Publications of the Institute
for the History of Arabic-Islamic Science

Islamic Mathematics
and
Astronomy
Volume 68

Publications of the
Institute for the History of
Arabic-Islamic Science

Edited by
Fuat Sezgin

ISLAMIC MATHEMATICS AND ASTRONOMY

Volume
68

al-Farghānī
Aḥmad ibn Muḥammad ibn Kathīr
(fl. c. 235/850)
and
al-Battānī
Muḥammad ibn Jābir ibn Sinān
(d. 317/929)

Texts and Studies
Collected and Reprinted

1998

Institute for the History of Arabic-Islamic Science
at the Johann Wolfgang Goethe University
Frankfurt am Main

ISLAMIC MATHEMATICS AND ASTRONOMY

Volume
68

AL-FARGHĀNĪ
AḤMAD IBN MUḤAMMAD IBN KATHĪR
(fl. c. 235/850)
and
AL-BATTĀNĪ
MUḤAMMAD IBN JĀBIR IBN SINĀN
(d. 317/929)

TEXTS AND STUDIES

Collected and reprinted
by
Fuat Sezgin

in collaboration with
Mazen Amawi, Carl Ehrig-Eggert,
Eckhard Neubauer

1998

Institute for the History of Arabic-Islamic Science
at the Johann Wolfgang Goethe University
Frankfurt am Main

100 copies printed

Beethovenstrasse 32, D-60325 Frankfurt am Main
Federal Republic of Germany

Printed in Germany by
Strauss Offsetdruck, D-69509 Mörlenbach

TABLE OF CONTENTS

IV. Emendationes ac Notæ in vetuſtas *Albatênii* Obſervationes Aſtronomicas, cum reſtitutione Tabularum Luniſolarium ejuſdem Authoris. Per *Edm. Halley*, S. R. S.

CUM inter Monumenta Veterum nihil uſpiam reperiatur Obſervationum Aſtronomicarum niſi apud Claudium Ptolemæum, *cumque etiam nullas alias in Syntaxi ſua tradiderit, præter eas quæ Theoriis ſuis comprobandis uſui erant, cæteras vero permultas ſine dubio à* Timocharide, Hipparcho *aliiſque poſteritati conſignatas, inſigni Scientiæ detrimento ſuppreſſerit; haud abs re fore videtur,* Albatenii *ſive ElBatêni (ut Arabice ſonat) medio præciſe loco inter nos ac* Ptolemæum *florentis, ac* Ptolemæi *Sphalmata primum corrigere auſi, Cæleſtia Obſervata in lucem promere, atque à traductoris vel Typographi vel utriuſque mendis quâ potui diligentiâ liberare.*

Author iſte ſane pro ſuo ſæculo admirandi acuminis, ac in adminiſtrandis obſervationibus exercitatiſſimus, ut apparet ex eo quod Solis motum, captis Æquinoctiorum momentis, penitus reſtauraſſe videretur, ſi longius Ptolemæi *veſtigiis abcedens, Eccentricitatem Solis biſecandam eſſe vidiſſit. Liber quem patrio ſermone conſcripſit ſaltem apud nos non reperitur; ante aliquot ſæcula vero ex Arabico in Latinum tranſtulit quidam* Plato Tiburtinus *neque Linguarum ſatis ſciens, neque Aſtronomicâ diſciplinâ inſtructus, ut ex ipſo opere conſpicuum eſt. Hujus autem traductionis binas vidi editiones, alteram* Noribergæ *Anno* 1537. *alteram* Bononiæ *Anno* 1645. *ſed ex priori omnino deſumptam, cum etiam errata omnia Typographica prioris conſervet, licet Bibliothecæ Vaticanæ exemplar prætendatur. Utcunque ſit, utraque Editio crebris ſcatet mendis, præſertim quoad Numeros, atque utraque Tabulis Aſtronomicis Authoris, quarum paſſim ſit mentio, mutilatur.*

* *Alba-*

Albatenius *autem in Luna & Planetis Ptolemaicis Hypothesibus emendandis frustraneam operam insumit; cumque veriora scientiæ Syderalis principia jam nacti simus, cætera quidem ejus haud usque adeo necessaria sunt; Observationes vero ejus quas solas habemus, per tot sæcula inter* Ptolemæum *&* Regiomontanum *lapsa, jure conservari atq; inter pretiosissima Uraniæ* κειμήλια *reponi merentur. Præsertim cum usus eximios præbeant in demonstrandâ Temporis Annui inæqualitate; uti alia occasione probare satago.*

Floruit Albatenius *circa Annum Christi* 890. *vigente jam Imperio* Saracenico; *creditur Vir Nobilis, à quibusdam etiam patriæ suæ Princeps: Utcunque fuerit constat illum* Syriæ *incolam per plures annos* Antiochiæ *vel* Arractæ *vitam egisse: Tabulasque Astronomicas Observationibus propriis fretas ad Meridianum* Arractæ *construxisse. Urbs autem ista propriè dicebatur* Alracca *vel* Alrecca, *tempore* Albulfedæ *desolata, olim autem magna & celebris fuit, juxta* Euphratem *sita, ad latus Orientale & Boreale:* Albulfeda in descr. Mesopotamiæ. *Consentiuntque omnes Geographi Arabes ad ripam* Euphratis *positam fuisse, sub Latitudine* 36 *gr. quantam ei assignat ipse* Albatenius *Cap. IV. Videturque Urbs ista à* Persis *condita ad tutandam ripam* Persicam *quo tempore* Romana *potestas mole suâ ruens in occasum vergeret.* Antiochiæ *vero* Syriæ *ad* Orontem *situs satis notus est, cum etiam hodie urbs inclyta sit.*

His in urbibus observationes suas instituit Albatenius, *quas cum malè descripserit qui librum ejus Latinitate fere barbarâ donavit, neque numeros, quod maxime oportuit, curaverit, hortatu R. Societatis non potui hanc emendationem non suscipere, simulque Tabulas Astronomicas Authoris quæ Solem Lunamque spectant, quæque periisse videbantur, quantum fieri possit, redintegrare. Observationes autem sic se habent.*

Primum refert se observasse distantiam Tropicorum prægrandi instrumento ac omni adhibitâ curâ 47 *gr.* 10 *min.* scil. *Solis æstivi à Zenith minimam distantiam* 12°. 26′. *Hiberni vero maximam* 59 *gr.* 36′. *unde etiam elicitur*

Latitudo

Latitudo Urbis Aractæ 36 *gr.* 1 *min. Maxima vero declinatio Solis sive Zodiaci obliquitas sit* 23 *gr.* 35′, *quam tamen, sine ullo examine, immutatam supposuere Astronomi omnes hoc nostro seniores, qualem* Ptolemæus *ab* Hipparcho *receperat, nempe* 23 *gr.* 51 *min.* 20 *sec. Cap.* IV. *Deinceps.*

Anno 1194 *Dhilcarnajin sive Anno* 1206 *ab obitu* Alexandri, *hoc est, Anno post Christum natum* 882, *die* 19*no Mensis* Elul *sive* Septembris, 4 h. 45′ *ante Solis exortum, in* Arracta *observabatur Æquinoctium Autumnale. Hoc est* Septemb. 18° 13 h. 15′ P.M. *Factaq; collatione cum observatione* Ptolomæi *Anno tertio* Antonini *habita, hoc est Anno Christi* 139 Sept. 26. *horâ unâ post ortum Solis, sive* Sept. 25° 19 h. Alexandriæ, *ex intervallo* 743 *Annorum, colligitur spatium Annuum sive quo Sol ad æquinoctia revolvebatur.* 365 *dierum* 5 h. 46′ 24″, *motumq: ejus in Anno communi* 11 s. 29° 45′ 46″ 25‴ ½, *aliquantum justo celeriorem. Quod quidem evenit ex eo quod* Prolomæum, *arte ac industriâ ne dicam fide* Hipparcho *longe inferiorem, hoc in negotio prætulerit; cum scilicet jam pro comperto habeamus* Ptolemæi *æquinoctia nullo modo cum aliorum observationibus conciliari posse, ut potius ficta quam cœlitus deprompta credere liceat. Hæc Cap.* XXVII. *traduntur.*

Deinde Cap. XXVIII. *refert* Albatenius *Æquinoctiorum intervalla, qualia multo labore ac diligentiâ ipse plurium annorum repetito experimento determinaverat. Scil. ab æquinoctio Autumnali ad Vernale intercedere* 178 *dies* 14 h. 30′, *a Vernali vero ad Autumnale æquinoctium* 186 *dies* 14 h. 45′, *cui etiam plus fidei adhibet Author. Eademq; curâ Solis in quadrante vernali moram, sive a principio Arietis ad Solstitium æstivale, definivit* 93 *dierum ac* 14 *horarum. Ex quibus datis, calculo debite instituto, totam Solis Eccentricitatem* 2° 4′¾ *statuit, qualium Radius Eccentrici est* 60 : *vel* 3465 *qualium radius est* 100000. *Apogæon vero Solis tunc temporis, viz. Anno* Christi 882, *Gemi-*

Geminorum 22 gr. 17' *tenuisse similiter demonstratur; idq; mobile, una cum stellis fixis, singulis 66 annis Julianis gradum unum conficere docetur,* Cap. XXXIII. *ac* LI. *unde provenit motus ejus annuus* 54'' 33'''

His positis principiis numeros Albatenii *qui Solis motum spectant haud difficulter restaurare possumus. Ac inito calculo proveniunt Radices motuum, ineuntibus Annis Christi, sub Meridiano Arractensi.*

Anno Christi	*Apog* ☉				*Med. motus* ☉			
	s	°	'	''	s	°	'	''
881	2	22	16	5	9	14	24	42
882	2	22	17	0	9	14	10	28
883	2	22	17	55	9	13	56	14
891	2	22	25	12	9	14	0	42
901	2	22	34	19	9	14	35	52

Logarithmus autem pro æquatione Solis 9.969888.

Ut autem corrigantur Librorum impressorum graviora errata sensumq; turbantia, præsertim in Numeris ubi de Solis motu argumentatur, utramq; Editionem sic emenda.

Edit. Bonon		*Edit. Norib.*			
pag.	*lin.*	*pag.*	*lin.*	*pro.*	*lege.*
66	15			20 *dies.*	70 *dies.*
	21	27 b	7	300.	300 *annos.*
	28		13	*Tamenith.*	*Phamenoth.*
	31		15	36 *modo.*	463.
	31		16	*Mufræ.*	*Mesori.*
67	5		25	60 *annos.*	600 *annos.*
	11		31	186.	286.
68	7	28 a	18	31 *quart.*	32 *quart.*
	19		28	55 *quint.*	53 *quint.*
69	18	28 b	11	14 *horis.*	14 *hor.* 45'
70	19		31	*PKLM.*	*PKLMT.*

Edit.

Edit. Bonon		Edit. Norib			
pag.	*lin.*	*pag.*	*lin.*	*pro.*	*lege.*
70	25	28 b	37	80.	180.
	31		42	6 *secund.*	10 *secund.*
	32			59 *min.*	58 *min.*
71	12	29 a	23	59 *sec.*	29 *sec.*
	17		30	58 *min.*	50 *min.*
201	*ult.*	79 b	38	2 *gr.* 22 *min.*	5 *gr.* 55 *min.*
202	11	80 a	6	20 *min.*	50 *min.*

Ex hoc specimine conjectare licet quali castigatione indigeat liber iste, cum tam paucis paginis etiam numeri toties vitiati reperiantur : ut taceam verborum ac literarum errata ut leviora.

Præcipuas vero Observationes suas tradit Cap. XXX. *quatuor scilicet Eclipses, duas Solares totidemq; Lunæ.*

Primæ Solaris medium observatum est Arractæ *Anno* 1202 Dhilcarnajin *sive ab obitu* Alexandri 1214, *hoc est, Anno* Christi 891, *die octavo Mensis* Ab *sive* Augusti, *horâ unâ temporali post Meridiem ; hoc est (occidente Sole horâ 6 h. 45′)* 1 *h.* 7′$\frac{1}{2}$ P.M. *ac tum defecit in Sole plus duabus tertiis vel octo digitis. Tempore autem veræ Conjunctionis, quam medium Eclipsis octavâ horæ parte præcessisse computat, sive* 1 *h.* P. M. *æquate vero* 1 *h.* 4′ *juxta* Albatenii *Tabulas motus supputati sic se habebant.*

	s.	°				
Solis Locus medius	♌	20	54			
Solis Locus verus	♌	19	14			
Lunæ motus medius	♌	17	6	*pro*	17	50
Anomalia Lunæ correcta	11	3	7	*pro*	2	57
Argumentum Latitudinis medium	5	24	43			
Argumentum Latitudinis verum	5	26	51	*pro*	26	11
Ideoq; tempore medii Eclipsis	5	26	55	*pro*	27	11
Unde Latitudo ☽ vera Septentrionalis	0	0	16			

Eee *Con-*

Concluditque numeros Ptolemæi *integrâ horâ citius quam observatum est, hanc Eclipsin repræsentare.*

Alterius Solis Eclipsis medium Antiochiæ *visum est, Anno* Dhilcarnajin 1212 (*pro* 1205) *sive Anno à morte* Alexandri 1224 (*pro* 1554) *hoc est, Anno Christi* 901, *die* 23° *Mensis* Canun (*non* Huni) *secundi, sive* Januarii, 8h. 20′ *A. M. vel* Januarii 22°. 20h. 20′. Arractæ *vero* 20h. 32′. *Ac quantitas deficiens parum excedebat centrum Solis sive sex digitos. Mediumque Eclipsis* 50 *minutis* (*non horæ dimidio, ut habent libri impressi, pro dimidio ac tertio*) *veram conjunctionem præcedere debuit, quam proinde fuisse constat* 21h. 22′. Arractæ: *Tempore vero æquato* 21h. 37′. *quo Motûs ex Tabulis Authoris sic inveniuntur.*

	s	°	′		s	°	′
Locus Solis medius	=	7	9				
Locus Solis verus	=	8	35				
Lunæ motus medius	=	12	49				
Anomalia Lunæ correcta	4	6	35	*pro*	5	6	55
Argumentum Latitudinis medium	5	23	25	*pro*	5	23	55
Argument. Lat. verum	5	19	11	*pro*	5	19	41
Ideoque tempore medii Eclipsis	5	18	45				
Unde vera Latitudo Lunæ Borea		0	59				

Secundum Ptolemæi *vero numeros hanc Eclipsin totis duabus horis tardius contingere debuisse affirmat.*

Ex Eclipsibus Lunaribus prima observata est Anno 1194 Dhilcarnajin, *vel* 1206 *à Morte* Alexandri, *sive Anno Christi* 883. *die* 23° *mensis* Tamuz (*pro* 53 Temur *vel* Zemur) *vel* Julii. *Mediumque in* Arracta *apparuit* 8 *horas & aliquid amplius Post Meridiem; pone* 8 *h.* 5 *min. id est, æquate* 8 *h.* 9 *min. Defectusque parum ultra decimum digitum attigit. At juxta Numeros Authoris tenuere tunc temporis.*

Sol

	s	°	′		°	′
Sol medio motu suo	♌	5	21	*pro*	5	51
Locus ejus verus	♌	4	1	*pro*	4	5
Luna autem medio motu	♒	8	45			
Anomalia Lunæ media	3	23	8	*pro*	93	0
Anomalia autem correcta sive æquata	3	24	10	*pro*	94	10
Argumentum Latitudinis medium	6	10	49			
Argument. Latitudinis verum	6	6	5			
Unde Latitudo ☽ Austrina		0	32			

Error autem Ptolemæi *in hac Eclipsi, est trium horæ quadrantium, quibus Medium citius observato ex numeris ejus supputatur.*

Secunda vero Lunarium erat Anno 1212 Dhilcarnajin, *vel* 1224 *à morte* Alexandri, *Annove* Christi 901, *die secundo Mensis* Ab *sive* Augusti; *& Observabatur Medium* Antiochiæ $15^h. 20'$. *P. M. id est,* Arractæ $15^h. 35'$ *fere, æquate vero* $15^h. 39'$. *Ac Luna fere tota deficere visa est. Tunc temporis Elementa calculi juxta* Albatenium *colliguntur.*

	s	°	′		°	′
Solis Locus medius	♌	16	10			
Solis Locus verus	♌	14	36			
Lunæ Locus medius	♒	19	24	*pro*	19	54
Anomalia Lunæ media	3	20	7			
Anomalia Lunæ æquata	3	21	5	*pro*	91	5
Argumentum Latitudinis medium	6	10	10	*pro*	109	10
Argument. Latit. verum	6	5	21	*pro*	185	51
Unde Latitudo Lunæ Austrina	0	0	28			

Ptolemæi *vero numeri hanc Eclipsin* 50 *fere minutis citius quam observatum est promittunt.*

Vides ex his numeris, quasi tot errores quot veros reperiri, ideoq; haud levi studio emendandos fuisse: ne tamen correctionis nomine temere eos immutasse videar, Radices mediorum motuum Lunæ, Apogæi & Nodi, quales ipse Albatenius *in his* *computationibus suppofuit, adjungere placuit, ut cuilibet experiri liceat qua fide hæc observata tractavimus. Radices autem five Epochæ Lunarium motuum ab Æquinoctio, ineuntibus Annis Christi sub Meridiano* Arractensi *sic proveniunt.*

Annis Christi.	*Mot. Med.* ☽			*Apog.* ☽			*Nodus Asc.* ☽		
	S	°	′	S	°	′	S	°	′
881	7	27	29	3	01	33	5	17	25
882	0	6	53	4	12	12 ½	4	28	5
883	4	16	16	5	22	52 ½	4	8	45
891	3	27	42	4	18	25	11	4	1
901	0	11	4	6	5	23	4	20	36

Multas etiam alias Eclipses Lunares se observasse testatur Author, quas cum Tabulis suis congruentes invenit.; adhibitâ maximâ in Syzygiis æquatione 5. gr. 1 min. qualem eam statuit Ptolemæus, *ac qualem etiam hoc nostro sæculo Cœlo conformem experimur.*

Stellarum autem fixarum Loca duo tantum reperiuntur, ab hoc Authore ad suum seculum verificata; ad annum scil. Dhilcarnajin 1191 *five Annum* Christi 880: *Invenit autem* Cor Leonis *tunc temporis occupare gradum* 14°. 0′. Leonis; Boream *vero* frontis Scorpii ♏ 17°. 20′. *seu potius* 17°. 50′. *Aliter non constabit intervallum* 11°. 50′. *inter loca, ante* 783 *annos iisdem à* Ptolemæo *tributa, & à seipso observata, unde etiam statuitur Stellas fixas singulis* 66 *annis gradum unum progredi, atq; una Solis* Apogæon. *Quod si revera scripserit Locum hujus Stellæ* ♏ 17. 20. *ut habetur in libris impressis, majorem certe his observationibus fidem postulat, cum differentia locorum* Cordis ♌ & Boreæ frontis ♏, *certissimis nostris observandi Methodis* 93°. 20′. *proveniat, ubi* Ptolemæi *Catalogus dimidio gradu abundat.* Albatênii *Cap.* LI.

8 *Optassem*

Optassem quidem in aliqua ex instructissimis Europæ *Bibliothecis* Albatênii *exemplar* Arabicum *reperiri posse, unde has nostras emendationes comprobare liceret; ac Linguam istam callentes exoratos velim, at hæc pauca, saltem quæ observationes spectant, cum MSS conferre ac nobiscum communicare non grave ducant. Non quod verear me errare posse in deducendis his numeris, fidissimis Astronomiæ principiis fretus; sed quia Doctis quamplurimis, quibus fortasse Argumentum de immutato Tempore annuo non displicebit, harum emendationum ratio minime patebit, nisi hujus Scientiæ principiis imbuantur. Hic vero obiter notare licet Æram* Dhilcarnajin *à plurimis Chronologistis pro Æra Mortis* Alexandri *assumi, nominis ratione redditâ, quod* Alexander *vocaretur* Bicornis, *quasi in Orientem ac Occidentem utrinque propagato Imperio. Æra autem nostra duodecim annis Morte* Alexandri *posterior est; unde liquet, non ad eum sed ad ejus successores Vocabulum istud referri.* Dhilcarnajin *autem proprie dicitur* Bicornis, *unde conjectura est hanc Æram inchoasse à bipartito Orientis Imperio inter* Antigonum & Ptolemæum, *quod sub* Persis *ac* Alexandro *diu indivisum manserat. Vel fortasse ab initio Regni* Seleuci Nicatoris *dicti, cujus Statuæ* Bicornes *fingebantur teste* Appiano. *Idemque in* Numismatis *ejus etiamnum conspicitur. Cornu autem passim pro Gloriâ ac Majestate etiam apud Sacras Literas reperitur. Incepere vero Anni hujus Æræ à Mense* Elul *sive Calendis* Septembribus Julianis, *cæterique Menses* Julianis *utrique pares, ut ex his etiam observationibus constat.*

HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE

DU MOYEN AGE;

PAR M. DELAMBRE,

Chevalier de Saint-Michel et de la Légion-d'Honneur, Secrétaire perpétuel de l'Académie royale des Sciences pour les Mathématiques, Professeur d'Astronomie au Collége royal de France, Membre du Bureau des Longitudes, des Sociétés royales de Londres, d'Upsal et de Copenhague, des Académies de Saint-Pétersbourg, de Berlin, de Suède et de Philadelphie, etc., etc.

PARIS,

M^me V^e COURCIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE POUR LES SCIENCES.

1819.

CHAPITRE II.

Albategnius.

Nous commencerons nos extraits par celui du livre d'Albategnius; parce que cet ouvrage est à la fois le plus substanciel et celui dont la date est le mieux assurée.

L'édition que je suis porte pour titre : *Mahometis Albatenii de Scientia Stellarum liber cum aliquot additionibus Joannis Regiomontani ex Bibliothecâ Vaticanâ transcriptus.* Lalande, à qui cet exemplaire appartenait, a ajouté de sa main *Bononiæ*, 1645; on lit ensuite

Liber Mahometi filii Geber, filii Crueni, qui vocatur Albategni in *numeris stellarum et* in *locis motuum earum experimenti ratione conceptorum.* Au lieu de *in*, on aurait dû mettre *de*, comme au frontispice; mais nous trouverons partout cet usage de la proposition *in*.

