

L'Almageste de Ptolémée

1.1. La première édition imprimée de l'Almageste

Le premier livre majeur, dans la chronologie des publications relatives à l'astronomie est sans doute l'édition d'un résumé de l'*Almageste* de Ptolémée (90-168) en 1496. Cet ouvrage a été connu depuis la fin du XI^e siècle par le biais de traductions arabes ou latines approximatives avant que le Cardinal Bessarion ne charge l'éminent savant George Peurbach (1423-1461) d'établir et d'éditer le texte. Mais, à la mort de Peurbach, en 1461, seuls les quatre premiers livres étaient achevés et le travail fut terminé par Régiomontanus, un disciple de Peurbach¹.

Johannes Müller von Königsberg (1436-1476), plus connu sous son pseudonyme Regiomontanus, a travaillé entre 1461 et 1465 chez le cardinal Bessarion, à Rome où il a écrit, par ailleurs, un traité de trigonométrie *De Triangulis omnimodis* (1464).

Claudius Ptolemaeus, né vers 90 en Haute-Égypte, est l'astronome, mathématicien et géographe grec qui vécut à Alexandrie, auteur du célèbre ouvrage appelé *Composition (ou Syntaxe) mathématique* ou *Almageste* qui rassemble tous les principes et démonstrations d'astronomie connus à son époque. Les dates des observations personnelles de Ptolémée consignées dans sa *Syntaxe* vont de 126 à 141. Il paraît avoir aussi résidé à Canope, en Égypte, où il mourut vers 168.

Nous reproduisons, à la fin du présent chapitre, des biographies plus détaillées de Ptolémée et de Regiomontanus rédigées par François Arago.

L'*Almageste* est le seul ouvrage sur l'astronomie de l'Antiquité qui nous soit parvenu complet et c'est par lui que l'on connaît les travaux d'observation de l'astronome grec Hipparque (-190-120 av. J.-C.) qui fut le premier Grec à développer des modèles quantitatifs des mouvements du Soleil et

1. Regiomontanus, Johannes, *Epytoma Joannis de Monte Regio in almagestum Ptolomei*, Venetiis : per Johannem Hamman de Landoia, 1496.

de la Lune en utilisant les observations et les résultats accumulés durant les siècles précédents par les astronomes de Babylone.

Dans son traité, Ptolémée reprend les résultats et modèles d'Hipparque et établit un modèle géocentrique du système solaire qui s'imposera dans le monde occidental et arabe jusqu'au milieu du XVI^e siècle. Ce modèle est basé sur une sphère d'étoiles fixes qui tourne autour de la Terre, elle-même sphérique, en une journée. Le Soleil, la Lune et les planètes obéissent à des lois complexes d'épicycles (cercle dont le centre décrit un autre cercle et sur lequel une planète se déplace avec un mouvement uniforme). Ptolémée avait en effet observé que les orbites de certaines planètes n'étaient pas circulaires et avait développé la théorie des épicycles pour sauver la thèse d'Aristote selon laquelle la Terre est au centre de l'Univers, le Soleil et les planètes gravitant autour d'elle selon des orbites circulaires. Aristote distinguait le monde sublunaire qui va de la Terre jusqu'à l'orbite de la Lune, du monde supralunaire allant de l'orbite de la Lune jusqu'à la sphère des étoiles fixes constituant la limite de l'Univers. Ce monde supralunaire était considéré comme parfait, les astres y étant sphériques et les orbites circulaires, alors que le monde sublunaire était celui du changement.

L'*Almageste* de Ptolémée décrit non seulement le système géocentrique de l'Antiquité mais propose également des tables donnant la position des planètes sur la sphère céleste, un catalogue d'étoiles et une liste de quarante-huit constellations².

2. Les tables astronomiques sont des suites de valeurs numériques qui indiquent les positions et mouvements des astres ou qui servent à les calculer. Les plus anciennes tables connues paraissent être celles de Ptolémée publiées dans son *Almageste*. Rectifiées et complétées au XIII^e siècle, entre 1248 et 1252, sur l'ordre d'Alphonse X, roi de Castille, ces tables furent appelées *Tables Alphonsines* et furent publiées à Venise en 1483.

