

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE DE PASCAL CROZET.....	7
PRÉFACE DE F. JAMIL RAGEP	9
PROLOGUE	13
Le discours d'al-Bīrūnī sur la diversité des théories concernant l'arrangement des astres au cours de l'histoire : un témoignage précieux du XI ^e siècle sur la persistance d'un accès à de nombreuses théories anciennes dont il faudra par conséquent tenir compte ..	13
INTRODUCTION	19
Temps long et nuage de Poe.....	19
La circulation des connaissances, de Ptolémée aux premiers textes arabes d'astronomie	23
Appréhender les aspects dynamiques : les outils de l'épistémologie historique.....	29
La partie I.2 du <i>Livre des hypothèses</i> : ce qu'elle contient, ce qui y a été lu et ce qui a circulé.....	33
Recherches sur les dimensions célestes dans les textes arabes antérieurs au <i>Qānun al-Mas'ūdī</i> d'al-Bīrūnī	38
PREMIÈRE PARTIE	
CE QUE CONTIENT LA PARTIE I.2 DU LIVRE DES HYPOTHÈSES DE PTOLÉMÉE :	
CE QUI Y A ÉTÉ LU ET CE QUI A CIRCULÉ	
ORDONNER ET MESURER LES ASTRES DANS L'ALMAGESTE DE PTOLÉMÉE	47
À propos de l' <i>Almageste</i>	47

La méthode employée par Ptolémée pour déterminer les distances de la Lune à la Terre. Une restitution des étapes du raisonnement de Ptolémée dans le langage mathématique usuel.	53
La méthode employée par Ptolémée pour déterminer la distance du Soleil. Une très grande sensibilité aux paramètres observés	59
Les tailles de la Lune et du Soleil : un simple corollaire des calculs précédents.....	67
L'arrangement des astres (IX.1). Où Ptolémée doit se contenter d'un ordre partiel dans lequel les rangs de Mercure, de Vénus et du Soleil restent à préciser. Description des arguments et contre-arguments avancés par Ptolémée	69
Éléments caractéristiques de l' <i>Almageste</i> dans le traitement de l'arrangement des astres errants et des dimensions célestes.....	72
ORDONNER ET MESURER LES ASTRES DANS LE LIVRE DES HYPOTHÈSES DE PTOLÉMÉE	75
La redécouverte en 1967 de la partie I.2 du <i>Livre des hypothèses</i> , ses conséquences sur la lecture des ressources historiographiques antérieures et sa faible prise en considération dans les études récentes.....	76
L'objectif principal poursuivi par Ptolémée dans le <i>Livre des hypothèses</i> , le caractère nécessaire de la partie I.2 et la cohérence interne de ce traité de prospective mécanique : les <i>Substitutus des astres errants</i> de Ptolémée	85
Première amélioration de l'arrangement partiel des astres errants annoncée par Ptolémée : la détermination des rangs relatifs de Mercure et de Vénus à partir d'observations.....	102
La stratégie de Ptolémée pour attaquer le problème du rang du Soleil. Le principe des sphères emboîtées. Le calcul des distances des planètes de proche en proche à l'aide des rapports des distances extrémales tirés des	

modèles géométriques décrivant leurs mouvements en longitude. La quasi-coïncidence de la distance maximale de Vénus et de la distance minimale du Soleil	111
La mise en œuvre des calculs des distances des planètes et les résultats obtenus par Ptolémée	123
La complexité apparente des calculs de Ptolémée pour la détermination des diamètres réels des planètes à partir de leur distance moyenne à la Terre et de leur diamètre apparent à cette distance.....	131
Ptolémée prend acte des conséquences observationnelles de ses résultats.....	140
Définitions de sept marqueurs caractéristiques de la partie I.2 du <i>Livre des hypothèses</i>	157
Liste synthétique des sept marqueurs du <i>Livre des hypothèses</i>	163

LA CIRCULATION DU *LIVRE DES HYPOTHÈSES* DANS L'ANTIQUITÉ TARDIVE 165

Les canaux de transmission documentés des textes astronomiques de Ptolémée avant le VIII ^e siècle. L'école d'Alexandrie, la convocation des astronomes à la cour des rois sassanides, les enseignements des érudits syriaques. La constitution et la circulation de commentaires approfondis et de textes pédagogiques de niveaux variés.....	165
La rareté des références au <i>Livre des hypothèses</i> dans les textes de l'Antiquité tardive. L'évocation des dimensions célestes dans les textes pehlevi et syriaques d'astronomie. Traces de la connaissance des parties perdues en grec du <i>Livre des hypothèses</i> dans la littérature grecque du VI ^e siècle	171
Proclus lecteur et commentateur du <i>Livre des hypothèses</i> . L'analyse de l' <i>Hypotypose</i> , du <i>Commentaire sur le Timée</i> et du <i>Commentaire sur la République</i> . Accès de Proclus à la partie	