Ce prince arabe vivait vers l'an 880 de notre ère; c'est en 879 qu'il s'occupait de déterminer les positions des étoiles à Aracte (ou Racah), dont la latitude est de 36° et la longitude 10°, ou 0^h 40′ à l'orient d'Alexandrie. Après avoir étudié la Syntaxe de Ptolémée, et s'être mis bien au fait des méthodes des Grecs, il crut reconnaître plusieurs erreurs dans la position des étoiles, soit qu'elles eussent été mal déterminées dans le principe, soit que le mouvement de précession, mal connu, eût fait perdre quelque chose de sa précision au catalogue de Ptolémée, soit enfin que l'erreur vînt originairement de la hauteur mal déterminée du cercle équinoxial. Quoi qu'il en pût être, Albategni sentit la nécessité d'ajouter aux observations de Ptolémée, comme Ptolémée lui-même avait ajouté aux observations d'Abrachis (Hipparque); car il n'est pas donné à l'homme d'atteindre à la perfection. Tels sont les motifs qui ont engagé Albategni à composer son livre. C'est là ce qu'on entrevoit dans le latin barbare de Plato Tiburtinus, à qui nous avons l'obligation de ce livre précieux, dont l'original n'existe plus, à moins qu'il ne se trouve à la Bibliothèque de l'Escurial (on croit qu'il en existe encore un exemplaire à la Bibliothèque Ambrosienne de Milan). Dans une préface dont on vient de lire l'extrait, il est parlé de la longueur de l'année et de l'*hictisal* (conjonction) des luminaires qui est connu par le tems des éclipses; ajoutons qu'Albategni promet de suivre les traces de Ptolémée, et qu'il divise comme lui le cercle en 360°, parce que ce nombre diffère peu de celui des jours de l'année. Il partage le cercle en 12^s, auxquels il conserve leurs anciens noms, quoique les constellations qui les occupaient autrefois s'en soient éloignées par le laps de tems. Le degré se divise en minutes, la minute en secondes, en tierces et ainsi de suite, jusque aux dixièmes et ordres suivans *in decenas et sequentes*.

Albategni donne ensuite des préceptes et des Tables pour connaître l'ordre des fractions sexagésimales qui résulte de la multiplication ou de la division d'un nombre sexagésimal par un nombre sexagésimal d'un ordre quelconque.

A l'exemple de Ptolémée, il divise le diamètre en 120 parties, le rayon en 60^p. Il détermine la corde de 120°, la corde du supplément d'un arc quelconque dont la corde est déjà connue; les cordes de 90°, de 36 et de 72°. Si l'on a les cordes de deux arcs, on aura aussi celles de leur somme et de leur différence. Si l'on connaît la corde d'un arc, on aura aussi celle de sa moitié; si les arcs sont petits, leurs cordes seront entre elles à très peu près comme les arcs. Tous ces théorèmes sont empruntés de Ptolémée.

Regiomontanus ajoute ici une démonstration fort simple et cependant assez obscure par la rédaction, du moyen qui sert à trouver la corde de la moitié de l'arc.

Soit donnée (fig. 1) la corde AB de l'arc ACB; on demande la corde de sa moitié AC. Menez le diamètre ATG, le diamètre CTE et la corde $GFH = AB$. Vous aurez $\overline{BG}^2 = \overline{AG}^2 - \overline{AB}^2 = \overline{DF}^2$; vous aurez donc $DF =$ corde de $180° - ACB$, puis $DT = \frac{1}{2} DF$, puis $CD = TC - TD$; enfin $\overline{AC}^2 = \overline{AD}^2 + \overline{CD}^2$.

Il serait bien plus simple de dire corde $AC = 2 \sin \frac{1}{2} AC$; .... $CD = AB \sin \frac{1}{2} CB = 2 \sin \frac{1}{2} AC \sin \frac{1}{2} AC = 2 \sin^2 \frac{1}{2} AC$, et $AD = AC \cos \frac{1}{2} BC$, et $\sin AC = 2 \sin \frac{1}{2} AC \cos \frac{1}{2} AC$, $TD = \cos AC = \text{rayon} - 2 \sin^2 \frac{1}{2} AC$.

Jusqu'ici Albategni n'a fait que copier Ptolémée en l'abrégeant; mais ce qui suit est un changement bien remarquable et bien important.

« Le diamètre EC qui divise en deux arcs égaux l'arc AB, divise pa-
» reillement la corde AB en deux parties égales AD et DB, qui sont les
» moitiés de la corde de l'arc double AB. Or la corde est au demi-
» diamètre, comme la demi-corde est au rayon. Ainsi, quand on a
» un arc AC, au lieu de le doubler pour en chercher la corde AB, on

» peut s'en tenir à l'arc simple AC, et considérer la demi-corde AD ou
» DB qui sont de part et d'autre du diamètre. C'est de ces demi-cordes que
» nous entendons nous servir dans nos calculs, où il est bien inutile de
» doubler les arcs. Ptolémée ne se servait des cordes entières que pour
» la facilité des démonstrations; mais *nous*, nous avons pris ces moitiés
» des cordes des arcs doubles dans toute l'étendue du quart de cercle,
» et nous avons écrit ces demi-cordes directement à côté de chacun des
» arcs, depuis 0° jusqu'à 90°, de demi-degré en demi-degré; ainsi la
» moitié de la corde de 60° se trouve vis-à-vis l'arc de 30°; la moitié
» de la corde de 120° vis-à-vis l'arc de 60°, et la moitié de la corde de
» 180° ou le rayon, vis-à-vis l'arc de 90°, et ainsi des autres; en sorte
» que quand nous parlerons de corde dans tout ce traité, il faudra en-
» tendre la demi-corde de l'arc double, à moins que le contraire ne soit
» expressément déclaré; et nous faisons cette remarque une fois pour
» toutes. »

Ainsi Albategni paraît être l'auteur de cette substitution importante et si naturelle, que nous avons eu lieu de nous étonner plusieurs fois, en lisant Ptolémée, qu'une idée si simple lui eût échappé, à lui sur-tout, qui, dans son Analemme, substitue partout ces demi-cordes aux cordes entières, ou, plus exactement, qui ne fait jamais usage que de ces demi-cordes. Il est vrai que c'est pour une opération graphique, mais le principe est le même, la remarque était faite; il s'agissait de l'introduire dans le calcul numérique; la table des cordes était calculée; il n'y avait qu'à prendre les moitiés de toutes les cordes, et l'on avait la table des sinus; c'est ainsi qu'on a nommé ces demi-cordes. Des auteurs qui n'avaient aucune connaissance de l'arabe, ont donné à ce mot *sinus* une origine plus spécieuse que véritable. La corde, en latin, s'appelle *inscripta;* sa moitié, *semis inscriptæ*, ou *s. ins.* par abréviation, et plus simplement encore *sins*, et enfin *sinus*, pour rendre l'abréviation déclinable. D'autres ont donné des étymologies qui paraissent moins naturelles et ne sont pas plus sûres. Le mot arabe est *gib* ou *dgib*, qui signifie un pli, c'est la corde pliée en deux. Le pli d'une robe, en latin, se dit *sinus*.

Nodo que sinus collecta fluentes. VIRG.

Les traducteurs latins des Arabes ont remplacé *gib* par le mot sinus, adopté depuis par tous les astronomes et par tous les géomètres.

Albategni se met ici en opposition avec Ptolémée.

Ptolémée se servait des cordes entières, mais nous en avons pris les moitiés.

Ici devait se trouver la table des *sinus;* l'éditeur la supprime parce qu'elle se trouve dans les ouvrages de Régiomontan, Rhéticus, Finkius, Maginus, Lansberg, Pitiscus, Schooten, Cavalleri, et autres; mais tous ces auteurs, à l'exception de Regiomontanus, donnent les sinus en parties du rayon, au lieu qu'Albategni, copiant Ptolémée, avait formé sa table en divisant tous les nombres par 2; mais si on la veut en sexagésimales, on la trouvera étendue à toutes les minutes, du quart de cercle, dans Régiomontan et dans la *Métrique astronomique* de Bressius. Paris, 1581. La 1ere édition d'Albategni était de 1537.

L'auteur expose ensuite assez longuement la manière de trouver les sinus des arcs qui ont des minutes et des secondes, en outre du degré ou demi-degré, et ensuite celle de trouver l'arc auquel appartient exactement un sinus donné.

Pour trouver le sinus verse, qu'il appelle corde verse, il dit : Retranchez l'arc donné de 90° ou prenez-en le complément à 90°; prenez le sinus du reste, ainsi qu'il est dit ci-dessus; retranchez ce sinus de $60^p\,0'\,0''$ ou du rayon, le reste sera le sinus verse.

Si l'arc donné surpasse 90° retranchez 90°; cherchez le sinus du reste, et ajoutez-y $60^p0'0''$, vous aurez le sinus verse de l'arc plus grand que 90°. Il ajoute les préceptes pour trouver l'arc auquel appartient un sinus verse. Ayant les sinus on peut avoir les cordes.

Ici Regiomontanus prouve dans une note, que, $\sin^2 A = \sin 30° \sin \text{verse} 2A = \frac{1}{2}\, 2\sin^2 A = \sin^2 A$.

Le chapitre IV, qui vient immédiatement après, est encore fort intéressant. On y voit une détermination de l'obliquité de l'écliptique, mais détaillée et complète, telle qu'on n'en trouve aucune dans Ptolémée, ni dans aucun auteur ancien dont les ouvrages nous soient parvenus. Voici le passage :

« Ptolémée, dans son livre, en citant Hipparque, insinue que l'intervalle entre les tropiques est de 47° 42′ 40″; mais *nous,* avec une alidade et un côté, tel qu'il est décrit dans l'Almageste (la Syntaxe), c'est-à-dire par les règles parallactiques, après avoir exécuté une division la plus parfaite qu'il nous a été possible, et avoir vérifié l'instrument, nous avons observé la plus petite distance au *zénit de la tête* (point vertical) de 12° 26′, et la plus grande de 59° 36′; d'où résulte que l'arc entre les tropiques est de 47° 10′, que l'obliquité n'est que de 23° 35′, et la hauteur du pôle à Aracte de 36°. »

Lalande ajoute 44″ pour la réfraction, et retranche 3″ pour la parallaxe, ce qui lui donne 23° 35′ 41″ pour l'obliquité, en 879. La correction est juste; mais les observations ont-elles cette précision ? Il parait que l'alidade d'Albategni donnait les minutes au moins par estime. Nous voyons d'une part 26′, et de l'autre 36′; ce dernier nombre pourrait indiquer une division en dix parties, l'observation aurait donné 59°,6 ; mais $12° 26' = 12° 24' + 2' = 12° \frac{4}{10} + \frac{1}{30}$; les 2′ ou le tiers d'un espace de 6′ serait la fraction estimée.

On peut aussi supposer l'instrument divisé de 2 en 2′, et alors on aurait lu sans rien estimer. Nous aurions moins d'incertitude si Albategni eût donné la longueur précise de son alidade et la division de son arc. De cette observation, comparée à celles que nous avons faites en 1800, nous déduirons une diminution de $\frac{7' 45''}{921}$ ou de $\frac{465''}{921} = 0'',505$ par année.

Voilà donc la plus curieuse des observations anciennes, et la plus sûre sans contredit; et cependant on ne peut pas dire qu'elle soit exacte à la minute. Albategni lui-même ne le croyait pas. En effet, la hauteur du pôle devait être, selon lui, de $\frac{12° 26' + 59° 36'}{2} = \frac{72° 2'}{2} = 36° 1'$; et il la conclut de 36° seulement.

Cette observation donne lieu à la réflexion suivante : voilà Albategni qui se sert, pour l'obliquité de l'écliptique, de l'instrument imaginé par Ptolémée pour les parallaxes. Comment Ptolémée, qui n'a imaginé, nous dit-il, ses règles parallactiques que pour avoir un rayon beaucoup plus grand et une division du degré plus étendue que par tous les instrumens en usage à Alexandrie, n'a-t-il pas employé cet instrument pour mesurer les hauteurs solstitiales du Soleil, comme il a fait pour la Lune dans ses deux limites ? comment n'a-t-il pas profité d'un instrument nouveau et plus parfait, pour vérifier les deux points fondamentaux de l'Astronomie ? comment, avec cet instrument, a-t-il fait d'aussi mauvaises observations de parallaxe ? comment ne voit-on pas une autre mention de cet instrument, ni de ses usages ? Ne serait-ce pas que cet instrument n'a jamais existé à Alexandrie, et qu'il en est des règles parallactiques comme du quart de cercle sur une brique, avec lequel il prétend avoir observé les distances solstitiales, et mesuré un degré, sans entrer dans aucune autre explication. J'avoue que je ne vois dans Ptolémée qu'un théoricien, un calculateur, et bien rarement ou jamais, un observateur; enfin, un calculateur qui suppose des observations pour se procurer les données de ses calculs.

Pour calculer en tout tems la déclinaison du Soleil, Albategni donna la règle $\sin D = \sin \omega \sin \odot$, qui est identique à celle de Ptolémée, et celle dont nous nous servons encore.

Pour l'ascension droite, son précepte est encore celui de Ptolémée, en y substituant les sinus aux cordes, $\frac{\cos \omega \sin \odot}{\cos \odot} = \frac{\sin A}{\cos A}$ et $\sin A = \frac{\cos \omega \sin \omega \sin \odot \cos A}{\sin \alpha \cos \odot} = \frac{\cos \omega \sin D}{\sin \omega \cos D} = \cot \omega \operatorname{tang} D$. On peut arriver à la règle d'Albategni par notre formule $\operatorname{tang} A = \cos \omega \operatorname{tang} \odot$, ou par la formule $\operatorname{tang} D = \sin A \operatorname{tang} \omega$. Albategni donne sa règle sans démonstration; il ne fait, en cet endroit, aucun usage des tangentes dont il parlera plus loin, et dont il ne sentait pas encore toute l'utilité. Il a cette ressemblance avec Ptolémée, qui n'a pas senti de quelle commodité seraient pour les calculs les sinus et sinus verses dont il se sert uniquement dans son Analemme.

Il parle ensuite de la sphère droite; il avoue qu'aucun voyageur n'a pénétré jusqu'à l'équateur; il cite seulement les régions Sanahaban et Algiemen, qui en sont très voisines. Il traite des climats de jours et de mois, et des différentes obliquités de la sphère, en termes très obscurs, peut-être par la faute du traducteur; on n'y entrevoit rien qui ne soit ailleurs exposé beaucoup plus clairement.

Viennent ensuite des détails assez longs et presque inintelligibles sur la position et l'étendue des mers, et sur leurs îles; les distances y sont données en milles. Nous n'en citerons que cette ligne : *le degré est de* 85 *des milles dont ont vient de parler, c'est à peu près le chemin de deux jours.* S'il n'y a faute d'impression, ces milles diffèrent étrangement de ceux des astronomes d'Almamoun.

Les longitudes ont été déterminées par les tems des éclipses de Lune, et les latitudes par les hauteurs méridiennes du Soleil. Il parle enfin d'un traité de Géographie, dans lequel, à l'imitation de Ptolémée, il a marqué les positions moyennes de quatre-vingt-quatorze régions.

Il passe aux amplitudes, et voici son précepte : Prenez l'excès du plus long jour sur 12^h, vous en tirerez la moitié que vous multiplierez par 15, pour la convertir en degrés; vous y ajouterez $90°$, ce sera l'arc semi-diurne du jour le plus long; vous la retrancherez de $90°$ pour avoir l'arc semi-diurne le plus court. Soit P cet arc semi-diurne, grand ou petit, $\cos \omega \sin P = \cos$ amplitude solstitiale. Au lieu de ω mettez une déclinaison quelconque, avec l'arc semi-diurne qui lui convient, vous aurez l'amplitude. Il ne dit pas comment on aura l'arc semi-diurne qui convient à la déclinaison.

Si vous connaissez la latitude H, vous aurez sin amplitude $=\frac{\sin D}{\cos H}$. Ces règles sont encore les nôtres ; il ne les démontre pas.

Pour trouver la latitude par le plus long jour, vous ferez comme ci-dessus, $\cos\omega \sin P = \cos$ amplitude, et $\frac{\cos\omega}{\sin \text{amplitude}} = \cos H$.

Pour trouver le plus long jour par la hauteur du pôle, il fait comme les Grecs $\cos P = \frac{\sin\omega}{\cos\omega}\cdot\frac{\sin H}{\cos H} = \tang\omega \tang H$; mais il n'emploie pas encore les tangentes.

Pour avoir la longueur de l'ombre ; soit ν la hauteur du gnomon, h la hauteur du Soleil ; ombre $=\left(\frac{\cos h}{\sin h}\right)\nu = \nu \cot h = \nu \tang N$; on supposait $\nu = 12$ parties ; on aurait pu de même choisir tout autre nombre, et principalement 60. Albategni ne se sert pas encore des tangentes.

De l'ombre observée, voulez-vous conclure la hauteur? multipliez l'ombre par elle-même, vous aurez $\sigma^2 = \nu^2\frac{\cos^2 h}{\sin^2 h}$; $\nu^2 + \sigma^2 = \nu^2 + \frac{\nu^2\cos^2 h}{\sin^2 h} = \frac{\nu^2\sin^2 h + \nu^2\cos^2 h}{\sin^2 h} = \frac{\nu^2}{\sin^2 h}$; $\sigma = \frac{\nu}{\sin h}$ et $\sin h = \frac{\nu}{\sigma}$; $\nu^2 + \sigma^2 = (\text{hypoténuse})^2$; $\sin h = \frac{\nu}{\text{hypot.}}$; $\cos h = \frac{\sigma}{\text{hypot.}}$. Ainsi voilà trois règles pour obtenir la hauteur par la longueur de l'ombre.

Afin d'abréger, nous mettons en équations les préceptes d'Albategni ; mais les Arabes n'ont pas connu l'usage des équations ; à cet égard ils ne sont pas plus avancés que les Grecs.

L'ombre *debout* (*umbra stans*) s'appelle aujourd'hui ombre verse ; c'est l'ombre du complément de hauteur, c'est le contraire de l'ombre *étendue* ? car elle est la plus longue à midi, et la plus courte à l'horizon ; elle a pour expression $\sigma' = \frac{\nu \sin h}{\cos h} = \nu \tang h = \nu \cot N$; retournez la formule, et vous aurez la hauteur par l'ombre verse. En imitant ce qui précède, on aurait la hauteur par son sinus et son cosinus, aussi bien que par les tangentes.

« Voulez-vous connaître l'ombre par la table des ombres *étendues* ?
» cherchez la hauteur dans la table, vous trouverez, à la suite de cette
» hauteur, l'ombre qui lui convient. »

Les Arabes avaient donc, au tems d'Albategni, des tables des quantités, ombre $= \sigma = \nu \frac{\cos h}{\sin h} = 12 \cot h = 12 \operatorname{tang} N$, et par conséquent des tables de tangentes, mais calculées pour le rayon 12, tandis que les sinus étaient calculés pour le rayon 60; mais en multipliant ces tangentes par 5, ou $\frac{10}{2}$, on aurait eu les tangentes pour le rayon 60.

» Voulez-vous avoir la hauteur par l'ombre étendue? cherchez l'ombre » dans la table, et vous trouverez sur la même ligne la hauteur à laquelle » elle répond. Si cette ombre ne se trouve pas exactement dans la table, » vous prendrez la plus voisine, et vous calculerez la partie propor- » tionnelle.

» Voulez-vous connaître l'ombre *debout* ou verse par la hauteur? » prenez le complément de cette hauteur, avec laquelle vous trouverez » l'ombre demandée; si vous voulez connaître la hauteur par l'ombre, » vous entrerez dans la table avec les *doigts* de l'ombre; vous trouverez » à côté le complément de la hauteur, d'où vous conclurez la hauteur » même. »

Voilà bien la première idée des tangentes; voilà des tables qui donnent les tangentes de tous les arcs, et par lesquelles tout arc peut être connu d'après sa tangente. Le malheur est ce choix du rayon de douze parties, qui était encore une imitation d'une pratique grecque. Albategni ne sentit pas l'utilité de ces tangentes pour les calculs trigonométriques, et la preuve, c'est qu'il n'a pas changé le rayon. Les Arabes ont depuis reconnu, du moins à quelques égards, l'utilité de ces lignes pour abréger les calculs.

Pour connaître le *zénit de la hauteur* (c'est-à-dire l'amplitude mesurée sur l'horizon) en un lieu quelconque de la Terre, et à une heure quelconque (*semt* est le mot Arabe que nous écrivons *zénit*, il signifie *point*), cherchez $\sin D$ et $\cos D$, $\sin H$ et $\cos H$, $\sin h$ et $\cos h$, vous aurez

$$\sin \text{zénit de hauteur} = \frac{\left(\frac{\sin D}{\cos H} - \frac{\sin h \sin H}{\cos H}\right)}{\cos h} = \frac{\sin D - \sin h \sin H}{\cos h \cos H} = \cos \text{azimut}$$

$=$ sin amplitude; c'est la formule moderne : les Grecs ne l'ont jamais connue. Voilà encore un pas dans le calcul trigonométrique. La formule générale donne le moyen de trouver un angle par le moyen des trois côtés connus.

Voilà donc notre formule fondamentale,

$$\cos \text{azimut} \cos h \cos H + \sin h \sin H = \sin D;$$

il est vrai qu'elle était dans l'Analemme de Ptolémée, qui ne l'a pas vue; elle est dans l'opération d'Albategni, dont nous avons rassemblé les différentes parties pour en composer notre formule.

Albategni enseigne ensuite à décrire la méridienne et la ligne est-ouest, par deux ombres égales, en avertissant que l'opération sera d'autant plus juste, que le Soleil approchera plus du solstice.

