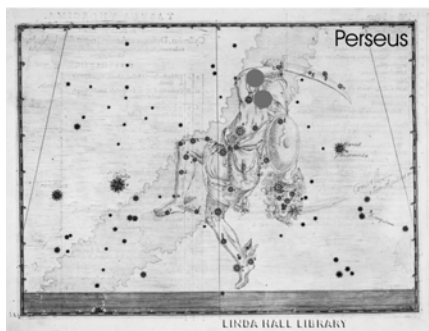
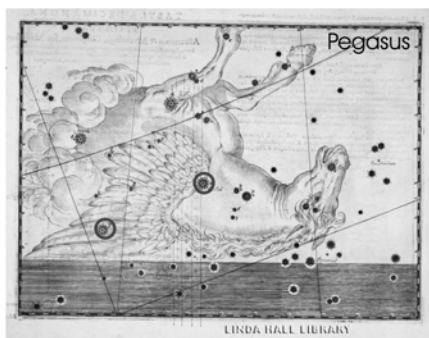
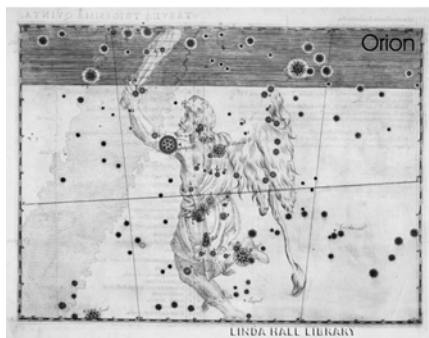
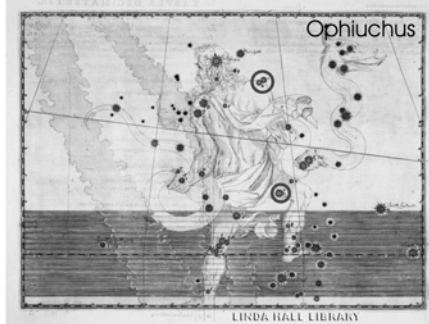
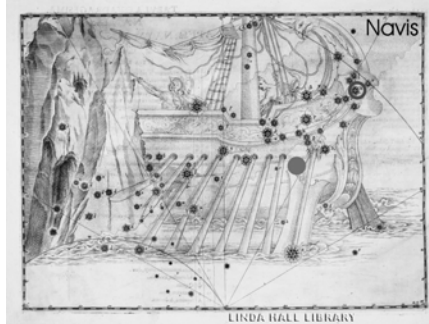
Cartes du ciel

Cette annexe fournit les identifications des étoiles discutées sur les cartes de Bayer (*Uranometria*), puisque leur notation est utilisée par tous, ainsi que les cartes des colures aux deux époques discutées (939 et 1353 avant notre ère).