Le nombre des tables astronomiques est, depuis, allé en croissant :

Copernic a inclus des tables dans son *De Revolutionibus* de 1543.

Les très célèbres *Tables Rudolphines* de Kepler comportant les travaux antérieurs de Tycho Brahé parurent à Linz en 1627.

Puis parurent :

en 1630, les *Tabulae astronomicae*, de Christian Reinhard,

en 1645, l'*Astronomia philolaica* d'Ismael Boulliaud,

en 1661, les *Tables Carolines* de Street,

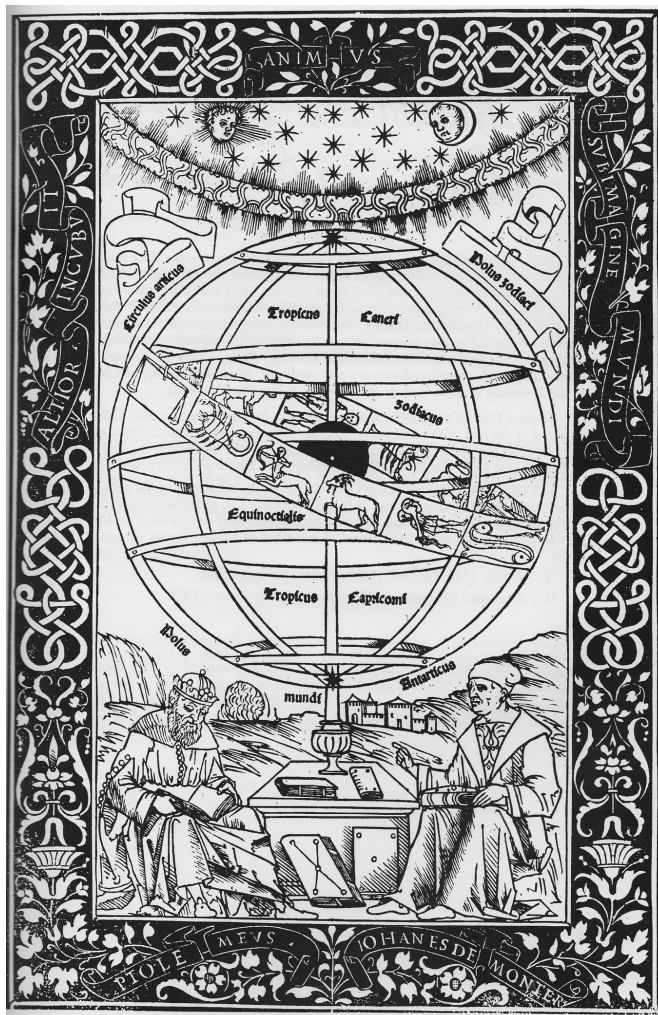
en 1665, les *Tabulae novae* de Riccioli,

en 1687, les *Tables astronomiques* de La Hire, complétées en 1702 sous le titre de *Tabulae astronomicae Ludovici magni*,

en 1740, les *Tables* de J. Cassini incluses dans ses *Eléments d'astronomie*,

en 1749, les *Tables* de Halley,

en 1771, celles de Lalande.



La première version arabe de l'*Almageste* ou *Composition (Syntaxe) mathématique grecque* a été traduite de la langue syriaque, semble-t-il, par al-Hajjaj Ibn Yusuf de Bagdad vers 830.

Une traduction latine ancienne réalisée par Gérard de Crémone a été imprimée en 1515, à Venise³. Une traduction latine a été donnée par George de Trébizonde⁴ (1396-1456), en 1528.

Une autre édition due à Regiomontanus⁵ a paru en 1543. Le texte a été publié en grec par Théon⁶ avec ses commentaires, à Bâle, en 1538. Cette édition est restée la seule jusqu'à celle de Halma⁷. Ce dernier a également donné en 1813-1816, une traduction en français de l'*Almageste*⁸, basée sur l'étude des manuscrits des bibliothèques de Paris, Venise, Florence et du Vatican. Elle comporte de très importantes notes de l'astronome Delambre. Une traduction moderne en anglais a été donnée en 1998⁹.

1.2. Sommaire de l'*Almageste*

Livre I. Exposé du système géocentrique ; trigonométrie ; mesure de l'obliquité de l'écliptique ; tables de déclinaison et d'ascension droite pour les points de l'écliptique.