Si vous connaissez le lieu du Soleil, vous pourrez trouver la position de la ligne est-ouest, *et par suite la méridienne*, par une seule ombre observée. Il suffira de calculer l'amplitude par la formule précédente. La longueur de l'ombre donnera h, par ce qui précède; vous connaissez D et H, ainsi tout sera connu. Il eût été curieux de voir la démonstration d'Albategni; Regiomontanus y a suppléé; mais rien ne nous assure qu'il ait deviné la manière de l'auteur. On peut arriver au même point par bien des routes différentes; il nous suffit que la méthode soit identique à notre formule moderne. Contentons-nous de trouver une pratique commode et sûre, qui était absolument inconnue aux Grecs, qui pourtant avaient dans l'Analemme plus qu'il n'en fallait pour l'apercevoir et la démontrer.

Le lever et le coucher de l'équinoxe donneront, sans aucun calcul, la ligne est-ouest et la méridienne. Je crois en effet que c'est par cette ligne est-ouest, des levers et couchers solstitiaux, qu'on a tracé les premières méridiennes. La hauteur méridienne équinoxiale sera la hauteur de l'équateur. Vous pourrez connaître la ligne est-ouest par le passage du Soleil au premier vertical, ce qui n'est praticable que dans les tems où la déclinaison du Soleil est de même dénomination que la latitude. Pour cela, il faut connaître la longitude du Soleil, sa déclinaison, la hauteur du pôle, d'où vous déduirez la hauteur méridienne, au jour que vous aurez choisi.

Soit BF la hauteur méridienne (fig. 2), FA son complément, HK la hauteur du Soleil au méridien inférieur; menez la droite FMCH, qui sera le diamètre du parallèle du Soleil; EC sera le sinus de l'amplitude ortive, FG le sinus de la hauteur méridienne.

$$\text{EM}=\text{DL}=\text{sin.haut. } \odot \text{ au premier vertical.}$$

Le triangle ECM donne tout de suite,

$$\sin \text{BD}=\text{DL}=\text{EM}=\text{EC} \operatorname{tang} \text{C}=\sin a.\cot \text{H}=\frac{\sin \text{D}}{\cos \text{H}} \cot \text{H}=\frac{\sin \text{D}}{\sin \text{H}};$$

équation que donnerait également la Trigonométrie sphérique. Au lieu de ce moyen si simple, Albategni prend un détour assez long, que voici :

Le triangle FGC est semblable au triangle MEC,

$$GC : EC :: FG : EM$$

$$EM = \frac{EC.FG}{GC} = EC.\left(\frac{FG}{GE+EC}\right) = \frac{\sin D}{\cos H}\left(\frac{\sin(H-D)}{\cos(H-D)+\frac{\sin D}{\cos H}}\right),$$

équation fort incommode et très inutilement compliquée. Heureusement, contre son habitude, Albategni donne la démonstration, sans laquelle la traduction était inintelligible.

Pour trouver le sinus de la différence ascensionnelle, il donne deux règles dont l'une est inexacte; la première est $\sin d\text{Æ} = \frac{\sin H \sin D}{\cos D}$, au lieu de $\frac{\sin H}{\cos H}.\frac{\sin D}{\cos D}$; la seconde est $\sin d\text{Æ} = \sin \text{Æ} \cos P = \text{tang} H \text{ tang} \omega \sin \text{Æ} = \sin \text{Æ} \text{ tang } (\Delta\text{Æ})$, $\Delta\text{Æ}$ étant la différence ascensionnelle solsticiale, ou la plus grande de toutes; on voit que cos P est le cosinus de l'arc semi-diurne du solstice.

Il donne ensuite, pour la conversion des heures temporaires en équinoxiales ou réciproquement, les mêmes préceptes que Ptolémée.

Il expose comment, par la hauteur méridienne du Soleil, on peut trouver la hauteur du pôle.

Dans le problème suivant, chapitre XVI, il se propose de déterminer, par une observation d'ombre ou de hauteur du Soleil, la partie écoulée du jour depuis le lever du Soleil.

Il suffit, pour cela, de connaître l'arc semi-diurne, et de calculer l'angle au pôle par les trois côtés. Dans ce dernier calcul, on peut employer la formule donnée ci-dessus pour le cas tout pareil où il s'agissait de trouver l'angle au zénit par les trois côtés du même triangle. On peut soupçonner qu'Albategni n'avait pas vu la généralité du théorème, car il cherche ici une solution nouvelle, au lieu qu'il suffisait d'échanger les côtés. Voici cette autre solution :

Cherchez la hauteur méridienne du Soleil pour le jour de l'observation.

Cherchez l'arc semi-diurne; enfin, observez une hauteur du Soleil avec le quart de cercle, ou par la mesure de l'ombre.

Cherchez le sinus verse de l'arc semi-diurne.

Soit A l'arc semi-diurne ; $\cos A = - \operatorname{tang} D \operatorname{tang} H$;

$$1 - \cos A = \sin v. A = 1 + \operatorname{tang} D \operatorname{tang} H = \frac{\cos D \cos H + \sin D \sin H}{\cos D \cos H} = \frac{\cos(H-D)}{\cos H \cos D};$$

$$(H - D) = 90^\circ - \text{hauteur méridienne du Soleil.}$$

Soit h la hauteur observée ; faites $\sin h$ sin verse $A = \frac{\sin h \cos(H-D)}{\cos D \cos H}$; divisez ce produit par le sinus de la hauteur méridienne $= \cos(H - D)$; vous aurez

$$\frac{\sin h \sin \text{verse } A}{\cos(H-D)} = \frac{\sin h}{\cos D \cos H};$$

retranchez cette quantité du sin verse de A, vous aurez

$$\frac{\cos(H-D)}{\cos H \cos D} - \frac{\sin h}{\cos H \cos D} = \sin \text{verse } B,$$

B étant un arc qu'il faut mettre à part, pour le retrancher du demi-arc diurne, si l'observation a été faite le matin, et qu'il faut ajouter à l'arc semi-diurne, si l'observation a été faite le soir ; divisez par 15 l'arc ainsi trouvé ou faite $\left(\frac{90 \mp B}{15}\right)$, vous aurez les heures équinoxiales écoulées, et vous pourrez ensuite les convertir en heures temporaires ; notre formule serait

$$\cos P = \frac{\sin h - \sin D \sin H}{\cos D \cos H};$$

$$1 - \cos P = 2 \sin^2 \tfrac{1}{2} P = \sin v. P = \frac{\cos D \sin H - \sin h + \sin D \cos H}{\cos H \cos D} = \frac{\cos(H-D) - \sin h}{\cos D \cos H},$$

c'est la règle qu'Albategni donne en deux parties ; mais on ne voit pas dans son livre comment il a pu arriver à ces pratiques, qu'il ne démontre pas.

On voit du moins que la Trigonométrie a subi de grands changemens par la substitution des sinus aux cordes, et par l'introduction des sinus verses. Voilà déjà deux solutions du problème qui fait trouver un angle par les trois côtés. Il emploie l'une pour l'azimut, et l'autre pour l'angle horaire ; il en aurait peut-être cherché une troisième pour l'angle au centre de l'astre.

L'angle horaire trouvé, on aura l'ascension droite du milieu du ciel, et les points de l'équateur et de l'écliptique qui sont à l'horizon.

On voit enfin que l'usage des heures temporaires durait encore chez les Arabes, vers l'an 900.

Le tems étant donné, on peut demander la hauteur du Soleil; convertissez les heures données en degrés; retranchez-les de l'arc semi-diurne, si c'est avant midi, il vous restera l'angle horaire; si c'est après midi, retranchez l'arc semi-diurne de l'arc trouvé, le reste sera l'angle horaire. Vous en chercherez le sinus verse $= 2\sin^2\frac{1}{2}P$; retranchez ce sinus verse de celui de A, ou de $2\sin^2\frac{1}{2}A$; vous aurez par ce qui précède

$$2\sin^2\tfrac{1}{2}A - 2\sin^2\tfrac{1}{2}P = \left(\frac{\cos(H-D)}{\cos H\cos D} - \sin^2\tfrac{1}{2}P\right);$$

multipliez par $\cos(H-D) = \sin$ hauteur méridienne, vous aurez

$$(2\sin^2\tfrac{1}{2}A - 2\sin^2\tfrac{1}{2}P)\cos(H-D) = \left(\frac{\cos(H-D)}{\cos H\cos D} - \sin^2\tfrac{1}{2}P\right)\cos(H-D);$$

divisez par sin verse $A = \frac{\cos(H-D)}{\cos H\cos D}$, vous aurez

$$\frac{2\sin^2\frac{1}{2}A - 2\sin^2\frac{1}{2}P}{\text{sin verse } A} = \left(\frac{\cos(H-D)}{\cos H\cos D} - 2\sin^2\tfrac{1}{2}P\right)\frac{\cos(H-D)\ \cos H\cos D}{\cos(H-D)},$$

ou

$$\begin{aligned}\frac{\text{sin v. } A - \text{sin v. } P}{\text{sin verse } A} &= \cos(H-D) - 2\sin^2\tfrac{1}{2}P\cos H\cos D\\ &= \cos H\cos D + \sin H\sin D - \cos H\cos D \,.\, 2\sin^2\tfrac{1}{2}P\\ &= \sin H\sin D + \cos H\cos D\cos P = \sin h;\end{aligned}$$

le précepte est juste, il est identique à notre formule fondamentale; mais ce précepte est inutilement compliqué.

Dans le chapitre XVIII il enseigne à trouver les lieux des étoiles par rapport à l'équateur, quand on les connaît par rapport à l'écliptique; c'est-à-dire les ascensions droites et les déclinaisons par les longitudes et les latitudes.

Si l'étoile A (fig. 3) a une latitude AB, ajoutez cette latitude à celle du point de l'équateur, qui a même longitude que l'étoile; prolongez la latitude AB jusqu'à l'équateur en C, abaissez les perpendiculaires AD et BE; AD sera la déclinaison de l'étoile, et

$$\sin AD = \sin AC\sin C = \frac{\sin AC\sin\omega\sin\Upsilon B}{\sin BC} = \frac{\sin AC\sin\omega\ \text{tang}BC\cot\omega}{\sin BC} = \frac{\sin AC\cos\omega}{\cos BC};$$

c'est la règle indiquée par l'auteur : elle équivaut à $\frac{\sin(\lambda+\lambda')\cos\omega}{\cos\lambda}$; cherchez $\cos AC$ et $\cos\Upsilon B$, vous aurez $\cos AD\cos CD = \cos AC$, ou....

$$\cos CD = \frac{\cos AC}{\cos AD}, \text{ puis } \text{Æ} = \Upsilon D = \Upsilon C - CD;$$

nous ferions $\tang CD = \tang AC \cos C$,

ou $\frac{\sin CD}{\cos CD} = \left(\frac{\sin AC}{\cos AC}\right) \cos C = \frac{\sin AC}{\cos AD \cos CD} \sin \omega \cos \gamma B$;

et $\sin CD = \frac{\sin AC \sin \omega \cos \gamma B}{\cos AD} = \frac{\sin (\lambda + \lambda') \sin \omega \cos L}{\cos D}$.

On voit que la méthode d'Albategni est la même au fond que la méthode perfectionnée depuis par Tycho, dans ses Progymnasmes. Tycho doit à l'usage des tangentes, ce que son calcul a d'avantage en simplicité. Il fait $\tang BC = \sin \gamma B \tang \omega$; $\tang \gamma C = \frac{\tang \gamma B}{\cos \omega}$; $\cos C = \sin \omega \cos B\gamma$.

Il trouve ces trois quantités dans les tables de l'écliptique; il fait ensuite $\tang CD = \cos C \tang AC$, et $\sin AD = \sin C \sin AC$, et $\gamma D = \gamma C - CD$.

On voit que les Arabes connaissaient les formules sin arc perp. = sin hypoténuse. sin angle à la base; cos hypoténuse = cos base. cos côté perpendiculaire. Albategni réduit habilement le calcul à celui des sinus; il eût été mieux encore d'introduire les tangentes dans le calcul des triangles rectangles.

Dans le chapitre XIX on trouve la formule exacte du sinus de la différence ascensionnelle $= \tang D \tang H = \frac{\sin D}{\cos D} \cdot \frac{\sin H}{\cos H}$, l'erreur remarquée ci-dessus est sans doute une faute de copie.

Ce qui rend ce chapitre obscur, ainsi que beaucoup d'autres, ce sont les dénominations auxquelles nous ne sommes pas habitués; ainsi, la *déclinaison* est appelée *longitude de l'étoile comptée de l'équinoxial;* c'est-à-dire probablement *distance à l'équateur*.

Dans le chapitre XX, on retrouve la théorie de Ptolémée pour les ascensions obliques. On y voit le mot *nadahir* dont nous avons fait *nadir*, c'est-à-dire le point diamétralement opposé à un point quelconque qu'on appelle *zénit*. Le *zénit de la tête* (point vertical), est le point du ciel où arriverait une droite menée par les pieds et la tête. Zénit du Soleil ou d'un astre quelconque est le point du ciel auquel on rapporte cet astre. Nous avons restreint la signification de zénit et de nadir.

Le chapitre XXI enseigne à trouver l'heure de la nuit par les étoiles.

Cherchez le point culminant avec l'étoile, la déclinaison de cette étoile, sa hauteur méridienne et son arc semi-diurne.

Soit MEO (fig. 4) le parallèle de l'étoile, ou plutôt la projection orthographique de ce parallèle. $MI = \sin A = \sin$ hauteur méridienne, $EN = \sin h = \sin$ hauteur observée de l'étoile.

$$\text{MI}:\text{EN}::\text{MO}:\text{EO},\ \text{ou}\ \sin A:\sin h::\text{MO}:\text{EO}=\frac{\text{MO}\sin h}{\sin A},$$

$$\sin A:(\sin A-\sin h)::\text{MO}:\text{MO}-\text{EO}=\text{ME}=\frac{\text{MO}(\sin A-\sin h)}{\sin A},$$

$$\text{MO}=\cos D+\cos D\cos \text{arc semi-diurne}=\cos D(1+\cos P)$$
$$=2\cos D\cos^2\tfrac{1}{2}P=\cos D\sin \text{v}.\,P,$$

$$\text{ME}=\text{MO}-\text{EO}=\cos D\sin\text{v}.\,P-\frac{\cos D\sin\text{v}.\,P\sin h}{\sin A}$$
$$=\frac{\cos D\sin\text{v}.\,P\sin A-\cos D\sin\text{v}.\,P\sin h}{\sin A}=\cos D\sin\text{v}.\,P\left(\frac{\sin A-\sin h}{\sin A}\right)$$
$$=\cos D\sin\text{v}.\,P\left(\frac{\cos(H-D)-\sin h}{\cos(H-D)}\right),$$

$$\frac{\text{ME}}{\cos D}=\frac{\sin\text{v}.\,P\,[\cos(H-D)-\sin h]}{\cos(H-D)}=\sin\text{v. angle horaire de l'étoile.}$$

Cet arc retranché de l'arc semi-diurne, ou ajouté si l'étoile est à l'occident, vous donnera le tems sidéral écoulé depuis le lever de l'étoile.

Prenez ensuite le degré de l'équateur qui monte avec l'étoile, ajoutez-y le mouvement du ciel, vous aurez le point de l'équateur qui monte à l'horizon; vous en conclurez le point qui est au méridien et celui qui est à l'horizon occidental; comparez un de ces points avec le Soleil, vous aurez l'angle horaire du Soleil et l'heure équinoxiale.

Renversez cette solution, vous aurez la hauteur de l'étoile par le tems.

Pour trouver l'amplitude de l'étoile ou son amplitude à une hauteur donnée, vous suivrez le même précepte que pour le Soleil, en substituant la déclinaison de l'étoile à celle du Soleil. Vous aurez ainsi fort exactement l'amplitude, *si Dieu le veut.* Cette formule pieuse revient à chaque instant chez Albategni.

Chapitre XXIV. $\frac{\sin D}{\cos H}=\sin \text{amplitude}$; deux choses connues dans cette équation, vous aurez la troisième.

Chapitre XXV. Trouver la longitude et la latitude de l'étoile par l'ascension droite et la déclinaison, ou par la déclinaison et par le point qui culmine avec l'étoile.

Ce problème est au fond le même qui nous a donné ci-dessus l'ascension droite et la déclinaison par la longitude et la latitude; ainsi il suffirait de renverser les formules. La solution de l'auteur est fort obscure.

Pour tâcher de la comprendre, ramenons d'abord aux sinus les solutions modernes qui emploient des tangentes. Nous aurons (fig. 5)

$$\sin\lambda = \sin CD = \sin BC \sin B = \sin(D-\delta)\frac{\sin \Upsilon A}{\sin \Upsilon B} = \frac{\sin(D-\delta)\sin Æ}{\sin L'} \ldots (1);$$

$\tang BD = \tang BC \cos B$, ou $\tang BD = \tang(D-\delta)\sin\omega\cos Æ$

$$= \frac{\sin(D-\delta)\sin\omega\cos Æ}{\cos(D-\delta)} = \frac{\sin(D-\delta)\sin\omega\cos Æ}{\cos BD\cos\lambda},$$

et

$$\sin BD = \frac{\sin(D-\delta)\sin\omega\cos Æ}{\cos\lambda} \ldots\ldots\ldots\ldots (2);$$

cette dernière équation se tire directement du triangle EBC, qui donne

$$\sin EC : \sin EBC :: \sin BC : \sin BEC,$$

ou

$$\cos\lambda : \cos CBD :: \sin(D-\delta) : \sin BD = \frac{\sin(D-\delta)\cos B}{\cos\lambda} = \frac{\sin(D-\delta)\sin\omega\cos Æ}{\cos\lambda};$$

les Arabes pouvaient faire $\sin B = \frac{\sin \Upsilon A}{\sin \Upsilon B}$. Cette formule était connue des Grecs. Plus tard ils auraient pu faire $\cos B = \sin\omega\cos Æ$, formule trouvée par Géber.

Voilà donc le problème ramené aux sinus. La formule (2) dépend de λ, qui se trouve par la formule (1). On avait des tables qui, pour chaque degré de l'écliptique, donnaient l'ascension droite et la déclinaison $AB = \delta$. Ainsi, en cherchant à quelle longitude ΥB répondait l'ascension droite connue $\Upsilon A = Æ$, on avait en même tems la déclinaison δ du point culminant B.

Ces formules sont les plus simples qu'on puisse trouver, mais elles ressemblent très imparfaitement aux formules d'Albategni.

Le triangle ΥDF donne $\cos F = \cos \Upsilon D \sin D\Upsilon F = \cos L \sin\omega$,

$$\cos\omega = \cos DF \sin F, \quad \text{d'où} \quad \sin F = \frac{\cos\omega}{\cos DF} = \frac{\cos\omega}{\cos\lambda'}.$$

Le triangle CAF donne $\sin D = \sin AC = \sin F \sin FC$, et

$$\sin FC = \frac{\sin AC}{\sin F} = \frac{\sin D \cos DF}{\cos\omega} = \frac{\sin D\cos\lambda'}{\cos\omega} = \sin\varphi \ldots\ldots (3);$$

$$\tang DF = \sin D\Upsilon \tang\omega \quad \text{ou} \quad \tang\lambda' = \tang\omega \sin L,$$

$$CD = CF - DF \quad \text{ou} \quad \lambda = \varphi - \lambda' \ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

On ne voit pas trop d'abord à quoi peuvent nous servir ces formules, qui dépendent de la longitude. La table de l'écliptique donnera λ', comme elle a donné δ, en prenant L pour une ascension droite; mais il faudrait avoir L ou la longitude. C'est pourtant par la latitude λ' et par $\varphi = \lambda + \lambda'$, qu'Albategni détermine la latitude.

$$\text{tang BD} = \frac{\sin \text{BD}}{\cos \text{BD}} = \frac{\sin(\text{D} - \delta)}{\cos(\text{D} - \delta)} \sin \omega \cos \text{Æ} = m\,,$$

$$\frac{\sin^2 \text{BD}}{\cos^2 \text{BD}} = \frac{\sin^2 \text{BD}}{1 - \sin^2 \text{BD}} = m^2,$$

$$\sin^2 \text{BD} = m^2 - m^2 \sin^2 \text{BD}\,,\ \sin^2 \text{BD} + m^2 \sin^2 \text{BD} = m^2,$$

$$\sin^2 \text{BD} = \frac{m^2}{1 + m^2},\ \sin \text{BD} = \frac{m}{(1 + m^2)^{\frac{1}{2}}},$$

ou

$$\sin\ \text{BD} = \frac{\sin \omega \operatorname{tang}(\text{D} - \delta) \cos \text{Æ}}{[1 + \sin^2 \omega \operatorname{tang}^2 (\text{D} - \delta) \cos^2 \text{Æ}]^{\frac{1}{2}}}.$$

Albategni aurait pu calculer cette formule par sa table de sinus, en mettant

$$\frac{\sin.(\text{D} - \delta)}{\cos(\text{D} - \delta)},\ \text{au lieu de tang}\,(\text{D} - \delta)\,;$$

connaissant ainsi $\text{BD} = \text{L} - \text{L}'$, il avait $\text{L} = \text{L}' + \text{BD}$, et il pouvait calculer λ', φ et λ.