I.2 et au livre II du <i>Livre des hypothèses</i> de Ptolémée. Sa critique sévère de la stratégie adoptée par Ptolémée pour résoudre le problème du rang du Soleil	181
Que Simplicius, aussi, avait accès à l'intégralité du <i>Livre des hypothèses</i> et que son <i>Commentaire au Traité du ciel</i> contient la seule citation grecque connue du livre II	204
Les traces du <i>Livre des hypothèses</i> dans deux scholies à l' <i>Almageste</i> , un canal de transmission fragmentaire du contenu du <i>Livre des hypothèses</i>	208
Conclusions sur la circulation du <i>Livre des hypothèses</i> avant le VIII ^e siècle	214

ORDONNER ET MESURER LES ASTRES

DANS LES TRAITÉS SANSKRITS D'ASTRONOMIE

Introduction à l'étude des traités sanskrits.....	217
Le <i>Pañcasiddhāntikā</i> de Varāhamihira (VI ^e siècle) et l'énoncé du principe de l'égalité des vitesses entre tous les astres.....	224
L' <i>Āryabhaṭīya</i> d'Āryabhaṭa (v. 500). Précisions sur l'arrangement des astres. Description des deux modèles géométriques sous-jacents à la détermination de leurs positions et au calcul des distances qu'ils parcourent....	228
Le <i>Khaṇḍakhādya</i> de Brahmagupta (v. 665). Mise en garde contre la tentation d'y voir des calculs de distances à la Terre. De l'importance de quantifier avec précision les variations des diamètres apparents des planètes pour déterminer la durée des conjonctions dans les traités sanskrits d'astronomie	236
Caractéristiques des traités sanskrits d'astronomie dans le traitement de l'arrangement des astres errants et des dimensions célestes.....	246

DEUXIÈME PARTIE
RECHERCHES SUR LES DIMENSIONS CÉLESTES
DANS LES TEXTES ARABES ANTÉRIEURS
AU QĀNŪN AL-MAS'ŪDĪ D'AL-BĪRŪNĪ

PRÉSENTATION DU CORPUS DE TEXTES ARABES.....	251
Présentation synthétique des textes du corpus et de la grille de lecture adoptée	252
Le texte 1 : les <i>Trente chapitres</i> rédigés par al-Farghānī aux alentours de 850. Histoire de ce texte très largement diffusé durant la période médiévale. Mise en exergue des passages dans lesquels l'auteur fournit des indications sur les dimensions célestes et sur les méthodes pour les déterminer	256
Le texte 2 : l' <i>Almageste simplifié</i> rédigé par Thābit ibn Qurra aux alentours de 850. Une présentation synthétique de ce qu'il faut savoir sur les dimensions célestes pour s'initier à l'astronomie ptoléméenne	269
Le texte 3 : un <i>Traité d'astronomie</i> , probablement rédigé aux alentours de 870 et souvent attribué à Qusṭā ibn Lūqā. Sur les éléments du débat sur l'attribution du texte. Un inventaire inédit du contenu du texte. Sur les mentions des dimensions célestes qu'il contient et sur quelques arguments non ptoléméens que l'on retrouve dans d'autres textes du corpus.....	276
Le texte 4 : le chapitre L du <i>Zīj al-Ṣābi'</i> rédigé par al-Battānī aux alentours de 900. Le premier texte du corpus dans lequel l'auteur détaille les méthodes qu'il emploie pour déterminer les dimensions célestes	287
Le texte 5 : le <i>Traité sur les distances et les corps</i> rédigé par al-Qabīṣī aux alentours de 955. Sur la difficulté du sujet des dimensions célestes selon l'auteur et sur l'originalité déclarée de ses méthodes.....	297
Le texte 6 : le <i>Traité sur les distances et les corps</i> rédigé par al-Ṣāghānī aux alentours de 985. Qu'il s'agit sans doute d'un extrait d'un ouvrage plus général. L'auteur	

mentionne des données issues de deux traités perdus, l'un de Thābit ibn Qurra et l'autre d'Abū Ja'far al-Khāzin	303
Le texte 7 : le <i>Traité sur les quantités des distances et des volumes</i> rédigé par Kūshyār ibn Labbān aux alentours de 1025. Où l'auteur se propose de retrouver les résultats en circulation sans utiliser le principe des sphères emboîtées mais en s'appuyant sur des observations supposées d'infimes variations de la parallaxe des planètes.....	311
Tableau synthétique des caractéristiques des textes du corpus.....	318
 LE CHAPITRE X.6 D'AL-QĀNŪN AL-MAS'ŪDĪ	321
Quelques éléments biographiques et épistémologiques sur al-Bīrūnī	321
Le contenu du chapitre X.6	328
Al-Bīrūnī mentionnant explicitement et citant le <i>Livre des hypothèses</i> , le passage au crible du chapitre X.6 d' <i>al-Qānūn al-Mas'ūdī</i> fournit un contrôle positif de l'efficacité de notre liste de marqueurs	340
 LES AUTEURS DU IX ^e SIÈCLE AVAIENT-ILS ACCÈS AU LIVRE DES HYPOTHÈSES?.....	345
Une question ouverte et des éléments contradictoires ou comment la plupart des auteurs de notre corpus affirment que Ptolémée n'a pas traité la question des dimensions célestes tout en reprenant l'argumentation et parfois les résultats du <i>Livre des hypothèses</i>	346
Le passage au crible du <i>Traité d'astronomie</i> (notre texte 3) fournit un contrôle négatif de l'efficacité de notre liste de marqueurs, l'auteur du traité ne connaissant visiblement pas le principe des sphères emboîtées et reproduisant de façon parfois absurde des distances et des volumes incohérents	353