Livre II. Théorie des climats, définis par la durée du plus long jour de l'année ; hauteur du pôle ; tables d'ascension oblique ; détermination des heures temporaires.

Livre III. De la grandeur de l'année. Table du mouvement moyen du Soleil. Anomalie apparente du Soleil. Tables. Distinction du temps vrai et du temps moyen.

3. *Almagestu[m] Cl. Ptolemei Pheludiensis Alexandrini Astronomo[rum] principis : Opus ingens ac nobile omnes Celoru[m] motus continens. Felicibus Astris eat in luce[m].* Venetiae Liechtenstein, 1515.

4. *Almagestum seu magnae constructionis mathematicae opus plane divinum latina donatum lingua ab G. Trapezuntio. Per Lucam Gauricum recognitum*, Florence, 1528.

5. Regiomontanus, *Epitome*, in *Cl. Ptolemaei Magnam compositionem, continens propositiones et annotationes, quibus totum Almagestum dilucida et breui doctrina declaratur et exponitur* Basileae, 1543.

6. *Kl. Ptolemaiou Megales syntaxeos bibl. ig : Claudii Ptolemaei Magnae constructionis, id est Perfectae caelestium motuum pertractationis, lib. XIII. Theonos Alexandreos Eis ta hauta [i.e. auta] hypomnematon bibl. ia : Theonis Alexandrini In eosdem commentariorum lib. XI.* Basileae apud Ioannem Walderum, 1538.

7. *Commentaire de Théon d'Alexandrie sur le livre III de l'« Almageste » de Ptolémée. (Suivi des) Tables manuelles des mouvements des astres, [Claude Ptolémée]* ; trad. du grec par M. l'abbé Halma, Paris, Bobée, 1822.

8. *Composition mathématique de Claude Ptolémée*, traduction de M. Halma, Paris, H. Grand, 1813-1816.

9. *Ptolemy's Almagest*, Princeton University Press, 1998.

ΚΛΑΥΔΙΟΥ ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΥ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΤΑΞΙΣ.
COMPOSITION MATHÉMATIQUE
DE CLAUDE PΤΟΛÉMÉE,

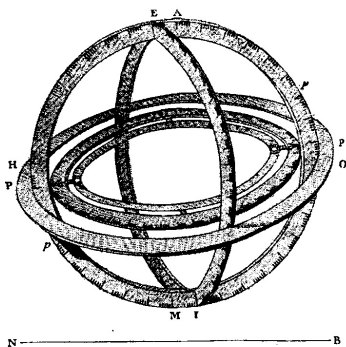
TRADUITE POUR LA PREMIÈRE FOIS DU GREC EN FRANÇAIS,
SUR LES MANUSCRITS ORIGINAUX DE LA BIBLIOTHÈQUE IMPÉRIALE DE PARIS,

PAR M. HALMA;

ET SUIVIE DES NOTES DE M. DELAMBRE,

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR, MEMBRE DU BUREAU DES LONGITUDES ET DE L'INSTITUT,
SECRETÉAIRE PÉREPTUEL DE LA CLASSE DE MATHÉMATIQUES ET DE PHYSIQUE,
PROFESSEUR D'ASTRONOMIE AU COLLÈGE DE FRANCE, TRÉSORIER DE L'UNIVERSITÉ IMPÉRIALE, ETC.

TOME PREMIER.



A PARIS,

CHEZ HENRI GRAND, LIBRAIRE, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARCS, N° 51.

1813.

Livre IV. Théorie de la Lune. Périodes lunaires, détermination des mouvements moyens de longitude, d'anomalie et de latitude, pour la Lune, et du mouvement des nœuds. Tables. Anomalie d'excentricité.

Livre V. De la construction de l'astrolabe. Seconde anomalie de la Lune. Correction de parallaxe pour le Soleil et la Lune. Tables.

Livre VI. Diamètres apparents du Soleil et de la Lune. Prédiction des éclipses. Tables.

Livre VII. Précession des équinoxes. Catalogue des étoiles de l'hémisphère boréal.

Livre VIII. Catalogue des étoiles de l'hémisphère austral. Levers et couchers des fixes.

Livre IX. Préliminaires de la théorie des planètes et théorie de Mercure.