Pour comparer ces diverses formules à la solution d'Albategni, soient $\text{Æ} = \Upsilon\text{A} = 40°$ $\text{AC} = \text{D} = 30°$; on demande BD et CD; $\omega = 23°35$.

$$\begin{array}{lrlr}
\text{C.}\cos\omega \ldots & 0.03788 & \text{tang}\,\omega \ldots & 9.64003 \\
\text{tang}\,\text{Æ} \ldots & 9.92381 & \sin \text{Æ} \ldots & 9.80807 \\
\text{tang}\,\Upsilon\text{B} = 42°\,28'\,33'' \ldots & 9.96169 & \text{tang AB} = 15°\,40'\,28'' \ldots & 9{,}44810 \\
 & & \text{D} = \text{AC} = 30 & \\
 & & \sin(\text{D} - \delta) = \text{BC} = 14.19.32 \ldots & 9.39345 \\
 & & \sin \text{B} \ldots & 9.97858 \\
 & & \sin\lambda = \sin \text{CD} = 12.57.20 \ldots & 9.37203 \\
 & & \sin\omega \ldots & 9.60215 \\
 & & \cos \text{Æ} \ldots & 9.88425 \\
 & & \sin\omega \cos \text{Æ} = \cos \text{B} = 72.\ 9.10 \ldots & 9.48640 \\
 & & \text{tang BC} \ldots & 9.40717 \\
 & & \text{tang BD} = 4.28.31 \ldots & 8.89357 \\
 & & \Upsilon\text{B} = 42.28.33 & \\
 & & \Upsilon\text{D} = \text{L} = 46.57.\ 4 &
\end{array}$$

voilà la solution entière sans supposer aucune table auxiliaire :

$\sin BC\ldots$	$9.39345\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$		9.39345
$\sin Æ\ldots$	9.80807	$C.\cos CD\ldots$	0.01239
$C.\sin \Upsilon B\ldots$	0.17052	$\sin\omega\ldots$	9.60215
$\sin CD = 15^\circ 37' 20''\ldots$	9.37204	$\cos \Upsilon A\ldots$	9.88425
		$\sin BD\ldots$	8.89224
$CD = \lambda\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$		$BD = 4^\circ 28' 31''$;	

voilà la solution qu'aurait dû donner Albategni. Il pouvait encore faire, en mettant $\frac{\sin\lambda}{\cos\lambda}\cdot\frac{\sin\omega}{\cos\omega}$, pour $\operatorname{tang}\lambda \operatorname{tang}\omega$, $\sin BD = \operatorname{tang}\lambda \cot B$

$$= \operatorname{tang}\lambda \operatorname{tang}\omega \cos \Upsilon C,$$

$\operatorname{tang}\omega\ldots$	9.64003
$\operatorname{tang}\lambda\ldots$	9.38442
$\cos \Upsilon B\ldots$	9.86779
$\sin BD = 4^\circ 28' 31''\ldots$	8.89224

Supposons $L = L' + BD$, connu par ce qui précède; Albategni aurait eu λ' par sa Table de l'écliptique. Nous le calculerons par notre formule.

$\sin L\ldots$	9.86378	$\sin D = 30^\circ\ldots\ldots\ldots$	9.69897
$\operatorname{tang}\omega\ldots$	9.64003	$\cos\lambda'\ldots$	9.97896
$\operatorname{tang}\lambda' = 17^\circ 41' 37''\ldots$	9.50381	$C.\cos\omega\ldots$	0.03788
$\lambda = 13.37.20\ldots$		$\sin CF = \varphi = 31^\circ 19' 0''\ldots$	9.71581
$CF = 31.18.57 = DF + CD$		$\lambda' = 17.41.37$	
		$\lambda = 13.37.23.$	

Cette dernière formule est celle d'Albategni, pour trouver la latitude; on ne voit pas aussi clairement comment il a pu trouver λ', qui lui est absolument indispensable. Autant que je puis comprendre le langage du traducteur, les règles à suivre pour la différence en longitude, sont renfermées dans la formule

$$\sin BD = [\sin(D - \delta)\sin\omega\cos Æ]\left(\frac{2 - \sin Æ}{2 - \sin L'}\right);$$

la véritable est

$$\sin BD = \frac{\sin(D-\delta)\sin\omega\cos Æ}{\cos\lambda};$$

en sorte que le facteur encore inconnu $\frac{1}{\cos\lambda}$ se trouve remplacé par le facteur assez étrange $\frac{2-\sin \text{Æ}}{2-\sin L'}$, ou soit $\varphi = 90° - \text{Æ}$ et $\psi = 90° - L'$; car Albategni compte ces deux arcs du colure voisin; son facteur sera $\frac{2-\cos\varphi}{2-\cos\psi} = \frac{1+1-\cos\varphi}{1+1-\cos\psi} = \frac{1+2\sin^2\frac{1}{2}\varphi}{1+2\sin\frac{1}{2}\psi}$; $\frac{1}{\cos\lambda} = \text{séc}\,\lambda > 1$; on voit bien que $\frac{2-\sin \text{Æ}}{2-\sin L'} > 1$; car

$$\sin \text{Æ} : \sin L' :: \sin B : \sin A :: \sin B : 1;$$

or $\sin B < 1$; donc $\sin \text{Æ} < \sin L'$; donc $\frac{2-\sin \text{Æ}}{2-\sin L'} > 1$, mais cela ne suffit pas.

$$\sin \text{Æ} = \text{tang}\,\delta \cot\omega, \quad \sin L' = \sin\delta \cot\omega;$$

on a donc

$$\frac{2-\sin \text{Æ}}{2-\sin L'} = \frac{2-\text{tang}\,\delta\cot\omega}{2-\sin\delta\,\text{coséc}\,\omega} = \frac{2\sin\omega-\text{tang}\,\delta\cos\omega}{2\sin\omega-\sin\delta} = \frac{2\sin\omega-\sin\delta\frac{\cos\omega}{\cos\delta}}{2\sin\omega-\sin\delta}$$
$$= \frac{2\sin\omega-\sin\delta\frac{\text{séc}\,\delta}{\text{séc}\,\omega}}{2\sin\omega-\sin\delta};$$

or $\text{séc}\,\delta < \text{séc}\,\omega$, dont le numérateur est plus petit que le dénominateur; mais si l'on avait $\delta = 0$, le facteur serait $\frac{2\sin\omega}{2\sin\omega} = 1$, d'où il ne s'ensuivrait pas que $\frac{1}{\cos\lambda}$ fût $= 1$, ou $\lambda = 0$.

$$\sin \text{Æ} = 0.64279, \qquad \sin L' = 0.67527$$
$$2-\sin \text{Æ} = 1.35721, \qquad 2-\sin L' = 1.32473$$

$$\begin{array}{rl}
\sin(D-\delta) = \sin BC\ldots & 9.39345 \\
\sin\omega\ldots & 9.60215 \\
\cos \text{Æ}\ldots & \underline{9.88425} \\
\sin 4°\,20'\,57''\ldots & 8.87985 \\
2-\sin \text{Æ}\ldots & 0.13265 \\
\text{C.}(2-\sin L')\ldots & \underline{9.87787} \\
\sin BD = 4°\,27'\,21'' & 8.89037 \\
\text{vrai } BD = \underline{4.28.31} & \\
\text{différence} = \quad 1.10 & \\
\text{sans le facteur } BD = \underline{4.20.57} & \\
\text{erreur}\ldots \quad 7.34. &
\end{array}$$

On voit donc que ce facteur diminue considérablement l'erreur, mais qu'il ne l'anéantit pas ; L′ ne dépend que de l'ascension droite et nullement de la déclinaison ; mais AR et L′ restant les mêmes, λ peut avoir une infinité de valeurs différentes ; $\frac{1}{\cos\lambda} = \text{séc}\,\lambda$ peut être une quantité considérablement plus grande que le facteur $\left(\frac{2 - \sin \mathrm{AR}}{2 - \sin L'}\right)$; mais supposé que je me sois trompé sur les deux arcs, quels peuvent être ceux qui rendraient le rapport égal à $\frac{1}{\cos\lambda}$ ou $\frac{2 - \cos\varphi}{2 - \cos\psi} = \frac{1}{\cos\lambda}$?

Pour remplacer $\frac{1}{\cos\lambda}$, il n'a pu mettre $\frac{2 - \cos D}{2 - \cos\delta} = \frac{2 - \cos D}{2 - \frac{\cos L'}{\cos \mathrm{AR}}} = \frac{2\cos \mathrm{AR} - \cos D \cos \mathrm{AR}}{2 \cos \mathrm{AR} - \cos L'}$; car $\cos D$ peut être plus grand comme plus petit que $\cos\delta$, alors le facteur pourrait être ou plus grand ou plus petit que l'unité ; il ne pourrait donc remplacer $\frac{1}{\cos\lambda}$, qui est toujours plus grand. Il en serait de même de $\frac{2 - \sin\delta}{2 - \sin D}$.

Il n'a pu prendre les distances de C et de B au colure, car...... $\frac{2 - \sin CG}{2 - \sin DK} = \frac{2 - \cos \mathrm{AR} \cos D}{2 - \cos L'} = \frac{2 - \cos \mathrm{AR} \cos D}{2 - \cos \mathrm{AR} \cos\delta}$ pourrait encore être tantôt > 1 et < 1, selon que $D < \delta$ ou $D > \delta$;

$\sin CG$ est toujours $< \sin DK$; car $\sin CG = \cos L \cos\lambda = \cos \mathrm{AR} \cos D$, et $\sin DK = \cos L$,

$$\frac{2 - \sin CG}{2 - \cos L} = \frac{2 - \cos L \cos\lambda}{2 - \cos L} = \frac{2\,\text{séc}\,L - \cos\lambda}{2\,\text{séc}\,L - 1} = \frac{2\,\text{séc}\,L - 1 + 2\sin^2\frac{1}{2}\lambda}{2\,\text{séc}\,L - 1} = 1 + \frac{2\sin^2\frac{1}{2}\lambda}{2\,\text{séc}\,L - 1},$$

$$\frac{1}{\cos\lambda} = \text{séc}\,\lambda = 1 + \tang\lambda \tang\tfrac{1}{2}\lambda = 1 + \frac{2\tang^2\frac{1}{2}\lambda}{1 - \tang^2\frac{1}{2}\lambda} = 1 + \frac{2\tang^2\frac{1}{2}\lambda \cos^2\frac{1}{2}\lambda}{\cos^2\frac{1}{2}\lambda - \sin^2\frac{1}{2}\lambda}$$
$$= 1 + \frac{2\sin^2\frac{1}{2}\lambda}{1 - 2\sin^2\frac{1}{2}\lambda};$$

mais $2\,\text{séc}\,L - 1 > 1$ et $1 - 2\sin^2\frac{1}{2}\lambda < 1$; donc les deux expressions ne sont pas égales, et d'ailleurs L est inconnue. Il faut donc en conclure que l'expression d'Albategni est inexacte.

Après ces préliminaires un peu longs, examinons le texte latin de Plato Tiburtinus.

Partis declinationem cum quâ stella cœlum mediaverit ejusque longitudinem ab œquidiei circulo sume, ce qui doit signifier : prenez le point de l'écliptique qui culmine avec l'étoile et la déclinaison de ce point. Mais le traducteur paraît confondre ces deux arcs en ce qu'il appelle la déclinaison, *longitude du cercle équinoxial*, ou *distance au cercle équinoxial*, ce qui se conçoit encore; mais alors il faudra que *déclinaison* signifie la longitude du point culminant. Il ajoute : *retranchez la plus grande de la plus petite*, c'est-à-dire sans doute faites $(D - \delta) =$ différence de la déclinaison de l'étoile à celle du point de l'écliptique, le reste sera *la longitude égalée*, c'est-à-dire *la distance égalée*; ceci ne peut faire aucun doute.

Prenez-en le sinus et le sinus de ce qui lui manque pour valoir 90°; voilà donc $\sin(D-\delta)$ et $\cos(D-\delta)$. Cherchez ensuite le sinus *de la déclinaison totale et le sinus de son complément à* 90°; voilà $\sin\omega$ et $\cos\omega$, car la déclinaison totale est l'obliquité de l'écliptique, puisque l'obliquité de l'écliptique est la plus grande des déclinaisons du Soleil.

De hinc cordam perfectionis declinationis ex 120 *minue et quod remanserit erit corda longior.* 120^p sont le diamètre, qui, suivant nous, $=2$. Vous aurez donc

$$\text{corde plus longue} = 120^p - \cos\text{déclinaison} = 2 - \cos\text{déclinaison};$$

mais quelle est cette déclinaison? aurons-nous $2 - \cos\omega$, $2 - \cos D$, $2 - \cos\delta$, $2 - \cos Æ$, ou enfin $2 - \cos L'$? On ne sait lequel, et l'on ne voit pas un autre arc qu'il puisse appeler déclinaison.

Prenez le sinus du complément *de la déclinaison de la partie qui a médié avec l'étoile*, et retranchez-la de 120^p; ce sera la *corde augmentée*; vous aurez donc

$$\text{corde augmentée} = 2 - \cos\delta, \quad \text{ou} \quad 2 - \cos L'.$$

Ici, nous n'avons que le choix entre δ et L'.

Deinde totam declinationem in diametri medium multiplica, multipliez la déclinaison totale par le rayon. Il a voulu dire sans doute le sinus de la déclinaison; il fait donc $60^p \sin\omega$; nous ferons simplement $\sin\omega$; *divisez par le cosinus de la partie qui médie avec l'étoile*; *ce qui en proviendra sera la corde de la déclinaison égalée.* Voilà sin décl. égalée $= \frac{\sin\omega}{\cos Æ}$, ou $\frac{\sin\omega}{\cos L'}$; *cherchez-en le cosinus*. Il nous dit de *remarquer quelle est sa partie et son nom*, ce qui ne peut signifier que *remarquez si elle est boréale ou australe*. Il s'agit donc d'une déclinaison. Mais quelle pourrait être cette déclinaison dont le sinus a pour expression $\frac{\sin\omega}{\cos Æ}$, ou $\frac{\sin\omega}{\cos L'}$; c'est ce qui ne paraît pas facile à deviner.

Multipliez le sinus de la déclinaison égalée par le sinus de la longitude égalée. Vous aurez donc $\frac{\sin\omega\sin(D-\delta)}{\cos Æ}$, ce qui pourrait bien être..... $\sin\omega\sin(D-\delta)\cos Æ$ de notre formule (2); au lieu de *diviser*, il faudrait donc *multiplier*, et la *déclinaison* serait l'ascension droite.

Multipliez par la corde augmentée et divisez par la corde plus longue. Nous aurions donc $\sin\omega\sin(D-\delta)\cos Æ\left(\frac{2-\cos x}{2-\cos y}\right)$, en mettant x et y pour les deux arcs douteux; mais la véritable expression est, suivant la formule (2),

$$\sin BD = \sin(L-L') = \frac{\sin\omega\sin(D-\delta)\cos Æ}{\cos\lambda} = \frac{\sin\omega\sin(D-\delta)\cos L}{\cos D}.$$

Ce n'est pas tout encore : *multipliez le produit par le sinus de la longitude du degré avec lequel l'étoile a médié, comptée du colure voisin, par les ascensions du cercle direct*, c'est-à-dire par $\cos Æ$. Ainsi, en rassemblant les préceptes du traducteur,

$$\sin\omega\sin(D-\delta)\cos Æ\left(\frac{1}{\cos L'}\right)\left(\frac{2-\cos x}{2-\cos y}\right) = \sin\text{différence} = \sin(L-L'),$$

au lieu de $\frac{\sin\omega\sin(D-\delta)\cos Æ}{\cos\lambda}$.

Dans les préceptes qu'il donne pour savoir si cette différence de longitude est additive ou soustractive, on voit que dans les signes descendans et lorsque la déclinaison de l'étoile (la distance au cercle équinoxial, *la longitude du cercle équinoxial*) est boréale, la différence est soustractive de la longitude du point culminant, ce qui est vrai. Si l'étoile est australe, la différence est additive, ce qui est encore vrai.

Dans les signes ascendans, au contraire, et si l'étoile est boréale, la différence est additive; elle est soustractive pour une étoile australe. Ainsi l'on aura le degré de l'étoile *parmi les degrés des signes*. Tous ces préceptes sont clairs.

Jusqu'ici il a supposé la déclinaison de l'étoile plus grande que la déclinaison du point culminant, c'est-à-dire $D > \delta$ et de même signe ou dénomination; si le contraire a lieu, on fera $(D+\delta) =$ *longit. égalée*. Il est bien clair qu'il parle de la somme ou de la différence des déclinaisons, qu'il appelle des longitudes, c'est-à-dire des distances à l'équateur.

Le précepte qu'il va donner pour cette seconde supposition devrait être le même que pour la première; il n'y aura que $(D+\delta)$ au lieu de $(D-\delta)$. Écoutons Plato Tiburtinus.

Multipliez *le sinus de la déclinaison* (Il met ici le sinus et non l'arc; la correction que nous avons faite ci-dessus est donc bonne.) *par le sinus de la distance à l'équateur;* (Il met toujours *longitude* pour distance.) *multipliez par le cosinus de la longitude égalée, divisez par le demi-diamètre du cercle, et vous aurez le sinus de la déclinaison égalée.* Nous aurons donc

$$\sin \text{déclin. égalée} = \frac{\sin\omega \cos(D-\delta)}{\text{rayon}}, \text{ au lieu de } \frac{\text{rayon} \sin\omega}{\cos L'}.$$

Les expressions sont très différentes et toutes deux inexactes.

Multipliez par le sinus de la distance de l'étoile à l'équateur; divisez par le cosinus de la distance à l'équateur; multipliez par la corde augmentée et divisez par la corde plus longue; multipliez par le cosinus de la déclinaison égalée, divisez par le cosinus de la déclinaison totale, multipliez par le sinus de la longitude de la partie avec laquelle l'étoile a médié, comptée du colure voisin; divisez par le rayon et vous aurez la différence, que vous emploierez comme il a été dit.

$$\text{Ainsi} \qquad \sin \text{décl. égalée} = \frac{\sin\omega\cos(D+\delta)}{1},$$

$$\sin \text{différence} = \frac{\sin D\,(2-\cos x)\cos \text{déclin. égalée} \cos Æ}{\cos D\,(2-\cos y)\cos\omega \text{ rayon}}$$

$$= \frac{\sin D}{\cos D}\cdot\left(\frac{2-\cos x}{2-\cos y}\right)\left(\frac{\cos Æ}{\cos\omega}\right)\left[1-\sin\omega\cos(D+\delta)\right]^{\frac{1}{2}},$$

$$\text{au lieu de} \qquad \sin\omega\,\sin(D+\delta)\cos Æ\left(\frac{1}{\cos L'}\right)\left(\frac{2\cos-x}{2\cos-y}\right),$$

$$\text{ou de} \qquad \frac{\sin\omega\,\sin(D+\delta)\cos Æ}{\cos\lambda} = \frac{\sin\omega\,\sin(D+\delta)\cos L}{\cos D}.$$

Les deux expressions exactes renferment une inconnue; les deux expressions du traducteur sont inintelligibles et diffèrent entre elles; elles ont besoin de corrections, mais ces corrections seraient trop arbitraires; il n'y a que le facteur inintelligible $\left(\frac{2-\cos x}{2-\cos y}\right)$ qui se retrouve le même dans les deux leçons. L'auteur, qui pouvait commencer par déterminer la latitude par la formule (1), va nous donner en place un précepte bien plus compliqué et presque aussi impraticable.

Quand vous voudrez connaître la latitude et la partie (ou la dénomination) *de cette latitude, multipliez le sinus de la distance à l'équateur par le sinus de la déclinaison du degré dans lequel vous avez trouvé l'étoile; divisez par le cosinus de la déclinaison totale, vous aurez* *le sinus d'un arc.* Ainsi

$$\sin \text{arc} = \frac{\sin D \cos Æ}{\cos \omega};$$

mais par *déclinaison du degré dans lequel vous avez trouvé l'étoile,* j'entends la latitude DF, point de l'équateur qui se trouve dans le cercle de latitude de l'étoile; alors l'expression devient

$$\sin \text{arc} = \frac{\sin D \cos \lambda'}{\cos \omega} = \sin \varphi,$$

et ce sera ma formule (3); la longitude ♈D étant trouvée, on la considérera comme une ascension droite, et l'on aura, par la table de l'écliptique, le point culminant fictif F, sa déclinaison fictive $DF = \lambda'$, qui est la latitude de ce point de l'équateur; on pourra donc calculer l'arc $\varphi = CF$.

Si l'arc trouvé (φ) *est plus grand que la déclinaison de la partie dans laquelle vous avez trouvé l'étoile, retranchez-en la déclinaison de ce degré,* c'est-à-dire si $\varphi > \lambda'$, faites $\varphi - \lambda' = \lambda$; c'est ma formule (4); *s'il est plus petit, retranchez-le de cette déclinaison; d'une ou d'autre manière, vous avez la latitude,* c'est-à-dire que $\lambda = \varphi - \lambda'$, ou $\lambda' - \varphi$, ce qui est juste.

Il n'y a donc aucune incertitude sur cette dernière partie du problème; on peut être étonné seulement que l'auteur ne soit pas entré dans plus de détails sur la manière de trouver l'arc subsidiaire φ; mais celle que j'ai indiquée est sûrement la véritable.

Quant à la première partie, ou l'expression de $\sin(L - L')$, il paraît encore certain que l'auteur a dû suivre à peu près la marche qui m'a conduit à ma formule (2); mais comment a-t-il éliminé $\cos\lambda$? c'est ce qu'il m'a été impossible de deviner. L'auteur termine ce chapitre en disant : *Scito hoc si Deus voluerit,* malheureusement, Dieu n'a pas voulu.

Le précepte pour la latitude est bon; mais il suppose la longitude bien déterminée, et nous n'avons pas la preuve qu'Albategnius y ait parfaitement réussi. Mais comme ce problème servait principalement pour les planètes, $\cos\lambda$ différait assez peu de l'unité, et nous avons vu que pour une étoile dont la latitude serait de 13° 37′, l'erreur de la formule, qui me paraît être celle de l'auteur, n'est guère que d'une minute.