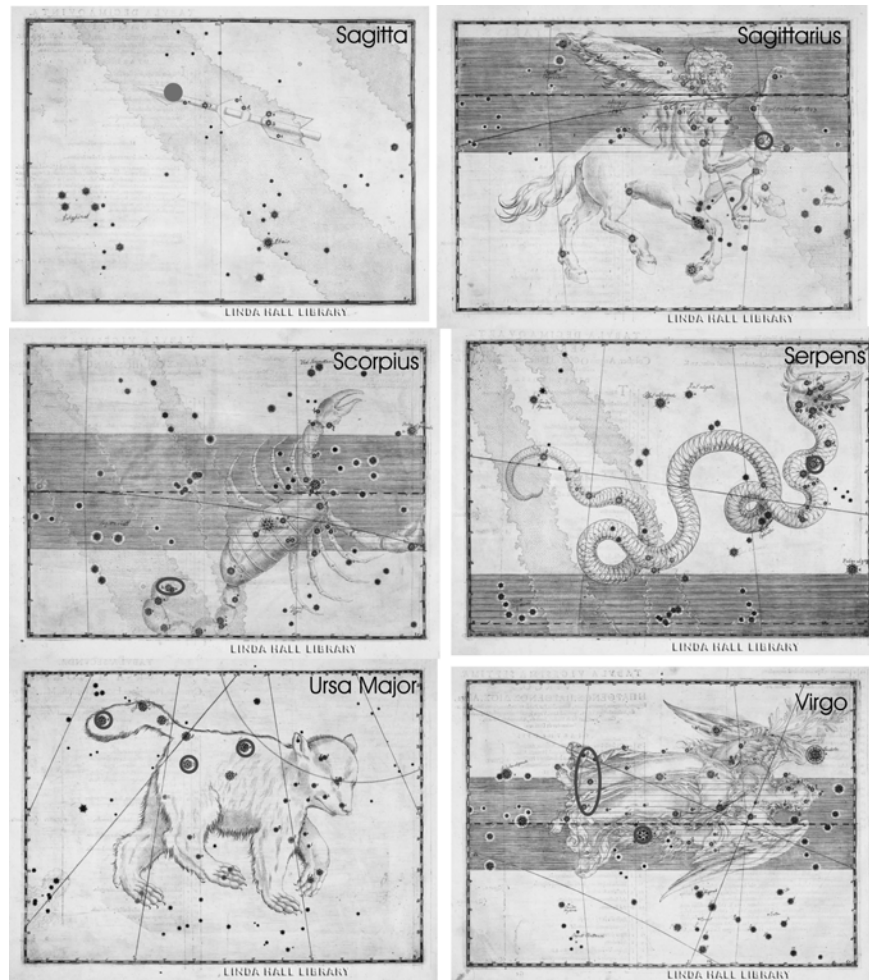
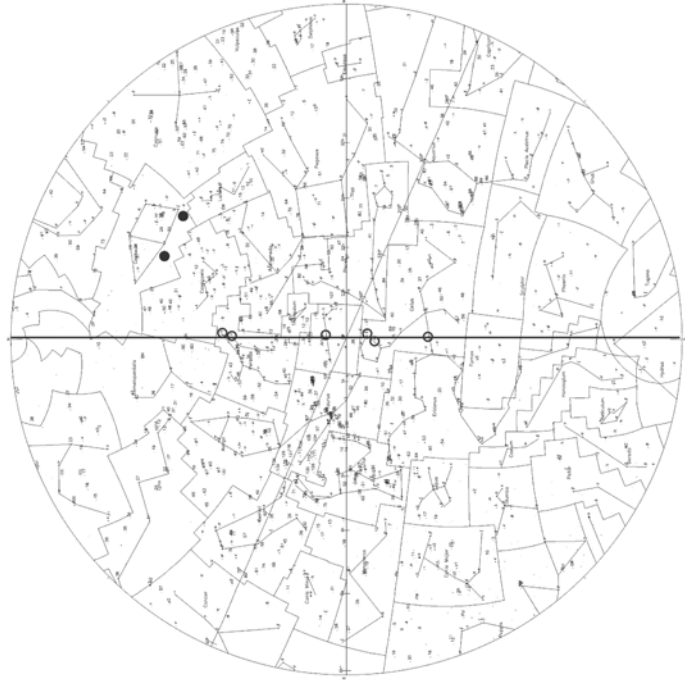
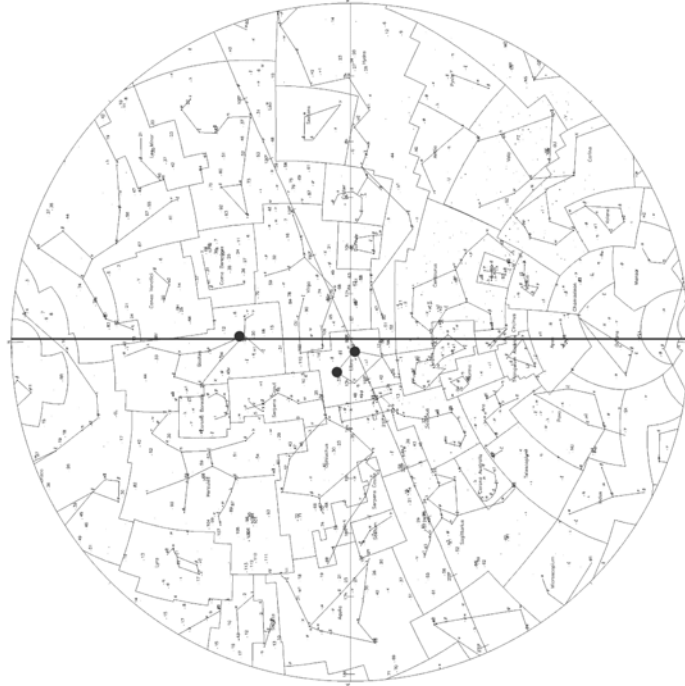
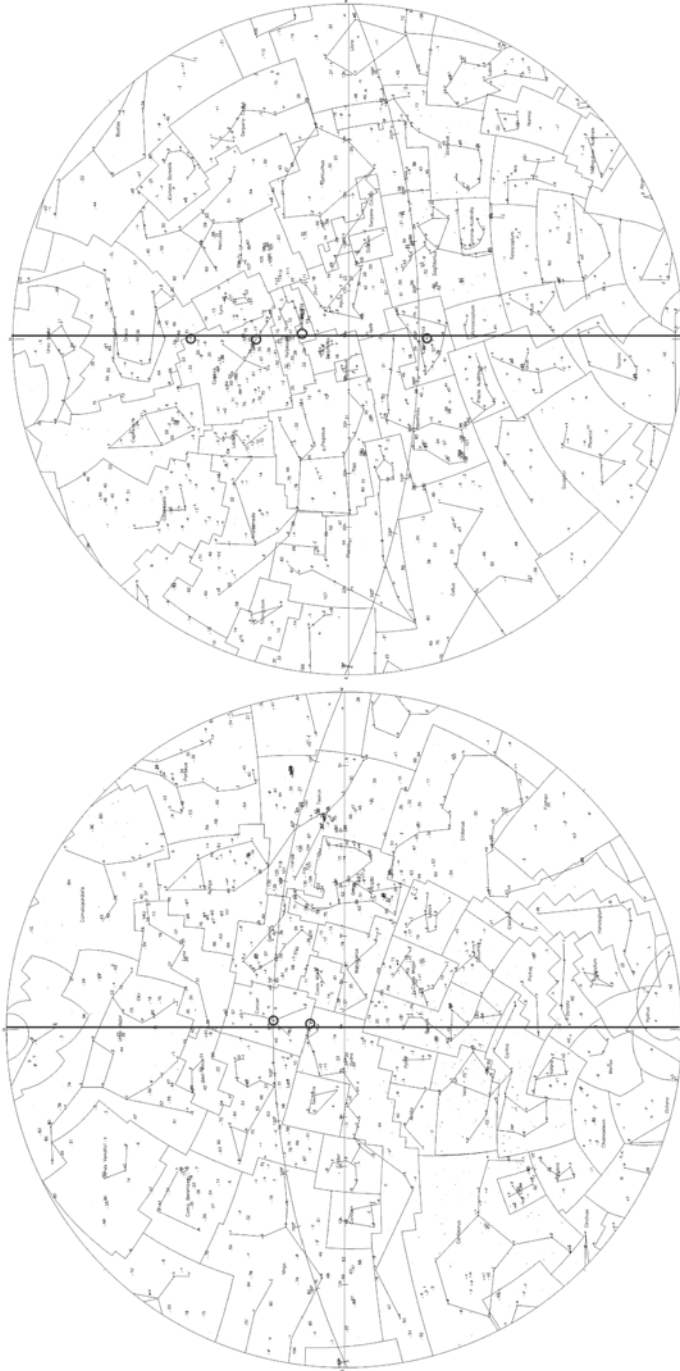