Interprétation de la présence de certains marqueurs du <i>Livre des hypothèses</i> dans les <i>Trente chapitres</i> d'al-Farghānī : l'auteur n'a pas eu accès au <i>Livre des hypothèses</i> mais à des travaux de haut niveau qui en ont transmis fidèlement les principes et certains paramètres numériques.....	356
Thābit ibn Qurra : un accès direct au <i>Livre des hypothèses</i> dès le IX ^e siècle ? Un faisceau d'indices concordant dans l'œuvre de Thābit. Qu'aucun de ces indices pris séparément ne s'avère décisif.....	366
Les sources d'al-Battānī. Qu'al-Battānī a utilisé une source ne transmettant que les variations des diamètres apparents des planètes. Qu'il utilise certains de ses résultats pour répondre à des questions liées aux traités sanskrits d'astronomie	374
Conclusions : les textes de notre corpus ne s'appuient pas directement sur le traité de Ptolémée et deux scénarios sur la circulation d'une traduction arabe du <i>Livre des hypothèses</i> entre le VIII ^e et le XI ^e siècle sont compatibles avec tous les éléments rassemblés.....	382
TROIS TRADITIONS DU LIVRE DES HYPOTHÈSES	
AU X^e SIÈCLE.....	385
Que la tradition textuelle à laquelle les <i>Trente chapitres</i> se rattachent met en avant l'importance de maîtriser le raisonnement employé par Ptolémée dans la partie I.2 du <i>Livre des hypothèses</i> , et qu'al-Qabīṣī est le premier à l'avoir mise en œuvre	386
Que la tradition textuelle à laquelle le chapitre L du <i>Zīj al-Ṣābi'</i> se rattache met en avant la possibilité de justifier les dimensions célestes par des observations, et que le commentaire de Kūshyār en est un représentant excessif	389
Que la tradition textuelle à laquelle l' <i>Almageste simplifié</i> se rattache met en avant la transmission fidèle des dimensions célestes dont Abū Ma'shar explique l'importance pour l'astrologie.....	398
Trois traditions du <i>Livre des hypothèses</i> au X ^e siècle.....	404

UNE QUATRIÈME TRADITION NON PTOLÉMÉENNE ..	407
Une nouvelle interprétation du <i>Kitāb fī tarkīb al-aflāk</i> de Ya‘qūb ibn Ṭāriq.....	407
La version arabe du <i>Liber de orbe</i>	412
Un éclairage nouveau sur les textes de notre corpus	417
Qu’une autre tradition, indépendante des travaux de Ptolémée, met en avant la cohérence physique comme critère de validation des théories astronomiques. Le <i>Kitāb fī tarkīb al-aflāk</i> de Ya‘qūb ibn Ṭāriq et le <i>Liber de orbe</i> sur les sphères intermédiaires tournant en sens inverse et la circulation conjointe d’arguments préptoléméens	429
CONCLUSION.....	431
L’influence du <i>Livre des hypothèses</i> sur les textes arabes ? .	431
Plusieurs traditions conceptuelles à l’œuvre durant cette période.....	435
Pour une histoire de l’astronomie dynamique et décloisonnée.....	439
ÉPILOGUE MATHÉMATIQUE	447
Les habiles manipulations de rapports de Ptolémée	448
La méthode d’al-Battānī ou comment la pratique d’un observateur conduit à considérer les angles comme des quantités représentées par des nombres	451
Que Kūshyār propose de s’appuyer sur un diagramme abstrait pour mettre en œuvre une procédure algorithmique libérée de la contrainte de l’homogénéité des grandeurs, et que sa démarche pour élaborer ce diagramme repose sur des transformations géométriques	461
La méthode trigonométrique d’al-Qabīṣī ou comment intégrer le calcul du diamètre des planètes à l’édifice de l’astronomie mathématique dont l’ <i>Almageste</i> est le pilier	474

Que la reformulation par al-Bīrūnī de la méthode de Ptolémée est une proposition d'ordre théorique en vue de légitimer des opérations arithmétiques sur des grandeurs	479
Exploration mathématique d'une proposition d'al-Bīrūnī consistant à prendre en compte la corporéité des astres dans le calcul de leurs distances : sur les difficultés mathématiques inhérentes à sa mise en œuvre et sur son efficacité pour compenser une faiblesse de l'argumentation de Ptolémée	486
Le calcul du diamètre réel des planètes : un aperçu de pratiques mathématiques hétérodoxes en astronomie ...	500
BIBLIOGRAPHIE	503
INDEX DES NOMS	532
INDEX DES OUVRAGES CITÉS	540
TABLE DES MATIÈRES	548