Ce qui peut nous confirmer dans l'idée que la solution précédente est inexacte en elle-même, du moins pour ce qui regarde la longitude, indépendamment des bévues du traducteur, c'est que la suivante est décidément mauvaise, sans aucune ambiguité. Il s'agit, comme ici, d'un problème déjà résolu, celui de trouver le troisième côté par les deux premiers et l'angle compris. En effet, pour trouver les longitudes et les latitudes par les ascensions droites et les déclinaisons, on a les deux côtés ω et $(90 - D)$ avec l'angle compris $(90° + Æ)$; on devrait donc avoir $(90° - \lambda)$ par le cosinus ou sinus-verse, à volonté ; après quoi

$$\cos L = \frac{\cos Æ \cos D}{\cot \lambda}, \text{ par la règle des quatre sinus.}$$

Soit BA (fig. 6) un arc de l'écliptique, GE un arc de parallèle, FA et FB les deux cercles de latitude, ABGEA une espèce de quadrilatère formé par trois arcs de grand cercle et un arc de petit cercle.

Il est démontré, dit notre auteur, que dans les quadrilatères inscrits au cercle, la somme des produits des deux côtés opposés est égale au produit des deux diagonales. Il ajoute que dans un quadrilatère sphérique dont deux côtés sont parallèles, comme AB et EG, et les deux autres côtés égaux se réunissent au pôle de AB, les deux diamètres seront égaux et que leur produit $GA \times BE = AB.GE + AE.GB$; $AF = 90° = BF$; ce sont les cercles de latitude. Qu'une des deux étoiles soit en A sur l'écliptique, et l'autre en G ; on aurait tout simplement $\cos AG = \cos AB \cos BG$; on ne voit pas l'utilité d'une autre solution.

Menez FMC sur le milieu M du parallèle (Cet arc passera par l'intersection I des deux diagonales), $FG = FM = FE$, $GB = MC = EA$, $GM = \frac{1}{2} GE$.

Les triangles FBC et FGM seront semblables. (Jamais on n'a fait ce rapprochement d'un arc de grand cercle avec un arc de son parallèle.)

$GM : BC :: FG : FB$; cela serait vrai des rayons de ces cercles, en mettant les sinus à la place des arcs FG et FB. L'auteur suppose $AB = 60°$, $BG = 30°$; nous ferions

$$\cos AG = \cos AB \cos BG = \cos 60° \sin\cos 30° = \sin 30° \cos 30° = \tfrac{1}{2} \sin 60°$$
$$= \cos 64° \, 20' \, 27''.$$

Albategni le trouve de 54° 19′, trop faible de 10° 1′ 27″.

Regiomontanus, qui n'a fait aucune remarque sur le chapitre XXVI, qu'il a sans doute trouvé impossible à comprendre et à réformer, dit de ce dernier moyen, qu'il est *intricatus et modicæ reputationis, utitur enim lineis curvis tanquam rectis.* Il se contente de mieux démontrer

5

que le quadrilatère ABGE est réellement inscriptible à un cercle. Albategni, en terminant ce chapitre, dit qu'il sert, comme le précédent, pour les nativités; en ce cas, ils sont tous deux assez bons; on peut seulement leur reprocher la longueur des opérations, qui demandent plus de tems et de travail, pour ne donner que des résultats erronés. Pour la gloire d'Albategni, il faut croire ces deux derniers chapitres interpolés par quelque astrologue ignorant et charlatan, qui aura voulu donner un air de mystère à des opérations qui seraient fort simples si l'on ne s'était attaché à les rendre obscures et difficiles.

Dans le chapitre XXVII, il cherche la longueur de l'année, et nous dit que les Egyptiens et les anciens Babyloniens la faisaient de $365^j\ 15'\ 27'\ 30''$ ou de $365^j\ 6^h\ 11'\ 0''$. Personne, que je sache, ne l'avait dit avant Albategni. Nous ne savions rien de semblable des Chaldéens. Quant aux Égyptiens, nous ne leur connaissions que l'année de $365^j\frac{1}{4}$ et l'année commune de 365^j. Si les uns ou les autres ont trouvé cette autre année par les levers héliaques, elle ne peut être que sidérale, et par conséquent trop forte de $20'\ 20''$; l'année tropique sera de $365^j\ 5^h\ 50'\ 40''$; l'erreur des Babyloniens aurait été moindre que celle des Grecs. Notre auteur ajoute que Ptolémée avait déjà remarqué que cette année devait être sidérale; peut-être en jugeait-il ainsi d'après sa longueur; avec sa précession de $36''$, qui ne font que $14'\ 38''$ de tems solaire, il devait en conclure une année de $365^j\ 5^h\ 56'\ 22''$. Ptolémée, à l'exemple d'Hipparque, la fait de $365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$. La différence n'eût été que de $70''$, et Ptolémée disserte longuement pour démontrer qu'il faut retrancher $\frac{1}{300}$ du quart de jour qui excède les 365 jours. Comment aurait-il négligé une confirmation si importante de son hypothèse? Mais Ptolémée ne dit rien de semblable; je n'ai pu trouver le passage qu'Albategnius avait en vue. Ptolémée articule au contraire très expressément qu'avant Hipparque l'opinion générale des mathématiciens faisait l'année de $365^j\frac{1}{4}$; il n'en cite aucune autre; rien ne nous atteste d'ailleurs la science des Chaldéens. Ils auraient pu, à force de répéter les observations des levers héliaques, déterminer passablement l'année sidérale, sans pour cela se douter le moins du monde que cette année n'était pas celle qui ramène exactement les saisons. Rien ne dit qu'ils aient observé les ombres solsticiales du gnomon, et ils auraient pu très bien s'y tromper de $20'$ sur la vraie longueur de l'année tropique. Il ne paraît pas que Ptolémée ait eu la moindre connaissance de cette année chaldéenne ou égyptienne; il serait sûr au moins qu'il n'en aurait pas fait le moindre cas.

Albategni montre plus de confiance aux équinoxes qu'aux solstices; il préfère même l'équinoxe d'automne à celui du printems, parce que l'air est plus pur. Il compare un de ses propres équinoxes à un équinoxe de Ptolémée. Cet équinoxe est de l'an 1191 d'Hilcarnain, ou 1206 après la mort d'Alexandre; avant le lever du Soleil, le 19 du mois elul des Romains, c'est-à-dire le 8 pachon du mois d'alkept, $4^h 45'$ avant le lever du Soleil; or le méridien d'Aracte est de $\frac{2}{3}$ d'heure plus oriental que celui d'Alexandrie, de sorte que l'intervalle des tems est 743 années égyptiennes, et $178\frac{1}{4} - \frac{2}{3}$ d'heure au lieu de $185\frac{3}{4}$, qui auraient eu lieu si l'année était de $365^j \frac{1}{4}$; la différence $7^j\, 0^h\, 24'$ divisée par 743, donne 0.0094434; en sorte que l'année sera 365,2405566 = $365^j\, 5^h\, 46'\, 24''$, trop faible de $2'\, 26''$, et plus exacte de beaucoup que celle de Ptolémée; mais s'il y a erreur d'un jour sur les équinoxes de Ptolémée, on pourra ajouter $\frac{1}{7}$ ou $2'$ environ, en sorte que l'année eût été fort bien. Observons pourtant que ce résultat n'est fondé que sur une comparaison unique; qu'Albategni paraît avoir négligé une minute sur la hauteur du pôle; que son armille devait être en erreur d'une minute, et l'équinoxe en erreur d'une heure; que l'erreur de l'observation plus ancienne est probablement beaucoup plus forte, et que les connaissances astronomiques sont aujourd'hui trop avancées pour être améliorées par de pareilles observations : il serait donc assez inutile de recommencer le calcul, pour y apporter les attentions négligées par Albategni.

Il en résulte que le mouvement diurne est de $59'\,8''\,20'''\,46^{iv}\,54^{v}\,14^{vi}$, et que pour une année égyptienne de 365^j, il est de $359°45'46''25'''31^{iv}2^{v}31^{vi}$. C'est d'après ces nombres qu'il a formé ses tables de mouvemens moyens. Ici Halley trouve 32^{v} au lieu de 31.

Pour déterminer l'inégalité, il se sert de la méthode d'Hipparque, suivie aussi par Ptolémée; de l'équinoxe d'automne à celui du printemps

il a trouvé (chap. XXVIII).............	$178^j\, 14^h\, 30'$	
de cet équinoxe au suivant.............	186.14.45	presque,
ce qui ne fait cependant que:...........	365. 5.15	erreur, 43 ou 44′;
du dernier équinoxe au solstice suivant...	93.14. 0	
en $186^j\, 14^h\, 45'$ le mouvement est........	$183°\, 56'\, 12''$	
en 93.14..........................	92.14.10	
excès du premier arc sur 180°..........	3.56.12	
moitié............................	1.58. 6	
second arc — moitié de l'excès.........	90.16. 4	

ôtez 90° il restera............	0° 16′ 4″	
sin 16′ 4″........................		7.66965
C. sin 1° 58.6........................		1.46421
	tang 7° 44′ 55″	9.13376
apogée......	2ˢ 22.15. 5	
Ptolémée ne trouve que...	2. 5.55. 5	
différence..................	16.40. 0	
je trouve l'apogée en........	2ˢ 22° 15′ 5″,	Albategni dit 2ˢ 22° 17′.
	sin 1° 58′ 6″..........	8.53589
	C. cos 7.44 55	8.00399
double excentricité = 0.034664.........		0.53988
excentricité........	0.017332...C. sin 1″	5.31443
	1° 59′ 10″	5.85431

plusgrande équation, 1° 59′ 10″. Halley trouve de même; Albategni trouve... 1.58, et la double excentricité 0.0346528, puisqu'il la fait de $\frac{2^\circ\ 4'\ 45''}{60.0.\ 0}$.

Ces quantités sont un peu fortes peut-être; mais beaucoup plus exactes que celles d'Hipparque, quoique Ptolémée prétende avoir trouvé les mêmes; mais je crois ses équinoxes et ses solstices des calculs faits sur les tables. Albategni trouve l'apogée en 82° 17′, et ne songe pas à le comparer à celui de Ptolémée, qui était en 2ˢ 5° 30′; le mouvement serait donc de 16° 47′; ce qui donnerait environ 79″ par an, et ferait un mouvement propre de 29″, ou de 25 en supposant 54″ de précession avec Albategni. Ce mouvement n'est pas de 12″; ainsi les observations ne sont pas assez exactes; mais si Ptolémée n'a point observé, cet apogée appartiendrait à Hipparque. Il faut diminuer les 16° 40′ de 1° 1′, que Ptolémée aurait dû ajouter à son apogée, déduit des observations d'Hipparque; le mouvement total serait de 75″ par an, et celui de l'apogée 25″, trop fort de 17″; mais enfin, il en résulterait que l'apogée a un mouvement. Quoique Albategni n'ait pas exprimé cette découverte, on peut dire qu'elle lui est due en grande partie. Bailli la lui attribue sans réserve; il lui prête un calcul qu'il n'a point fait; et, sur la foi de Riccioli, il suppose qu'Albategni avait établi le mouvement de l'apogée de 59″ 4‴ par an.

Pour calculer l'équation du centre, il suit exactement les mêmes méthodes que Ptolémée; ainsi, en faisant de nouvelles tables, il n'a changé que les élémens et rien à la forme. Nous verrons plus loin (pag. 44) qu'il ne donne à l'apogée d'autre mouvement que celui de précession; il dit en passant que c'est par les mêmes moyens qu'on peut déterminer l'équation simple de la Lune; il donne de même, et sans autre éclaircissement, le tableau suivant du rayon de l'épicycle pour les différentes planètes.

☉	☾	♄	♃	♂	♀	☿
2°4'41";	5°15';	6°29'2";	11°30'5";	39°55'22";	44°9'5";	22°30'30".

Dans le chapitre XXIX, on trouve en abrégé les idées de Ptolémée, pour la différence du tems vrai au tems moyen.

Dans le chapitre XXX, on voit de même exposé brièvement la théorie lunaire de Ptolémée. Albategni assure qu'il a vérifié la première inégalité de 5° 1' par les éclipses, et l'évection 2° 39' par les quadratures; il n'a fait aux tables lunaires d'autre changement, que celui qui provient du mouvement du Soleil qu'il a trouvé plus rapide, puisqu'il a diminué la durée de l'année; il a aussi diminué l'argument de la latitude à raison de 27' pour le tems écoulé depuis Ptolémée.

Suivant lui, l'ombre de la Terre s'étend jusque par delà l'orbite de Mercure, ce qui n'est pas exact à beaucoup près; mais c'est une suite nécessaire de la position qu'il suppose à cette orbite, quand il dit que la plus grande parallaxe de Mercure est la même que la plus petite parallaxe de la Lune; d'où il suivrait que les deux orbites se toucheraient sans se pénétrer. Il ajoute que si Mercure ne souffre jamais d'éclipse, c'est qu'il ne se trouve jamais en opposition avec le Soleil. Il est vrai que Mercure ne se trouve jamais en opposition, mais on serait en droit de demander à Albategnius sur quel fondement il attribue à Mercure une parallaxe si considérable.

Il remarque, comme une chose singulière, que Ptolémée n'a donné aucun exemple d'éclipse de Soleil. *Nous ignorons ce qui l'en a empêché.* Pour moi je soupçonne que ce peut être l'incertitude de ses parallaxes; mais cette raison n'a pas retenu Théon, ce qui nous fait suspecter la réalité de son observation.

Pour lui, il établit sa doctrine sur deux éclipses qu'il a observées lui-même. Dans la première, le Soleil et la Lune étaient apogées; dans l'autre, le Soleil était périgée, et la Lune dans ses moyennes distances.

Le milieu de la première arriva l'an 1202 d'Hilcarnain, c'est-à-dire l'an 1214 depuis la mort d'Alexandre, ou 1638 de Nabonassar, au milieu du premier jour du mois ab, dans la ville d'Aracte. L'éclipse dura une heure temporaire. La quantité fut de plus de $\frac{2}{3}$ *autant qu'on put voir*. Suivant le calcul de l'auteur, le Soleil était, par son mouvement égal, en $4^s\ 20^\circ\ 54'$, et son lieu vrai en $4^s\ 19^\circ\ 14'$; la Lune moyenne en $4^s\ 17^\circ 50'$ (Halley dit $56'$); la Lune vraie, comme le Soleil. Le lieu vrai, sur l'épicycle, $352^\circ 57'$; longitude moyenne, $174^\circ\ 43'$; la vraie, $176^\circ\ 11'$ (Halley dit $51'$); la conjonction vraie avait précédé de $\frac{1}{8}$ d'heure la conjonction apparente. L'argument de la latitude était $177^\circ\ 11'$ (Halley dit $176^\circ\ 55'$); la latitude observée au méridien $0^\circ 6'$; la latitude vraie $0^\circ\ 16'$ boréale; tandis que, suivant les Tables de Ptolémée, la quantité de l'éclipse devait être de plus de $\frac{3}{4}$, et le milieu précédait d'une heure le milieu observé.

La seconde éclipse, observée de même par Albategni, le fut à Antioche, l'an 1205 d'Hilcarnain (Halley 1212), ce qui fait l'an 1217 (Halley 1224) d'Alexandre, et 1636 de Nabonassar, $5^h\ \frac{2}{3}$ équinoxiales avant midi du 23 du second mois huni (Halley canun). La quantité de l'éclipse parut d'un peu plus que la moitié du Soleil. Le tems du milieu réduit à Aracte était $3^h\frac{1}{2}$ un peu moins avant midi; la partie éclipsée parut donc moindre que de $\frac{2}{3}$ (il vient de dire un peu plus que moitié, ou que $\frac{3}{6}$, $\frac{2}{3} = \frac{4}{6}$; on peut supposer $\frac{7}{12}$); le lieu moyen du Soleil fut en conjonction $10^s\ 7^\circ 9'$; le lieu vrai, $8^\circ\ 35'$; le lieu moyen de la Lune, $10^s\ 12^\circ\ 49'$; le lieu vrai, celui du Soleil; l'anomalie sur l'épicycle, $156^\circ 55'$ (Halley $126^\circ\ 55'$); l'argument moyen de la latitude, $173^\circ\ 55'$ (Halley $25'$); l'argument vrai, $169^\circ\ 41'$ (Halley $11'$); le milieu observé précédait la conjonction vraie d'une demi-heure équinoxiale; la latitude apparente, $0^\circ\ 10'$ presque; la latitude vraie, $59'$ presque; l'argument de latitude, $168^\circ\ 45'$. Suivant les Tables de Ptolémée, l'éclipse devait être totale, et le milieu suivre de deux heures le milieu observé. De pareilles erreurs ne pouvaient se négliger, il fallait corriger les tables.

Il rapporte ensuite deux éclipses de Lune. La première est de l'année 1194 d'Hilcarnain, ou 1206 de la mort d'Alexandre, 1630 de Nabonassar, le 53 du mois zémur (Halley tamuz); le milieu à Aracte, un peu plus de 8 heures équinoxiales après midi; la quantité un peu plus que la moitié et un tiers, ou $\frac{5}{6}$ de la Lune; le Soleil moyen était en $4^s\ 5^\circ\ 51'$ (Halley $21'$); le lieu vrai, $4^s\ 4^\circ 5'$ (Halley $1'$); le lieu moyen de la Lune, $10^s 8^\circ 45'$; le lieu vrai, $180^\circ + \odot$ vrai; l'anomalie sur l'épicycle, 93° (Halley $113^\circ 8'$); l'anomalie vraie, $94^\circ\ 10'$ (Halley $3^s\ 24^\circ\ 10'$); l'argument moyen de latitude, $190^\circ\ 49'$; l'argument vrai, $186^\circ\ 5'$; la latitude à midi, o° 58′ presque. Suivant Ptolémée, l'éclipse aurait dû être $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{...}$, et le milieu $\frac{3}{4}$ d'heure plutôt qu'il n'a été observé. Nous verrons plus loin les remarques de Halley sur ces observations et ces calculs.

La seconde éclipse est de l'an 1212 d'Hilcarnain, ou 1224 d'Alexandre, 1648 de Nabonassar. Le milieu, 15 $\frac{1}{3}$ heure, après le midi du second jour, à Antioche; à Aracte, 15 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$; après midi, l'éclipse fut presque totale, et le Soleil était en 4^s 16° 10′; le lieu vrai, 4^s 14° 56′; le lieu moyen de la Lune, 10^s 19° 54′ (Halley 24′); le lieu vrai, 180° + ☉; l'anomalie sur l'épicycle, 110° 7′; l'anomalie vraie, 91° 5′ (Halley 5^s 21° 5′); l'argument moyen de latitude, 109° 10′ (Halley 6^s 10° 10′); l'argument vrai, 185° 51′ (Halley 21′); la latitude au milieu de l'éclipse, o° 28′ presque. Suivant les Tables de Ptolémée, l'éclipse devait être $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$, et le milieu devait précéder de $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ d'heure équinoxiale le milieu observé.

Ainsi la quantité et le lieu de l'éclipse différaient des tables, et c'est ce que *nous avons trouvé plus ou moins* dans toutes les éclipses que nous avons observées. Mais nous nous sommes contenté de ces deux éclipses de Lune, dans lesquelles le Soleil était apogée, et la Lune presque au même lieu moyen; la différence n'étant guère que $\frac{1}{2}$ degré, et la latitude dans la même partie; cependant, entre la première et la deuxième latitude il y avait 3′ 50″ de différence; de la différente quantité des deux éclipses, il résulte que le diamètre de la Lune est de 33′ 20″; et comme la proportion du diamètre de l'ombre au diamètre lunaire, est la même qui avait été établie par Ptolémée, c'est-à-dire 2 $\frac{3}{5}$, on aura 43′ 30″ presque, pour le rayon de l'ombre. Ce qui suit est peu intelligible, malgré une note de Regiomontanus qui commente ici le passage de Ptolémée; mais après cette note, on voit clairement exprimé que le diamètre de la Lune est de 29′ 30″ à l'apogée, et de 38′ 30″ au périgée. Ptolémée le faisait toujours au moins de 31′ 20″; d'où il résultait qu'aucune éclipse ne pouvait être annulaire. Ainsi voilà encore une remarque importante qui est due à Albategni, qui ne parle pas expressément de ces éclipses; mais il en suppose la possibilité, quand, à propos de la distance, où le diamètre est de 31′ 20″, il ajoute : *et alors elle pourra cacher le Soleil tout entier*. De ces calculs, il cherche à déduire les distances du Soleil, qu'il trouve de 1156 demi-diamètres de la Terre, et 1108 pour la moyenne. D'où il pouvait conclure les parallaxes, 2′ 58″ pour la distance apogée, et 3′ 6″ pour la moyenne distance. Ces calculs, fondés sur une fausse théorie, ne méritent pas d'être refaits.

On trouve ensuite l'explication des phases de la Lune, puis une idée très succincte de la théorie des planètes. Les rétrogradations arrivent lorsque le mouvement sur l'épicycle est égal ou contraire au mouvement du centre de l'épicycle ; ce qui a lieu, dit-il, quand la planète est dans le rayon visuel tangent à l'épicycle, ce qui n'est pas exact, car alors le mouvement dans l'épicycle est nul, et il reste le mouvement du centre sans aucune compensation; c'est une inadvertance. Il n'a pas trouvé que ses observations fussent entièrement conformes aux Tables de Ptolémée, et la chose pouvait se prévoir aisément, en voyant le petit nombre et souvent le mauvais choix des observations employées par Ptolémée. En conséquence, il a calculé de nouvelles tables de station et de rétrogradation, en divisant par l'intervalle écoulé l'erreur qu'il avait aperçue; car, ajoute-t-il, nous n'avons rien omis de ce qui nous a paru propre à corriger quelque erreur et à perfectionner les tables. Il n'a presque rien changé aux latitudes des trois planètes supérieures. Les différences étaient plus fortes pour Mercure et Vénus; mais en corrigeant Ptolémée il n'ose pas assurer si les fautes étaient de lui ou de son traducteur. Ainsi il ne connaissait que la version arabe de la Syntaxe.