Figure A4 : Extraits de l'Uranometria de Bayer avec mise en évidence des étoiles évoquées par Newton (disques) et celles discutées par Fréret, Whiston, Halley et Souciet (cercles). Les scans de l'Uranometria viennent de <http://www.lindahall.org/services/digital/ebooks/bayer/> que nous remercions pour son aimable autorisation.

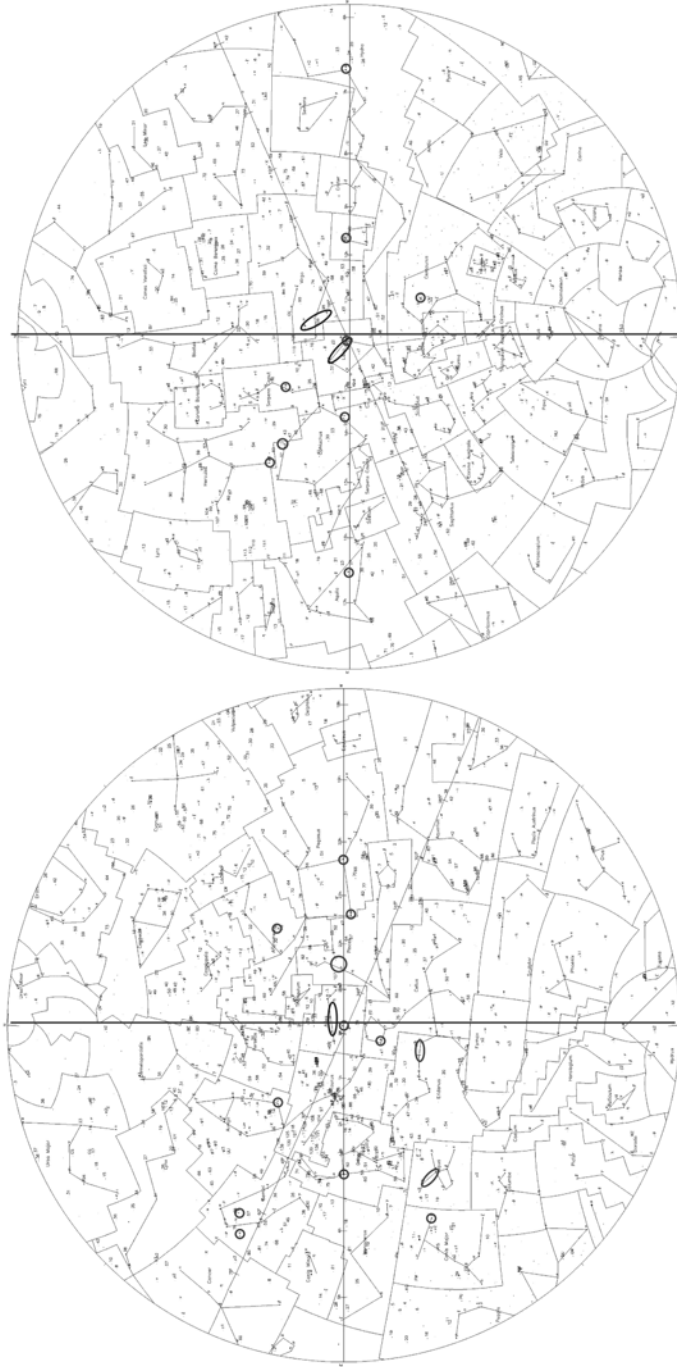
939 avant notre ère
colure des équinoxes