Livre X. Théorie de Vénus et de Mars.

Livre XI. Théorie de Jupiter et de Saturne. Tables d'équations des planètes en longitude.

Livre XII. Calcul des rétrogradations, stations et digressions¹⁰.

Livre XIII. Mouvement des planètes en latitude ; prévision de leurs phases d'apparition et de disparition. Tables.

10. Lorsqu'un astre tourne autour d'un autre, la distance dont on le voit s'éloigner s'appelle digression ou élongation.

Le système de sphères de Ptolémée est figuré ci-dessous :



Avant d'analyser l'*Almageste*, il est utile de rappeler que dans ce texte le mot *inégalité* ou *anomalie* dans le mouvement d'un corps céleste est relatif à tout écart à une vitesse constante. Les *équations* sont, par ailleurs, les quantités par lesquelles on tient compte des inégalités du mouvement des planètes ou des astres. On suppose initialement les mouvements uniformes et on corrige ensuite cette supposition par une quantité proportionnelle à l'inégalité et cette quantité, avec son signe, est appelée équation. Lorsque le mouvement est troublé par plusieurs causes, on utilise autant d'équations que la planète ou l'astre a d'inégalités.

Les premiers chapitres du Livre I résument les hypothèses prises en compte. Nous donnons ci-dessous des extraits du texte de Ptolémée dans la traduction de l'abbé Halma de 1813¹¹ :

11. *Composition mathématique de Claude Ptolémée*, traduction de M. Halma, Paris, H. Grand, tome I, 1813.

1.3. Extraits de l'Almageste

Chapitre I : De l'ordre des théorèmes.

Nous commencerons cet ouvrage par considérer d'abord la relation de la terre, en général avec tout le ciel ; ensuite, entrant dans les détails, nous parlerons premièrement de la situation du cercle oblique et de la position des lieux de cette partie de la terre que nous habitons, ainsi que des différences qui existent entre les uns et les autres, par les diverses inclinaisons de leurs horizons respectifs ; car ces préliminaires faciliteront les recherches qui suivront. En second lieu, nous considérerons le mouvement du soleil, celui de la lune et toutes leurs circonstances. Car, sans cette connaissance préalable, il serait impossible d'appuyer sur une méthode certaine la théorie des étoiles. Puis, continuant sur ce plan, pour terminer par les étoiles, nous exposerons d'abord la sphère de celles qu'on appelle fixes ; ensuite viendront les cinq astres qu'on nomme planètes. Nous entreprendrons d'expliquer chacune de ces choses, en posant pour principes et pour bases de ce que nous voulons trouver, ce qui est évident, réel et certain, tant dans les phénomènes, que dans les observations anciennes et modernes, et en déduisant de ces conceptions leurs conséquences [...].

Avant tout, il faut admettre généralement que le ciel est de forme sphérique, et qu'il se meut à la manière d'une sphère ; que la terre, par sa figure, prise dans la totalité de ses parties, est sensiblement un sphéroïde. Qu'elle est au milieu de tout le ciel, comme dans un centre ; et que, par sa grandeur et sa distance relativement à la sphère des étoiles fixes, elle n'est qu'un point sans mouvement et sans déplacement. Nous allons parcourir brièvement chacune de ces assertions pour les rendre plus présentes à l'esprit.

Chapitre II : Le ciel se meut sphériquement.

L'observation a sans doute suffi aux anciens pour leur donner les premières idées sur ces objets. Ils voyaient, en effet, le soleil, la lune et les étoiles transportés d'orient en occident, dans des cercles toujours parallèles entr'eux, commencer par se lever d'en bas, comme de terre ; et, parvenus peu à peu en haut, redescendre d'une manière semblable, s'abaisser et finir par disparaître comme tombant sur terre ; et, après quelque temps de disparition, se montrer de nouveau, comme se levant d'un autre point, et se couchant de même, en observant exactement les vicissitudes réglées qui ramènent généralement et les mêmes temps et les mêmes lieux des levers et des couchers.

La révolution circulaire des étoiles toujours visibles, contribua le plus à l'idée de sphéricité dont on eut bientôt acquis la certitude, en voyant, surtout, que cette révolution se fait en tournant autour d'un centre unique et