Les mois arabes sont almuartham, saphar, rabeth 1er, rabeth 2e, gumedi 1er, gumedi 2e, rageb, scaben, ramadan, scauhel, dulcada et dulhega. Les mois des Romains, suivant la manière de compter des Grecs et des Égyptiens, sont elul, zersin 1er, zersin 2e, kemni 1er, kemni 2e. Subhat est de 28 jours trois ans de suite, et de 29 la quatrième année (on voit que ce doit être février), et alors l'année est bissextile; les six autres sont har, trisan, hiar, houtan, themur et ab, qui doit être août. Les mois persans sont efrosomeh, asdias, demed, chordecineeh, tirmeh, mirdeemeh, scharumeh, mabramech, dont le 16e jour est almahregen, abamneh, dont le 26e est alaffrudh, euge, ensuite dix jours, dont cinq sont le reste d'abamneh; les cinq autres n'appartiennent à aucun mois et se nomment adrameh, oimeh, bahmemmeh, sfindar et memmeh. (Je ne réponds pas de la fidélité de la traduction.) Chaque mois est de 30 jours et l'année de 365. Les mois alkept sont zut, bena, aceur, kahiac, zona, amseir, boronhor, barmuhda, basceus, bona, abhib, mufre, chacun de 30 jours. On ajoute cinq jours lagnahic. L'année alkept est de 365 jours. L'époque d'où commencent les Romains (et les) Alkepts, est la mort d'Alexandre macédonien; les Égyptiens romains commencent de l'ère de Hilcarnain, *et il y a entre eux 12 années égyptiennes.*

Lorsque vous voudrez connaître les années alhegera (l'hégire) et le commencement de chacun des mois arabes, prenez les années complètes d'alhegera, multipliez-les par 355 $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{6} = \frac{11}{30}$; si le produit offre une fraction moindre que $\frac{1}{2}$ négligez-la; si elle passe $\frac{1}{2}$, prenez-la pour un jour et ajoutez-la; la somme sera le nombre de jours écoulés depuis le commencement d'alhegera; c'est la racine, conservez-la; ajoutez-y cinq jours et retranchez-en tous les 7, le reste moindre que 7 sera la *marque* de l'année entrante. *De qua à die dominica unicuique decimo projecto dies in quâ terminabitur erit prima dies almuharam illius anni in quo fueris*; comptez-le depuis le dimanche, et le jour où il se terminera sera le premier jour d'almuharam de l'année commençante. Si vous voulez passer à un autre mois, ajoutez alternativement 2 et 1 à la *marque* de l'année, ou bien 3 jours pour deux mois; mais si un seul mois reste qui doit avoir un nombre pair, ôtez-en deux jours (je crois qu'il faut : donnez-lui deux jours) et retranchez 7, comptez le reste, à partir du dimanche, et le jour où il se terminera sera le premier du mois cherché.

Si vous voulez trouver le commencement des mois romains par le nombre entier d'années d'Hilcarnain, prenez ce nombre, ajoutez-y un quart; la fraction, s'il y en a une, négligez-la toujours, ôtez-en tous les 7, comptez le reste à partir de dimanche, et le jour où il finira sera le premier elul de l'année commençante; si la *fraction moitié est un tout*, l'année commençante sera bissextile; si *elle est plus ou moins*, l'année sera commune. (Je copie fidèlement sans rien garantir).

Si vous voulez un mois autre qu'elul, ajoutez 2 jours pour chaque mois de 30 et 3 pour ceux de 31. Vous n'ajouterez rien pour subat, à moins que l'année ne soit bissextile; alors ajoutez un jour.

Tous ces préceptes reviennent à faire usage de la *marque*, qui est un chiffre dominical; ou en général du jour de la semaine, pour trouver le commencement de l'année et celui de chaque mois.

Si vous voulez le commencement des mois persans par leurs années, prenez les années entières d'Iardagir, fils de Kisre; ajoutez 3 à ce nombre et rejetez tous les 7, comptez le reste depuis le dimanche et vous arriverez au premier jour d'efrosdmeh; ce jour est *eneirur*. Pour avoir les mois, ajoutez 2 jours pour chaque mois, excepté abramah, à qui il ne faut rien ajouter; rejetez les 7, comptez le reste depuis le dimanche et vous arriverez au commencement du mois. Les Egyptiens précèdent les Grecs alkept de trois jours pour le premier elul; à chaque année quatrième, *inaccaric*, ils les précèdent d'un jour. Pour connaître

6

les commencemens des mois alkept, prenez les années entières hilcarnain, ajoutez-y 5 jours et rejetez tous les 7; comptez le reste du dimanche et vous aurez le premier jour de l'année. Pour les autres mois, ajoutez 2 jours pour chacun, rejetez les 7 et suivez le reste du précepte ordinaire. Si les jours épagomènes sont passés, ajoutez-les pour compléter l'année; ce sont les lagnahir.

Si vous voulez le taric des Romains par le taric d'alhegera, pour connaître le jour du mois romain où vous êtes, il faut savoir d'abord les années d'hilcarnain qui sont passées; prenez la racine arabe conservée (ci-dessus), ajoutez-y 317 jours, ajoutez à la somme les jours écoulés des mois et jours arabes; divisez le tout par 365 $\frac{1}{4}$, le quotient sera le nombre d'années entières, ajoutez 935 ans, la somme sera le nombre d'années d'hilcarnain. Conservez ce nombre, distribuez les jours restans entre les mois, à commencer d'elul, vous aurez les mois. S'il reste des jours, ce seront ceux des mois. S'il y a (*une fraction*) négligez-la. Si la fraction est une moitié, l'année non achevée sera bissextile, dans laquelle vous prendrez 28 pour le mois subat (29 apparemment.)

Voulez-vous connaître le taric alkept par le taric romain? prenez les années d'Hilcarnain avec l'année donnée. Si vous êtes au premier jour d'elul, retranchez-en 387 jours; prenez le quart en négligeant la fraction. S'il n'y en a pas, l'année sera bissextile. S'il n'y a pas de fraction, rejetez un jour jusqu'à ce que subat soit passé; s'il est passé, ajoutez toujours les trois jours; ce sont ceux que les Alkepts comptent de plus que les Grecs, au premier elul, qui est *tut*. A ce que vous aurez ainsi trouvé ajoutez les mois écoulés depuis le commencement d'elul; rejetez 365 de la somme, si cela est possible, et ajoutez un an. Si l'année est bissextile et subat déjà passé, donnez-lui 28 jours, retranchez 366, ce qui restera sera le nombre de jours écoulés de cette année alkept. Comptez 30 jours pour chaque mois, à commencer d'atar, vous aurez les mois entiers; ce qui restera sera le nombre des jours du mois.

Ce taric sert à trouver les mouvemens des astres par les Tables de Théon, après avoir ajouté 15 au nombre des années, parce qu'elles sont pour la mort d'Alexandre de Macédoine; on ne met point au nombre des mois le premier mois de ces tables.

Si vous voulez le taric des Persans par le taric d'alhegera, prenez la racine arabe conservée; distribuez ce qui est passé de l'année en mois de 30 et 29 jours alternativement, ajoutez la partie écoulée du mois où vous êtes; ce qui viendra sera le nombre de jours écoulés depuis le commencement d'alhegera jusqu'au jour où vous êtes. Otez-en 3655 jours qui sont entre alhegera et les années jedagird; divisez le reste par 365, le quotient sera le nombre d'années entières écoulées depuis la mort d'Jarddagird, fils de Kisrc. Le reste sera moindre que 365; vous le distribuerez entre les mois, en donnant à chacun le nombre de jours qui lui appartiennent, en commençant par effrosdimeh, et le jour qui terminera l'opération sera celui du mois persan désiré. Si vous avez compté le mois abrameh, mettez de plus 35 jours; le jour qui suivra celui où se termine l'année des Persans sera le jour *enneirur* des mois persans. (Je copie fidèlement sans hasarder de correction).

Voulez-vous le taric alhegera par le taric des Romains, selon les Egyptiens? ôtez 935 ans des années d'Hilcarnain; multipliez le reste par 365 $\frac{1}{4}$; gardez la fraction, s'il y en a une; du nombre des jours retranchez 317; au reste ajoutez les jours écoulés depuis le commencement d'elul, vous aurez ce qui s'est passé depuis le commencement d'alhegera; divisez ce nombre par 365 $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{6}$, le quotient sera le nombre d'années depuis le commencement d'alhegera. S'il y a une fraction, négligez-la quand elle sera au-dessous de $\frac{1}{2}$; comptez-la pour un, quand elle sera plus grande. Distribuez ensuite les jours entre les mois, par 30 et 29 alternativement, depuis almuarham, vous aurez les mois entiers; ce qui restera de jours sera le quantième du mois arabe suivant.

Voulez-vous le taric alhegera par le taric des Persans? prenez les années entières d'Jarddagird; multipliez-les par 365; ajoutez-y ce qui s'est écoulé depuis le commencement d'effrosdmec jusqu'au jour cherché; à la somme joignez 3655 jours, vous aurez les jours depuis alhegera; faites-en des années arabes, comme nous avons dit.

Si voulez connaître le taric persan par celui des Romains, prenez les années complètes d'Hilcarnain; ôtez-en 975, ce seront les années que vous demandez. Gardez-les; prenez-en le quart; s'il y a une fraction, n'en tenez compte; à ce quart (ajoutez) 77 jours et de plus ce qui s'est écoulé depuis le commencement d'elul. Rejetez 365, s'il y a lieu, et conservant les années, ajoutez-y un an; ce qui reste de jours se distribuera entre les mois, en commençant par effrosdmec. Si la fraction des quarts contient $\frac{3}{4}$, l'année sera bissextile; donnez 29 jours à subat.

Si vous désirez savoir quel jour sera enneirur de l'année entrante, *prenez toujours* 3 *fois* 77 *quotient du quart*, retranchez-le de 366, comptez le reste, à chaque mois, depuis le premier d'elul, et le jour du mois romain où se terminera l'opération sera le jour *enneirur* ou le commencement de l'année persane. Quant aux jours qui suivront enneirur, vous en ferez l'usage que nous avons dit. (Le passage en italiques est plus que suspect.)

Voulez-vous le taric des Romains par le taric persan? prenez les années complètes persanes, multipliez-les par 365; ajoutez au produit ce qui s'est écoulé depuis le commencement d'elfrosdmec; divisez la somme par 365 $\frac{1}{4}$, le quotient donnera les années complètes; vous y ajouterez 955 ans, et vous aurez les années complètes d'Hilcarnain; ce qui restera de jours, vous le distribuerez à chaque mois, et vous négligerez les fractions; s'il n'y en a point l'année sera bissextile, subat aura 29 jours.

Voulez-vous le taric des Romains par le taric alkept? prenez les années alkept, qui sont des années complètes égyptiennes d'Hilcarnain; ôtez-en 387 jours, prenez le quart du reste, retranchez-le des jours écoulés de l'année alkept, du reste ôtez 30, comptez le reste en partant du commencement d'elul, et où se terminera l'opération, là sera le quantième du mois romain.

Si les jours du quart surpassent le nombre des jours d'atar, diminuez le nombre des années égyptiennes et ajoutez 365 jours; ôtez de la somme les jours du quart, comptez le reste en partant d'elul; s'il y a une fraction, n'en tenez compte, et si vous ajoutez 15 aux années complètes alkept, vous aurez les années depuis la mort d'Alexandre. Ajoutez 535 années égyptiennes, vous aurez les années suivant lesquelles sont construites les Tables de Ptolémée, c'est-à-dire les années de Nabucodonosor Ier.

Tous ces détails de correspondance entre les divers calendriers sont minutieux et fatigans. Pour faciliter les conversions, Albategni avait fait des tables. A l'aide de ce qu'on vient de lire, on pourrait refaire les tables. C'est une entreprise que nous n'avons pas tentée. Nous trouverons des tables de ce genre dans les auteurs du moyen âge.

Au moyen de ces tables ou de ces règles, on pourra faire servir les Tables d'Albategni à tous les calendriers.

Dans l'explication de ses Tables du Soleil, il donne la longitude de l'apogée 85° 15′ pour l'an 1191 d'Hilcarnain, le premier du mois adhar. Il prescrit d'y ajouter 1° pour 66 ans d'intervalle; c'est la précession qu'il suppose; il ne donne donc pas de mouvement propre à l'apogée; il n'a fait que corriger Ptolémée, en ce point comme dans quelques autres.

Pour l'usage de ses tables, il faut convertir les heures civiles qui sont temporaires, en heures astronomiques qui sont équinoxiales. Il faut avoir égard à la différence des méridiens; il en donne les préceptes.

Pour entendre le chapitre suivant, il faut savoir ce que sont les 12 maisons.

Soit (fig. 7) HQO l'horizon, ΥEQ l'équateur, P le pôle; par les points H et O de l'horizon et du méridien, menez les cercles HAO, HA'O, etc., qui coupent l'équateur de 30 en 30°, depuis 0 jusqu'à 360°; ces arcs couperont l'écliptique aux points β, B, B', C, etc., qu'on appelle *cuspides domorum, les pointes des maisons*. Le problème est donc de connaître β pointe de la 10ᵉ maison, B pointe de la 11ᵉ, B' pointe de la 12ᵉ, C pointe de la première ou l'ascendant de l'horoscope. La 1ʳᵉ maison est sous l'horizon, elle est terminée par le cercle de position HA''O, les autres sont à la suite. Soit $\Upsilon E = M =$ ascension droite du milieu du ciel, $EA = \varphi$ l'arc de l'équateur, φ sera 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, et 360 ou 0 successivement; le triangle EAH rectangle en E donne

$$\tang A = \frac{\tang HE}{\sin EA} = \frac{\cot H}{\sin \varphi} \quad \text{et} \quad \cot A = \sin \varphi \tang H = \tang H';$$

mais le triangle obliquangle ΥAB donne

$$\cot \Upsilon B = \cot \Upsilon A \cos \omega + \frac{\sin \omega \cot \Upsilon AB}{\sin \Upsilon A} = \cos \omega \cot \Upsilon A - \frac{\sin \omega \cot EAH}{\sin \Upsilon A},$$

ou

$$\cot \Upsilon B = \cos \omega \cot (M + \varphi) - \left(\frac{\sin \omega}{\sin (M + \varphi)}\right) \sin \varphi \tang H$$
$$= \cos \omega \cot (M + \varphi) - \frac{\sin \omega \tang H'}{\sin (M + \varphi)},$$

équation générale dans laquelle il faudra mettre pour φ sa valeur, et il suffira de six de ces valeurs; car les 12 maisons, comme les 12 cercles de positions, prises deux à deux, diffèrent de 180°.

La solution est bien simple, si l'on fait les divisions de l'équateur de 30 en 30° qui valent deux heures équinoxiales. Mais au lieu de 2 heures équinoxiales, on peut prendre 2 heures temporaires; alors les divisions du jour ne sont plus égales à celles de la nuit; mais 2^h de jour $+ 2^h$ de nuit $= 4$ heures équinoxiales. Le calcul est moins uniforme, il est un peu plus long. On dispute pour savoir si Ptolémée employait les heures équinoxiales ou les heures temporaires; mais peu nous importe; il en résulte seulement que Ptolémée n'a pas donné les préceptes de l'opération, car on y verrait bien quelles heures il employait

On a proposé un autre mode de tirer les cercles de position. Campanus et Gazulus prétendent que c'est le premier vertical et non l'équateur qu'il faut diviser en 12 parties égales; par ce moyen, les douze maisons seraient égales, et formeraient chacune un fuseau dont l'angle serait de 30°. Cette méthode paraîtrait plus raisonnable; alors $\varphi = EA$ n'est plus une quantité connue; ce sont (fig. 8) les angles EHA, EHA', EHQ, qui sont de 30, 60, 90 etc. $= \psi$,

$$\cos EAH = \sin\psi \cos HE = \sin\psi \sin H = \sin H'; \ \tang\varphi = \tang EA = \cos H \tang\psi,$$
$$\cot \Upsilon B = \cos\omega \cot(M+\varphi) - \frac{\sin\omega \tang H'}{\sin(M+\varphi)};$$

le calcul est un peu plus long, mais non plus difficile.

Il était plus embarrassant pour les anciens, qui n'avaient pas de tangentes; ils pouvaient résoudre le problème par leurs tables des climats qui, pour chaque degré de l'écliptique, donnaient l'ascension oblique ou le point de l'équateur avec lequel se levait ce point de l'écliptique; mais il aurait fallu calculer le climat.

Par le point A de l'équateur et du cercle de position HAO (fig. 9), menez le cercle horaire PAR, PA sera de 90°, et fera des angles droits avec l'équateur, PAO = HAR = 90° — EAH; abaissez l'arc perpendiculaire Px, cet arc sera la mesure de l'angle PAx = PAO = HAR = hauteur du pôle sur le cercle de position; donc

$$\tang HAR = \tang H' = \cot EAH = \sin\varphi \tang H,$$

et

$$\cot \Upsilon B = \cos\omega \cot(M+\varphi) - \frac{\sin\omega \sin\varphi \tang H}{\sin(M+\varphi)} = \cos\omega \cos(M+\varphi) - \frac{\sin\omega \tang H'}{\sin(M+\varphi)};$$

ce qui jusqu'ici ne change rien à notre formule, que l'on pourrait réduire en tables, en prenant H' pour constante; ce qui se peut, puisque $\tang H' = \sin\varphi \tang H$, et que φ est connu. On aurait ainsi des tables de climats qui ne seraient pas tout-à-fait celles des anciens.

Mais le cercle de position HAO est l'horizon du lieu, dont la latitude est Px = 90° — A; quand le point A se levera pour cet horizon, le point B de l'écliptique se levera en même tems. $\Upsilon A = (M+\varphi)$ sera l'ascension oblique de B pour ce climat; cherchez cette ascension oblique dans la table du climat H' = Px, vous trouverez à quel degré de l'écliptique répond cette ascension oblique; vous connaîtrez ΥB ou la pointe de la maison, c'est-à-dire la longitude de cette pointe, ou l'ascendant de la maison, et le problème sera résolu; mais ce sera un hasard si vous avez une table du climat Px ; il s'en faudra toujours de quelque chose que Px ne soit un climat dont la table est calculée ; il faudra prendre des parties proportionnelles, et la solution ne sera pas d'une grande précision, mais les astrologues n'y regardaient pas de si près.

Cela posé, écoutons Albategnius. Voulez-vous connaître l'ascendant des 12 maisons, par les heures écoulées du jour ou de la nuit? pour le jour, comptez ces heures du lever du Soleil ; pour la nuit, du coucher du Soleil; si ce sont des heures égales, multipliez-les par 15 (la traduction dit 5, c'est une faute); si elles sont temporaires, multipliez-les, pour le jour, par leurs valeurs en degrés, et pour la nuit, par les valeurs qu'elles auront pendant la nuit ; ajoutez le nombre des degrés qui en viendra à l'ascension oblique du Soleil pour le climat, vous aurez le point de l'équateur qui sera à l'horizon ; si c'est la nuit, ajoutez le nombre des degrés à l'ascension oblique du nadir du Soleil, vous aurez de même le point orient de l'équateur; avec ce point, cherchez dans la Table du climat le lieu de l'écliptique qui y répondra, vous aurez l'ascendant ; vous le porterez dans la Table des ascensions de la sphère droite, et vous aurez le point de l'équateur avec lequel il culmine.

Connaissant l'ascendant, vous aurez l'occident qui en est le nadir. L'opposé du milieu du ciel sera l'*angle de la terre*.

Si vous voulez connaître l'ascendant par les heures depuis midi, multipliez-les par 15 ou par leur valeur temporaire, et ajoutez le produit à l'ascension droite du ☉, vous aurez le milieu du ciel, et vous trouverez l'ascendant par les moyens indiqués. Il y a ici une transposition de quelques mots dans la traduction.

Si vous voulez connaître les onze autres maisons, prenez les heures de degré ascendant dans le climat, doublez-les (car deux heures font une maison), ajoutez-les aux heures qui vous ont donné l'ascendant et le milieu du ciel, vous aurez le point orient et le milieu du ciel avec lequel, dans la table des ascensions droites, vous trouverez le point culminant, qui sera le commencement de la 11^{e} maison.

En prescrivant de doubler les tems des heures du climat, il paraît qu'Albategni emploie les heures temporaires. Ajoutez les tems, c'est-à-dire les degrés de ces deux heures temporaires, à ceux qui vous ont donné l'ascendant, vous aurez les points de l'équateur au méridien et à l'horizon du lieu pour deux heures temporaires plus tard ; vous aurez le point de l'équateur qui passera au méridien deux heures plus tard; cherchez ce point dans la table des ascensions droites, vous aurez le point culminant qui sera, dit Albategni, la pointe ou le commencement de la 11ᵉ maison; c'est là ce qu'il appelle *commencement de la 11ᵉ maison*, et le précepte est aisé; c'est aussi celui de Magin. On partage les arcs de l'équateur suivant ces angles horaires; on en déduit le point de l'écliptique, et c'est par ce point de l'écliptique qu'on fait passer les cercles de position.

Albategni ajoute : retranchez de 60° l'arc de deux heures de jour, vous aurez l'arc de 2 heures de nuit; ce sera ce qu'il faudra désormais ajouter. On l'ajoutera d'abord à la première ascension oblique qui a donné l'ascendant, le point culminant correspondant sera le commencement de la 11ᵉ maison.

Il est bien clair qu'Albategni emploie les heures temporaires; et comme il ne dit pas qu'il ait changé la méthode, on pourrait en induire que telle était en effet la méthode de Ptolémée, et il paraît que cela s'écartait moins des idées du tems.

Dans le précepte pour trouver le lieu de la Lune et de son nœud, on ne voit rien qui indique le moindre changement dans les tables.

Dans le chapitre des parallaxes, on retrouve les méthodes de Ptolémée; mais ce que l'auteur grec n'avait pas dit, c'est que la plus grande parallaxe de Mercure est égale à la plus petite de la Lune. Ptolémée avait dit au contraire que la parallaxe des planètes était insensible.

A l'article des distances de la Lune, il dit que si le demi-diamètre est d'une partie, la plus petite distance de la Lune sera de 33ᵖ33'; le sinus de la parallaxe sera donc

$$\frac{1^p}{33^p\,33'} = \frac{1'}{33'\,33''} = \frac{60}{2013} = \sin 1^\circ 42' 50'',$$

la plus petite parallaxe

$$\frac{1'}{64'\,10''} = \frac{60}{3850} = \frac{6}{385} = \sin 53' 34'';$$

ainsi il n'a point amélioré les parallaxes de Ptolémée, qui s'était trompé de 40' sur la plus grande.