939 avant notre ère
colure des solstices



1353 avant notre ère
colure des équinoxes



1353 avant notre ère
colure des solstices

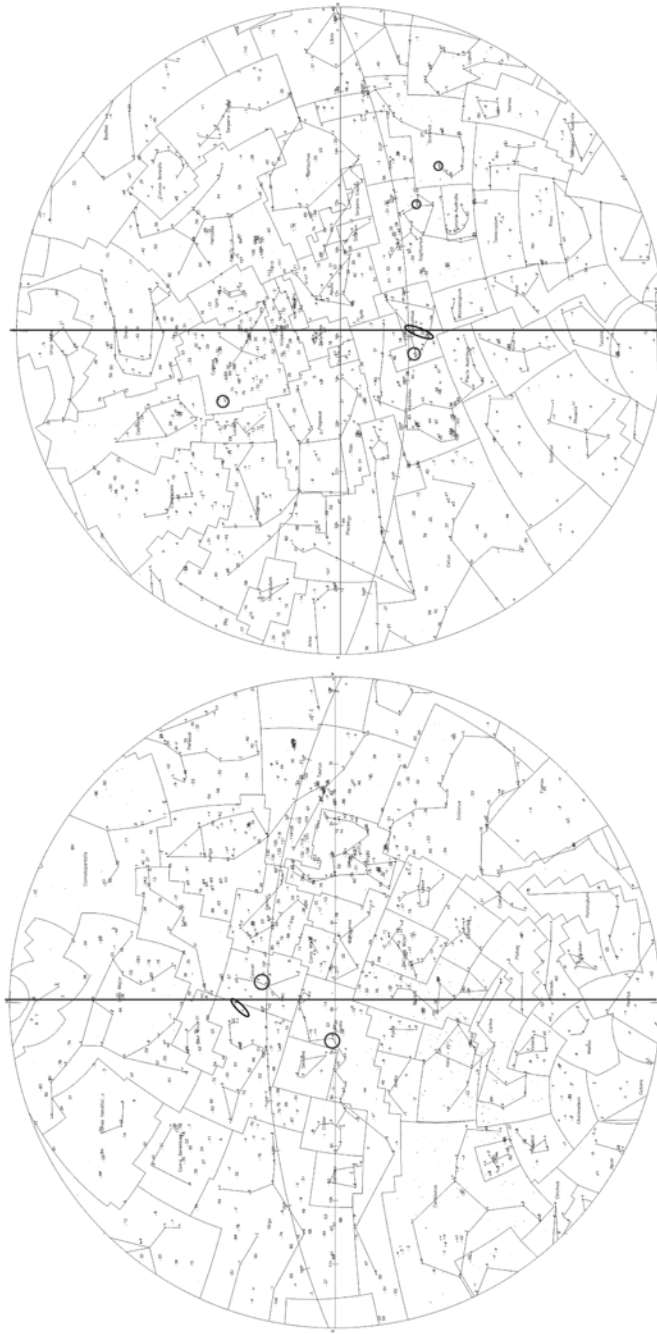


Figure A5 : Position des étoiles discutées pour leur appartenance aux colures des équinoxes et des solstices (lignes épaisses verticales) en 939 (étoiles à problème en disques) et 1353 avant notre ère (couples d'étoiles de Whiston en ellipses). Les coordonnées sont ascension droite et déclinaison, et les étoiles choisies par Fréret pour indiquer tropiques et équateur sont également notées pour l'époque 1353. Les astres appartenant au Navire n'ont pas été indiqués.