Pour calculer les parallaxes de longitude par les tables qu'il avait construites, et qui n'ont pas été publiées, il donne les préceptes suivans : cherchez le milieu du ciel, le point culminant, le point orient de l'écliptique, l'arc de l'écliptique entre l'horizon et le méridien, l'arc entre la Lune et l'ascendant, la hauteur du point culminant;

$$\sin O = \frac{\sin BC}{\sin OC}\text{(fig. 10)},\quad \sin LD = \sin O \sin OL = \frac{\sin BC \sin OL}{\sin OC},\ (90^\circ - LD)$$

est, dans la table, l'argument de la parallaxe; si la Lune est à 90° du point orient, la parallaxe sera toute en latitude; prenez la distance de la Lune au nonagésime, et cherchez-en le sinus et le cosinus (vous aurez (fig. 10) $\tang LD = \cos L \tang OL$ et $\cos L = \frac{\sin LD \cos OL}{\cos LD \sin OL}$; vous aurez ainsi le complément de l'angle L du cercle vertical avec l'écliptique), c'est à cela que revient le précepte d'Albategni; si ce n'est que, dans la règle, pour avoir cos L, le traducteur paraît avoir omis sin OL au dénominateur. Ce qu'il dit ensuite pour le cas où la hauteur serait dans la partie septentrionale, paraît inintelligible, ainsi que ce qu'il ajoute sur l'usage de neuf tables que nous n'avons pas, où l'on prend la parallaxe qui convient à la situation de la Lune, et la parallaxe de hauteur, d'où l'on déduit les parallaxes de longitude et de latitude; tout ce qu'on y entrevoit, c'est que les procédés n'ont rien de neuf ni d'intéressant. Il veut prouver ensuite qu'on aurait les mêmes choses par les Tables de Théon, *qui avait calculé pour sept climats différens, de demi-heure en demi-heure du plus long jour, les parallaxes de longitude et de latitude,* par les procédés indiqués par Ptolémée. Ces préceptes au reste sont si longs, si obscurs, qu'on aurait plutôt fait de calculer les parallaxes par nos formules modernes, que de lire seulement les préceptes d'Albategni, dont l'opération serait ensuite plus longue que nos calculs. On croit voir ensuite qu'il veut enseigner comment on peut observer la parallaxe de latitude au nonagésime, parce qu'alors elle est la même que celle de hauteur.

Il parle ensuite des moyens de trouver, par observation, les tems des nouvelles Lunes; il a éprouvé qu'on pouvait voir la Lune à 10° 50′ de distance au Soleil, et à 13° ½ selon les circonstances. Il parle ensuite des phases de la Lune et d'un moyen graphique de les déterminer. Le texte fort obscur est accompagné de figures auxquelles plusieurs lettres manquent; en sorte que le tout paraît une énigme dont le mot n'est pas bien intéressant, et n'existe peut-être pas.

Le chapitre XLII parle des conjonctions et oppositions moyennes de la Lune, des moyens pour conclure le tems des syzygies vraies, la quantité et la durée de l'éclipse; et ce qu'on y voit d'extraordinaire, c'est que le disque de la Lune se partage en 15 parties qu'on appelle *doigts*. Il traite brièvement des points de l'horizon vers lesquels se dirigent les cornes de l'éclipse. Le reste des préceptes est d'une excessive prolixité, et n'apprend rien. En général, cette explication de l'usage des tables paraît rédigée pour un calculateur qui ne comprendrait rien à l'opération

7

qu'il aurait à faire, et à qui on se croit obligé de tout dire plusieurs fois.

S'il s'agit d'une éclipse de Soleil, il faut chercher de combien la parallaxe de longitude avance ou retarde la conjonction apparente. Le diamètre du Soleil se partage en 15 doigts, comme celui de la Lune. Les préceptes d'Albategni sont ceux de l'opération trigonométrique qui donne les demi-durées par la règle du carré de l'hypoténuse. Rien par conséquent que de très connu; et comme il emploie les Tables de Théon, nous pouvons renvoyer à ce que nous en avons dit, en extrayant le commentaire sur la Syntaxe.

Les chapitres sur les planètes sont très courts et n'offrent rien à extraire.

Les apogées des planètes, dans leurs épicycles en l'an 1161 d'Hilcarnain (p. c. 1191), étaient les suivans : ♄ 114° 58′, ♃ 164° 58′, ♂ 156° 18′, Vénus comme le Soleil 85° 14′, Mercure 501° 58′ (erreur), et ces longitudes augmentent d'un degré en 66 ans. L'apogée de Saturne était aussi *sa latitude.*

Saturne, Jupiter et Mars sont visibles, quand ils sont à 20° du Soleil; on entrevoit quelque chose de semblable pour Mercure et Vénus; puis il est dit *que la quantité de l'arc visible* est de 14° pour ♄, 12° 40′ pour Jupiter, 14½ pour Mars, 2° 40′ pour Vénus, 11½ pour Mercure. Il traite ensuite des configurations des planètes avec le Soleil, et les désigne en général par le mot *maneriæ.*

Pour le Soleil et la Lune, Albategni admet les distances données par Ptolémée, et qu'il a vérifiées lui-même par les éclipses qu'il a observées. Pour les autres planètes, il va dire ce qu'ont pensé les sages venus après Ptolémée. Si *le diamètre* de la Terre est d'une partie (je crois qu'il faut dire *demi-diamètre*), la distance périgée de Mercure sera de $64^p\ 10'$, *c'est ce qui est prouvé,* il ne dit pas comment; et voilà pourquoi il a dit ci-dessus que la plus grande parallaxe de Mercure est égale à la plus petite parallaxe de la Lune. Les cercles de Mercure et de Vénus sont entre la Lune et le point où le Soleil est périgée. Il est encore prouvé que la Lune périgée est distante de $18^p\ 58'$; il a dit ci-dessus $53^p\ 33'$. Ce qui tourne au-dessus s'apelle *alacir;* c'est la région ou la course des planètes. La distance de cet alacir à la Terre, est de $18^p\ 58'$, comme il vient d'être dit; il ajoute, le *demi-diamètre* de la Terre étant pris pour unité; les élémens ne s'étendent pas plus loin. Ce qui vient après s'appelle *essence cinquième.* Elle est dépourvue de légèreté et de gravité, c'est ce que signifie le mot alacir, *quod est alacir.* C'est de cette *manière, hujus maneriei,* qu'est composé le ciel de Mercure, qui vient après la Lune. Sa distance la plus petite est de $64^p\ 10'$; la plus grande, de 166 demi-diamètres de la Terre. Le milieu entre ces deux distances serait $115^p\,5'$; il dit 112. Son diamètre est $\frac{1}{15}$ du diamètre solaire, $\frac{112}{12}=9\frac{4}{12}=9\frac{1}{3}$; Albategni dit $7\frac{2}{3}$. Le diamètre du Soleil est cinq fois et demie celui de la Terre; si la distance moyenne du Soleil est de 1108 parties, ainsi que nous l'avons prouvé, $\frac{1108}{5.5}=\frac{2216}{11}=201\frac{11}{16}$, Albategni dit $201\frac{1}{2}$; si l'on compare les $7^p\frac{2}{3}$ de Mercure à $201\frac{1}{2}$, on aura $1^p\,36'\frac{1}{2}$ presque; et parce que le diamètre de la Terre est le sinus de $1°\,17'$ d'un cercle céleste, le diamètre de Mercure sera de $4'\frac{2}{3}$ et 4 secondes de minutes, et le volume de Mercure d'une partie dont la Terre a 19000.

Ces assertions et ces calculs paraissent aujourd'hui fort étranges.

La grandeur apparente de Vénus varie de 2 à 15, ou 1 : $6\frac{1}{2}$; la plus petite distance est 166, comme la plus grande de Mercure; la plus grande sera 1070; ce sera aussi la plus petite distance du Soleil; la distance moyenne 618.

Le diamètre de Vénus est de $\frac{1}{10}$ de celui du Soleil; le 10e de 618 est $61\frac{4}{5}$; divisé par $201\frac{1}{2}$, il donnera $\frac{1}{4}$ de diamètre de la Terre pour celui de Vénus, qui sera de $32'\,27''$, et le volume sera $\frac{1}{36}$ de la Terre.

Mercure s'écartera du Soleil de 26°, Vénus de 16, ce qui donne, pour les angles d'élongation, 21 et 41, dans les plus grandes distances. Le diamètre de l'épicycle de Mercure sera donc le sinus de 17 parties, et celui de Vénus de 87.

La plus grande distance de Mars est sextuple de la plus petite; sa plus petite distance est la plus grande du Soleil, c'est-à-dire de 1176; la plus grande de 8022; la moyenne 4284; et son diamètre sera $1^p\,20'$ du diamètre du Soleil. Divisez la distance moyenne par 20, vous trouverez $229\frac{1}{5}$; divisez le quotient par $201\frac{1}{2}$, le diamètre de Mars sera $1\frac{1}{9}$ du diamètre de la Terre, et par conséquent de $2^p\,1'\,37''$ d'un cercle céleste; le volume de Mars sera $1\frac{1}{3}$ celui de la Terre; ses rétrogradations sont de 5 à 6 mois; le diamètre de l'épicycle est de $62°\,28'$.

Il est fâcheux d'avoir une pareille doctrine à extraire d'un ouvrage d'Albategni; mais il n'est ici qu'historien. Il paraît qu'il n'avait rien fait lui-même pour la théorie des planètes.

La grandeur de Jupiter varie de 23 à 37, ou de 1 à $1\frac{1}{2}\frac{1}{9}$; multipliez par le rapport la plus grande distance de Mars 8222, vous aurez, pour celle de Jupiter, 12420; la distance moyenne 10423, *et l'on n'en doute pas.* Dans ses distances moyennes son diamètre est $\frac{1}{12}$ de celui du Soleil; ce diamètre sera donc $872\frac{1}{2}\frac{1}{4}$; son diamètre sera quatre fois $\frac{1}{3}$ celui de la Terre, le volume 81, et son diamètre, le sinus de 9° 18′; son épicycle aura pour rayon le sinus de 22°.

Saturne varie de 1 à 1 $\frac{2}{5}$ ou 5 à 7. Multipliez par 1.4 la plus grande distance de Jupiter, vous aurez 18094, pour la plus grande, et 12209 pour la moyenne; son diamètre $\frac{1}{15}$ du diamètre du ☉; il sera donc de 861 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{8}$, ou 4 $\frac{1}{6}$ celui de la Terre, et le volume, 79; son diamètre est le sinus de 7° 39′; le rayon de son épicycle est le sinus de 12° 26′; celui du Soleil, le sinus de 49° 48′.

Il y a douze étoiles de première grandeur, dont les distances sont de 19000 demi-diamètres de la Terre; leurs diamètres sont $\frac{1}{20}$ de celui du Soleil; ils sont de 920ᵖ ou quatre fois $\frac{2}{3}$, et $\frac{1}{20}$ celui de la Terre; le volume, 102.

Les étoiles fixes sont divisées en six ordres. Une étoile de sixième grandeur est seize fois le diamètre de la Terre; les autres à proportion. Le Soleil est donc le plus grand des corps créés. Viennent ensuite les étoiles de première grandeur; puis Jupiter, Saturne; les autres fixes, Mars, la Terre, Vénus, la Lune, et, en dernier lieu, Mercure.

Si quelqu'un veut vérifier ces quantités, qu'il prenne une alidade, avec deux pinnules percées; la pinnule oculaire doit être percée d'un trou plus petit; l'autre, d'un trou capable de recevoir le diamètre de la planète, ni plus ni moins; faites-en autant pour le Soleil, vous aurez les rapports des diamètres. Il faut faire les observations vers la même partie de l'horizon.

Le chapitre LI traite des étoiles fixes. Suivant une observation de Ménélaüs, rapportée par Ptolémée, l'an 842 de Nabucodonosor, l'étoile septentrionale, entre les deux yeux du Scorpion, était alors en 7^s 2° 22′ (Halley 5° 55′); la même année, le cœur du Lion était en 4^s 2° 10′, et *Leumia* en 2^s 17°. Nous avons fréquemment observé ces mêmes étoiles, et l'une de nos observations, celle en laquelle nous avons le plus de confiance, est de l'an 1191 d'Hilcarnain. Après avoir observé la Lune et les *passages des étoiles par le milieu du ciel*, leur longitude du cercle équinoxial (leurs déclinaisons sans doute), les signes et les degrés qui culminaient en même tems, nous en avons déduit leurs longitudes et leurs latitudes, et par là nous avons trouvé l'étoile entre les deux yeux, en 7^s 17° 20′ (Halley 50′); mouvement, 14° 58′; le cœur du Lion en 4^s 14°, mouvement 11° 50′; en divisant ces 11° 50′ par 785, car notre observation est de l'an 1627 de Nabucodonosor, nous avons trouvé 1° pour 66 ans.

Ajoutant donc ces 11° 50′ aux longitudes de Ptolémée, nous avons eu les lieux pour l'an 1191 d'Hilcarnain. Nous n'avons remarqué aucun changement notable dans les latitudes. Les étoiles de Ptolémée sont au nombre de 1022, outre les trois étoiles Adeneba, Alfardi et Almuren.

Les constellations australes sont au nombre de 12, sans compter les 6 de la partie australe du zodiaque; dans la partie septentrionale on en compte 18, outre les 6 du zodiaque.

La constellation du Bélier a 13 étoiles, entre lesquelles sont les deux, *Sart*, sur les cornes du côté d'*Ortham;* sur sa queue est *Hassart.*

Le Taureau a 33 étoiles, et sur son dos est *Achoria;* à la racine d'une des cornes est Aldebaram.

Les Gémeaux ont 18 étoiles, parmi lesquelles Alhata et Anuaham.

Le Cancer a 9 étoiles, entre lesquelles est placée *Natra.*

Le Lion 27 étoiles, desquelles *Areneba, Atarf, Algeba,* qui est le cœur du Lion; Azobra et Azarfa.

La Vierge a 26 étoiles, dont Alhaire, Azimet et Alazel.

La Balance 18 étoiles, entre lesquelles Algafra.

Le Scorpion 21, entre lesquelles, les dards, Arona, le cœur et les *scaulæ.*

Le Sagittaire 11, dont Annaira et Belda.

Le Capricorne 31 étoiles, dont Saradhebeh et Sadhudha.

Le Verseau 24, dont Satasand; c'est-à-dire fortune des fortunes; Sathalcabia, fortune des papillons.

Les Poissons 24, dont Arfar, Ahemnus, Redema, Almulcar et Ventum. Total, 1022; total du zodiaque, 546; étoiles septentrionales, 360; méridionales, 316; 12 de première grandeur, 42 de deuxième, 208 de troisième, 414 de quatrième, 217 de cinquième, 49 de sixième, 5 nébuleuses et 9 obscures, auxquelles on ajoute Adheneba, Alfardu et Almuren.

Ptolémée a manifestement déclaré dans son livre, que, suivant l'opinion de quelques astronomes, les étoiles avaient, en quatre-vingts ans, une altération de 1° dans leur mouvement. (Je n'ai rien trouvé de semblable dans aucun ouvrage de Ptolémée, malgré toutes les recherches que j'aie pu faire; mais Théon en parle à peu près dans ces mêmes termes, dans son Discours sur l'usage des Tables manuelles. Il est possible qu'Albategni le répète sur la foi de Théon; il est également possible, il est même assez probable, que Ptolémée, après avoir composé ses Tables manuelles, aura mis en tête une explication, dans laquelle, en s'adressant aux astrologues, qu'il avait principalement en vue, il aura cru devoir les prémunir contre une vision dont il n'avait pas daigné parler dans la Syntaxe mathématique qu'il avait composée pour les vrais savans. Albategnius attribue cette vision aux astronomes plus anciens que Ptolémée; Théon l'attribue aux astrologues; mais il est possible que Plato Tiburtinus ne sentît pas la différence de ces deux dénominations.) Quoi qu'il en soit, ce mouvement était d'abord direct, et pouvait aller jusqu'à 8°, mais ensuite il devenait rétrograde. Le mouvement en avant s'était complété 128 ans avant le règne d'Auguste, ou l'an 666 d'Alexandre; ainsi, dans les années suivantes, on comptait 1° autant de fois qu'il s'était écoulé de fois 84 ans depuis l'année 166; si la somme n'excédait pas 8° on la retranchait de 8, le reste était ce qu'il fallait ajouter *au mouvement égalé de l'étoile;* au contraire, si la somme surpassait 8°, on en retranchait 8, et le reste s'ajoutait *au mouvement égalé*. (Remarquons d'abord qu'ici Albategnius fait le mouvement d'un degré en 84 ans, et que plus haut il a dit 80 ans; ensuite, il est à remarquer que Théon nous avait laissé dans le doute si les auteurs qui croyaient au mouvement alternatif, admettaient pareillement un mouvement uniforme et constant, au lieu que l'auteur arabe nous dit que ce mouvement se combinait avec le mouvement uniforme de précession. C'est même la raison pour laquelle il le rejette; car dans la moitié du tems, les deux mouvemens se faisaient dans des sens contraires. Or, Albategnius déclare positivement qu'un corps unique ne peut avoir en même tems deux mouvemens opposés. Ptolémée s'était borné à dire que ce mouvement était parfaitement inutile, puisque, sans y avoir recours, on pouvait satisfaire aux observations.) Ces astronomes, ou plutôt ces astrologues supposaient une année de $365^j\,6^h\,\frac{1}{5}$ presque (c'est, à fort peu près, l'année que ci-dessus il attribue aux Égyptiens ou aux anciens Babyloniens, et dont aucun auteur ancien ne nous a conservé la mémoire). En conséquence, le mouvement du Soleil en une année égyptienne est de $329°\,45'\,48''$. (Il paraît qu'il y a erreur sur ce nombre, car en 365 jours, le mouvement du Soleil et de $359°\,45'\,24''$, suivant Ptolémée, qui cependant supposait l'année plus longue.) Abrachar, leur successeur, réduisit l'année à $365^j\,\frac{1}{4}$, et le mouvement pour une année égyptienne fut de $329°\,42'\,33'''$. (C'est toujours la même erreur, car ce mouvement serait bien plutôt celui de 355^j.) 282 ans après Abrachar, Ptolémée, par ses propres observations, trouva l'année de $365^j\,\frac{1}{4} - \frac{1}{300}$. (Cet Abrachar ne peut être qu'Hipparque, que d'autres Arabes appellent Abrachis; mais Albategnius n'est pas bien informé, c'est Hipparque qui a corrigé l'année des mathématiciens grecs, en retranchant $\frac{1}{300}$ de jour. Ptolémée en convient lui-même et borne ses prétentions à prouver qu'Hipparque avait eu raison de faire ce retranchement. Il résulterait encore de ce passage, qu'avant Hipparque, on connaissait au moins l'existence du mouvement uniforme et continuel de précession, auquel on en ajoutait un autre qui était de 1° en 84 ans, tantôt en avant et tantôt en arrière; mais il est clair, par le texte de Ptolémée, qu'avant Hipparque, on supposait les étoiles immobiles; au reste, toute la difficulté consiste dans le sens que nous donnons aux mots *mouvement égalé de l'étoile.* On ne nous dit pas de combien était ce mouvement en un an. Nous avons vu, dans la traduction de Plato Tiburtinus, des exemples nombreux de dénominations auxquelles il assigne tantôt un sens et tantôt un autre, et presque toujours un sens tout-à-fait différent de celui qu'on y attache communément; nous avons vu que ce traducteur confond tout parce qu'il n'entend rien. Albategnius ne connaissait Ptolémée que par les traductions arabes, qui peut-être n'étaient pas de la dernière exactitude. Il nous dit que Ptolémée nous apprend, dans son livre, *manifeste in suo libro declarat,* il ne nomme pas ce livre, on a du penser que ce devait être la *Syntaxe mathématique;* mais nous possédons cet ouvrage. Nous n'avons aucune raison d'y supposer la moindre lacune. Ptolémée disserte longuement sur la précession; il y revient à chaque instant, pour nous prouver qu'elle est de 36″ par an; il serait bien surprenant qu'en aucun endroit il n'eût rappelé l'idée des astrologues, ne fût-ce que pour la réfuter. Si jamais il a parlé de ce mouvement, ce ne peut être que dans l'introduction des *Tables manuelles;* mais cette introduction ne pouvait-elle pas avoir été altérée? n'était-elle pas pseudonyme comme celle qu'on trouve sous son nom dans un manuscrit de la Bibliothèque du Roi, quoiqu'elle ait été écrite longtems après lui, et peut être même après Théon? Pour éclaircir ces doutes, il faudrait avoir le texte arabe d'Albategnius, et personne ne le connaît. Il nous est donc impossible d'adopter un récit dans lequel l'auteur paraît si mal informé, et si fort en contradiction avec tous les textes grecs qui nous sont parvenus.

Thébith, dans son livre du Mouvement de la Sphère, fait un récit qui s'accorde beaucoup mieux avec ce que nous connaissons. Voyez ci-après l'article de Thébith. Nous regarderons donc comme non avenu, tout le commencement de ce chapitre, et nous n'en conserverons que ce qui concerne les observations qu'Albategnius nous dit avoir faites lui-même.)

Mais nous, observant 743 ans après Ptolomée, nous avons trouvé $365^j \frac{1}{4}$ moins trois parties et $\frac{2}{5}$ d'une partie de 360. Le mouvement a donc été de $329^\circ\ 12'\ 16''$. Tous ces mouvemens augmentent depuis Nabucodonosor. Ainsi, tout ce que nous avons dit de ce mouvement alternatif est anéanti.

Il n'y a ni avance ni retard. Ptolémée ajoute 1 jour en 300 ans au-dessus d'Abrachar. Nous avons ajouté $4\frac{1}{4}$ jours en 624, outre ce que Ptolémée avait ajouté déjà ; mais si nos prédécesseurs ont été trompés par leurs instrumens, nous pouvons avoir été trompés par les nôtres. Il faut que chacun observe de son mieux et corrige ses prédécesseurs. Ptolémée trouvait un mouvement de précession d'un degré en 100 ans.

Le chapitre LIV n'intéressait que les Arabes, dont le calendrier n'était pas réglé sur les années solaires. Il s'agit de trouver, deux années d'Hilcarnain étant données, avec les mois et les jours écoulés dans chacune, à quel instant de la dernière année le Soleil sera revenu exactement au même point du ciel qu'il était au jour donné de la première année. Par exemple, votre fils est né tel jour, de telle année, vous voulez savoir quand il aura 15 ans révolus ; les années étant des années moyennes, il faut trouver quand le Soleil, par son mouvement moyen, aura décrit un certain nombre de cercles. Pour cela, il faut calculer les équations du Soleil, en tenant compte du mouvement de l'apogée qui aura changé l'équation.

Le chapitre LIV traite des conjonctions, des étoiles, des aspects et des radiations des signes les uns sur les autres, et cela n'intéresse que les astrologues. Il en est de même du chapitre LV, de l'ascension des signes ; l'auteur dit que Ptolémée en parle dans son livre IV.

Le chapitre LVI montre la manière de tracer sur un plan l'horloge des heures temporaires. Prenez un marbre ou une planche de cuivre d'une grandeur arbitraire ; mais il convient que la largeur soit $\frac{2}{3}$ de la longueur ; au milieu de la longueur, et aux deux tiers de la largeur, marquez un point, qui sera le centre d'un cercle que vous décrirez d'un rayon arbitraire ; vous y tracerez deux diamètres à angles droits ; vous diviserez un des quarts de ce cercle en ses 90°, ou en autant qu'il en sera susceptible, comme 2 à 2, 3 à 3, etc. ; marquez-y ensuite les ombres de la tête du Cancer et du Capricorne, pour chacune des six heures inégales ; marquez de même les points d'ombre sur l'équinoxiale.

Prenez ensuite une règle, divisée suivant la longueur en parties égales, mais d'une longueur au moins égale à l'ombre de la tête du Capricorne ;

avec cette règle, marquez, sur le marbre ou le cuivre, le sommet de l'ombre, dans les directions calculées d'avance, et à l'aide du cercle divisé. Vous en ferez autant pour chaque heure; vous aurez ainsi tout l'arc du Capricorne; vous en ferez autant pour le signe du Cancer; par les points correspondans de ces deux arcs menez des lignes droites, ce seront des lignes horaires. Ceci n'est vrai qu'à peu près; mais il est évident que Montucla n'avait pas plus consulté Albategni que l'Analemme. Prenez ensuite un gnomon cylindrique, dont le sommet soit aigu, que vous fixerez au centre du cercle; la hauteur de ce gnomon sera de douze parties de la règle qui aura servi à la mesure des ombres; placez ce marbre dans un lieu découvert, en sorte que la ligne méridienne soit dirigée comme la méridienne du lieu; faites que la surface du cadran soit bien horizontale. La description d'un cadran vertical méridional ne diffère pas au fond; vous le placerez verticalement sur la ligne est et ouest.

Vous pouvez *orienter* votre cadran d'une autre manière. Le traducteur dit construire, ce qui n'est pas exact, car le procédé qu'on va lire suppose le cadran déjà décrit. Calculez *la hauteur dont le zénit n'a pas de déclinaison*, c'est-à-dire sans doute l'ombre méridienne. Observez ensuite le Soleil jusqu'à ce qu'il arrive à cette hauteur; à l'instant où il y sera parvenu, tournez votre marbre jusqu'à ce que l'ombre tombe sur la méridienne du cadran. Arrêtez votre marbre dans cette position, de manière qu'il n'ait aucune inclinaison d'aucun côté, c'est-à-dire qu'il soit parfaitement horizontal, votre cadran sera orienté.

Vous pourrez aussi calculer la hauteur et l'ombre de 1^h, 2^h, etc., comme vous voudrez; observez le Soleil, et quand il sera parvenu à cette hauteur, tournez votre marbre jusqu'à ce que l'ombre atteigne la ligne de l'heure; arrêtez-le de même bien horizontalement, et il sera orienté.

Ces deux procédés sont bien moins exacts que le premier. Il est plus simple de décrire la méridienne et la ligne est-ouest, et de placer le cadran sur ces deux lignes.

Voulez-vous placer sur ce cadran le zénit et la direction à la ville de la Mecque? cherchez la différence des méridiens et les deux latitudes terrestres et la position relative; prenez, à partir de la ligne du premier vertical, un arc égal à la différence des latitudes, et à partir de la méridienne, un arc égal à la différence de longitude; par ces points ainsi trouvés, menez des cordes parallèles aux deux diamètres, leur intersection donnera le zénit de la Mecque, et le rayon mené du centre par ce point d'intersection, donnera la ligne de direction; l'arc intercepté du cercle décrit autour du gnomon, sera l'azimut de la Mecque.

Si vous voulez trouver cet angle par le calcul, soit a la distance du centre au zénit de la Mecque, dL la différence de longitude, dH la différence de latitude, vous aurez

$$a^2 = \sin^2 dL + \sin^2 dH, \quad \text{puis} \quad \frac{\sin dH}{a} = \sin \text{azimut}.$$

Voilà une de ces pratiques religieuses dont on voit plus d'un exemple dans les gnomoniques arabes; les Grecs ne mettaient rien de semblable; c'est ce qui nous porte à croire que le cadran de Délos, dont nous avons parlé à l'article de l'Analemme, tome II de notre Histoire de l'Astronomie ancienne, doit être l'ouvrage des Grecs.

Tout ce chapitre est clair et passablement traduit; on a pu y reconnaître la Gnomonique de Ptolémée, sans aucun changement. Mais, comme l'auteur ne démontre rien, sans cette connaissance de la Gnomonique ancienne, on trouverait peut-être un peu plus d'obscurité dans les préceptes d'Albategni. Quant à sa manière de déterminer le lieu de la Mecque, pour la bien comprendre, il ne sera pas mal de faire les remarques suivantes :

Soit P, fig. 11, le pôle élevé de 36° à Aracte, Z le zénit de cette ville, M le zénit de la Mecque;

$$\cos ZM = \cos PM \cos PZ + \sin PM \sin PZ \cos P = \cos PM \cos PZ + \sin PM \sin PZ$$
$$- 2\sin^2\tfrac{1}{2}P \sin PM \sin PZ = \cos(PM - PZ) - 2\sin^2\tfrac{1}{2}P \sin PM \sin PZ,$$
$$1 - \cos ZM = 2\sin^2\tfrac{1}{2}ZM = 2\sin^2\tfrac{1}{2}(PM - PZ) + 2\sin^2\tfrac{1}{2}P \sin PM \sin PZ,$$
$$\sin^2\tfrac{1}{2}ZM = \sin^2\tfrac{1}{2}(PM - PZ) + \sin^2\tfrac{1}{2}P \sin PM \sin PZ; \text{ ou faisant } Zm = \tfrac{1}{2}ZM,$$
$$\sin^2 Zm = \sin^2\tfrac{1}{2}mn + \sin^2\tfrac{1}{2}P \sin^2 Pm,$$

$$\sin ZM : \sin P :: \sin PM : \sin Z = \frac{\sin P \cos H}{\sin ZM},$$

et sans erreur bien sensible (fig 12)

$$ZM^2 = (PM - PZ)^2 + \overline{MN}^2.$$

La latitude de la Mecque n'est pas tout-à-fait de 22°; il y a donc un jour de l'année où le Soleil se trouve à midi au zénit de la Mecque. Ce jour-là, la distance zénitale du Soleil à midi tems de la Mecque, est a tang ZM, a étant la hauteur du gnomon.

$$MN = a \tan ZM \sin Z, \quad ZN = a \tan ZM \cos Z,$$

$a^2 \tan^2 ZM$ ou $a^2 \tan^2 ZM = a^2 \tan^2 ZM \sin^2 Z + a^2 \tan^2 ZN \cos^2 Z$
$= a^2 \tan^2 ZM (\sin^2 Z + \cos^2 Z) = a^2 \tan^2 ZM.$

On voit qu'Albategni suppose que sur le plan du cadran ZMN est un triangle rectiligne, projection du triangle sphérique ZMN ; il est sûr que sur le plan ZM $= a$ tang ZM du triangle sphérique, ZN sur le même plan est à fort peu près a tang (PM — PZ), ou la différence de latitude.

On voit que la Mecque est à l'orient et au midi d'Aracte.

On aurait un peu plus de précision par les formules que nous avons données; mais le procédé d'Albategni est suffisamment exact pour la Gnomonique, sur-tout si les différences de latitude et de longitude sont peu de chose, et si les latitudes sont petites.

Cette idée de connaître la direction de la Mecque pour se tourner vers ce point, dans les prières qu'ils font, règne encore aujourd'hui chez les dévots musulmans; *voyez* Montucla, *Récréations Mathématiques*, tome III, p. 62.

Albategni donne ensuite deux cadrans horizontaux pour les latitudes de 36 et 38°; mais il ne donne pas l'équinoxiale, qui en effet n'est pas nécessaire; il n'a calculé que les arcs du Cancer et du Capricorne. Pour vérifier les nombres d'Albategni et l'exactitude de ses calculs, servons-nous des formules données ci-dessus pour les cadrans d'Athènes (tom. II).

Sin amplit. ortive solstitiale $= \frac{\sin 23° 35'}{\cos 36°} = \sin 29° 58' 20''$; c'est l'angle de l'ombre avec la ligne est et ouest; mais Albategni ne met pas cette direction; quant à la longueur de l'ombre horizontale, elle est infinie.

Pour trouver l'angle de l'ombre avec cette même ligne, on fera

$$\text{tang angle} = \frac{\text{tang}\,\omega \cos H}{\sin P} - \sin H \cot P,$$

$$\cos \text{dist. z.} = \sin H \sin \omega + \cos \omega \cos H \cos P = \cos N, \text{ et l'ombre} = a \,\text{tang}\, N,$$

a étant la hauteur du style.

Par ces formules, je trouve

	ÉTÉ ♋.			HIVER, CAPRICORNE.		
H.	P.	Amplitude.	Ombre.	P.	Amplitude.	Ombre.
0	108° 29′ 30″	+ 29° 38′ 20″	Infinie.	71° 30′ 30″	29° 38′ 20″	Infinie.
1	90.24.35	19.40. 0	48° 27′	59.35.25	37. 2.30	84° 47′
2	72.19.40	10.23.40	23. 9	47.40.20	45.22.20	43.49
3	54.14.45	0.41.13	13.22	35.45.15	54.56.30	30.27
4	36. 9.50	11.40.44	7.37	23.50.10	65.37.30	24.17
5	18. 4.55	33.29.30	4.22	11.55. 5	77.27.30	21.20
6	0. 0. 0	90. 0. 0	2.39	0. 0. 0	90. 0. 0	20.26
			Table d'Albategni.			
1		20° 37′	49° 41′		36° 45′	84° 0′
2		10.21	22.53		43.45	45. 0
3		0.38	13.21		54.45	30.18
4		11.40	7.52		65.13	24. 6
5		33.29	4.17		77. 4	21. 8
6		90. 0	2.35		90. 0	20.12

Albategni ne donne aucun détail. Il ne donne pas les angles horaires; il n'a pas mis dans sa Table l'ombre du lever qui, à vrai dire, est inutile. Malgré quelques différences qui peuvent venir de ce qu'Albategni n'a pas toujours mis assez de scrupule dans son calcul, il est évident que ses résultats sont suffisamment exacts. Mais comme il ne nous a pas dit ses méthodes, ce chapitre ne nous apprend rien.

Le chapitre LVII contient une description succincte du quart de cercle de Ptolémée; il conseille de le faire en cuivre, en pierre ou en bois. Ptolémée n'avait pas parlé de cuivre.

Enfin, dans le dernier chapitre, il donne la description des règles parallactiques de Ptolémée; et ce qu'il y a de singulier, c'est que dans ces deux chapitres, Ptolémée, qui se donne pour l'inventeur de ces deux instrumens, n'est pas nommé une seule fois.

Ici finit l'ouvrage d'Albategni, qui n'est guère qu'une explication de l'usage de ses Tables; cette explication est prolixe, obscure et souvent inintelligible, en partie parce qu'on n'a pas les Tables, et en partie par les embarras de la rédaction et le mauvais style du traducteur, qui probablement n'entendait rien à l'Astronomie. Nous avons noté ce que l'on doit à Albategni. On ne voit, dans tout son livre, aucune mention de l'Arithmétique arabe ou indienne. On n'y voit aucun nombre qui ne pût s'écrire commodément par les chiffres grecs; ainsi nous n'avons que des preuves négatives. Albategni ne nous dit pas qu'il connût l'Arithmétique indienne. Il n'en parle nulle part; mais nous voyons qu'il se sert des heures temporaires dans sa Gnomonique et dans son Astrologie. Il y a apparence qu'en tout cela il a suivi Ptolémée.

Halley, dans le n° 204 des *Transactions philosophiques*, p. 913, a fait quelques notes et donné quelques corrections pour l'ouvrage d'Albategni, mais uniquement pour ce qui concerne les observations et les tables.

Il rappelle d'abord qu'on ne rencontre aucune observation des anciens que dans l'ouvrage de Ptolémée, qui n'a donné que celles qui servent à fonder ses théories, et qu'*au grand dommage de la science, il avait supprimé toutes celles de Timocharis et d'Hipparque et autres astronomes.* C'est ce qui l'a porté à corriger les observations d'Albategni de toutes les erreurs commises par le traducteur ou par l'imprimeur.

« Cet auteur, d'une sagacité remarquable pour son siècle, aurait restauré l'Astronomie, s'il se fût un peu plus écarté des traces de Ptolémée, et s'il eût coupé l'excentricité en deux. On n'a plus l'original de son livre. Un nommé Plato Tiburtinus, qui *n'était ni astronome ni assez instruit dans les langues*, le traduisit de l'arabe en latin, il y a quelques siècles. J'ai vu, dit Halley, deux éditions de sa version, l'une imprimée à Nuremberg en 1537, et l'autre à Bologne en 1645; mais copiée de la première, au point qu'elle en a conservé toutes les fautes d'impression. Quoi qu'il en soit, les deux éditions fourmillent de fautes, sur-tout dans les nombres, et toutes deux manquent des tables qu'elles devraient expliquer. »

« Albategni a perdu ses peines à corriger les hypothèses de Ptolémée pour la Lune et les planètes; mais ses observations sont les seules que nous ayons depuis Ptolémée jusqu'à Régiomontan. On doit donc conserver un dépôt si précieux, qui sera utile pour réformer la longueur de l'année. » C'est à la sollicitation de la Société royale de Londres que Halley a entrepris cette correction, et la reconstruction des tables.

A propos de l'année d'Albategni, qui est évidemment trop courte, il en donne pour raison qu'*il a préféré de s'attacher à Ptolémée plutôt qu'à Hipparque, quoiqu'il n'y eût aucune comparaison à faire entre ces deux astronomes, du côté de l'habileté et de l'industrie, pour ne pas dire de la bonne foi. Il est reconnu que les équinoxes de Ptolémée ne* *peuvent se concilier avec les observations. d'aucun astronome, et qu'il faut les abandonner comme supposés et non véritablement observés.*

Il approuve les calculs de l'auteur et donne les époques suivantes :

Années arabes.	Ap. ☉.	m. m. du ☉.	
881	$2^s\,22°\,15'\,5''$	$9^s\,14°\,24'\,42''$	log pour l'équat. du ☉,
882	2.22.17. 0	9.14.18.28	9.969888
883	2.22.17.53	9.13.56.14	ou log 0.933014
891	2.22.23.12	9.14. 0.42	
901	2.22.34.19	9.14.35.52	

Il donne ensuite 18 corrections faciles à reconnaître, et que j'ai portées en marge de mon exemplaire et mises entre parenthèses dans mon extrait.

Après quelques autres corrections, il donne la table suivante pour la Lune.

Années de J. C.	m. m. ☾.	Ap. ☾.	☊ ☾.
881	$7^s\,27°\,59'$	$5^s\,1°\,33'$	$5^s\,17°\,25'$
882	0. 6.53	4.12.12½	4.28. 5
883	4.16.16	5.22.52½	4. 8.45
891	3.27.42	4.18.25	11. 4. 1
901	0.11. 4	6. 5.23	4.20.36

Dhilcarnajin propriè dicitur bicornis *undè conjectura est hanc æram inchoasse à bipartito orientis imperio inter Antigonum et Ptolomæum, quod sub Persis ac Alexandro diù indivisum manserat.*

Dhilcarnajin signifie proprement *qui a deux cornes*, ce qui porte à conjecturer que cette ère commence au tems où Antigone et Ptolémée se partagèrent l'empire d'Orient, qui avait été long-tems indivis sous les Perses et sous Alexandre.

Halley n'a fait aucune observation sur la Trigonométrie d'Albategni. Une partie considérable de ses corrections porte sur les calculs faits par Albategni sur les Tables de Ptolémée, et que Halley avait pris la peine de refaire sur ces mêmes tables.

ATTI
DELL' ACCADEMIA PONTIFICIA DE' NUOVI LINCEI

SESSIONE VI^a DELL' 11 MAGGIO 1851

PRESIDENZA DEL SIG. PRINCIPE D. PIETRO ODESCALCHI

MEMORIE E COMUNICAZIONI

DEI SOCI ORDINARI E DEI CORRISPONDENTI

MATEMATICHE — *Delle versioni fatte da Platone Tiburtino traduttore del secolo duodecimo. Notizie raccolte da* B. BONCOMPAGNI.

Fra quei che nel duodecimo secolo più contribuirono a far rifiorire in Europa le matematiche, traducendo in lingua latina opere importanti relative a queste scienze, dev'essere annoverato Platone Tiburtino. Il sig. Libri scrive : « Platon de Tivoli et Gérard de Crémone sont le plus célèbres parmi les » traducteurs italiens du douxième siècle. On doit à Gérard la première ver- » sion de l'Almageste, et à Platon de Tivoli la connaissance de plusieurs ou- » vrages de géométrie » (1).

Platone Tiburtino tradusse dall' arabo in latino un trattato d'astronomia d'Albategnio celebre astronomo arabo. Guglielmo d'Alvergna, vescovo di Parigi, che, come dimostra il Daunou (2), morì ai 30 di marzo del 1249, cita questa versione scrivendo: *Nec autem opineris ipsum fuisse Macometum philosophum, qui vocatus est albategin; hujus enim librum de astrologia, Plato Ti-*

(1) *Histoire des sciences mathématiques en Italie, depuis la renaissance des lettres jusq'à la fin du dix-séptième siècle, par Guillaume Libri.* A Paris 1838—41, 4 tomi in 8°, t. I, p. 168, 169.

(2) *Histoire littéraire de la France.* A Paris, 1733—1847, 21 tomi, in 4°, t. XVIII, p. 361.

34

burtinus ex Arabico eloquio transtulit in latinum, quae libris illius nobilitas philosophica, atque profunda solum nomen Macometi ipsum habuisse, commune tamen cum homine illo, ne dicam rusticano, sed, ut ait quidam verissime vaccino, atque porcino, comprobat evidenter. Absit enim ut tantus philosophus ita desiperet, itaque peculiariter sentiret (1). Anche il Jourdain riporta questo passo (2).

La traduzione fatta da Platone Tiburtino del trattato d'astronomia d'Albategnio fu stampata in Norimberga nel 1537, con una versione latina fatta da Giovanni di Siviglia, degli elementi astronomici d'Alfergan, altro celebre astronomo arabo. Descrivo qui appresso quest'edizione.

Nel frontespizio leggesi quanto segue :

« Continentur in hoc libro. Rudimenta astronomica Alfragrani. Item Al-
» bategnius astronomus peritissimus de motu stellarum ex observationibus tum
» propriis tum Ptolemaei omnia cū demonstratiōibus Geometricis et Addi-
» tionibus Ioannis de Regiomonte. Item oratio introductoria in omnes scientias
» Mathematicas Ioannis de Regiomonte, Patauii habita cum Alfraganum publi-
» ce praelegeret. Eiusdem utilissima introductio in elementa Euclidis. Item
» Epistola Philippi Melanthonis nuncupatoria ad Senatum Noribergensem.
» Omnia iam recens praelis publicata. *Norimbergae anno* M. D. XXXVII. »

Questa raccolta è un volume in quarto di 126 carte, delle quali le prime sei non sono numerate. A tergo della prima carta incomincia la dedicatoria del Melantone al Senato di Norimberga. Finisce nel rovescio della terza carta. Questa lettera ha la data seguente. *Mense Augusti Anno* 1537. Nel *recto* della carta quarta comincia l'orazione del Regiomontano, che finisce nel *recto* della carta nona. In questa orazione il Regiomontano, ossia Giovanni Muller, celebre astronomo del secolo decimoquinto, nativo d'Unsind, presso Königsberg, fa menzione di Platone Tiburtino dicendo : « *Testes ostendunt dignissimi Albategnius quem Latinum fecit Plato quidam Tiburtinus* ». Nel *recto* dell'undecima carta sono queste parole : *Brevis ac perutilis compilatio Alfragrani astronomorum peritissimi totum id continens quod ad rudimenta Astronomica*

(1) *Guilielmi Alverni Episcopi Parisiensis Mathematici Perfectissimi, Eximii Philosophi ac Theologi Praestantissimi Opera omnia.* Aureliae, 1674, 2 tomi, in fog. t. I, p. 50. *De legibus* cap. XVIII.

(2) *Recherches critiques sur l'age et l'origine des traductions latines d'Aristote et sur des commentaires grecs ou arabes employés par les docteurs scolastiques ouvrage couronné par l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres par Amable Iourdain. Nouvelle edition, revue et augmentée par Charles Iourdain.* Paris, 1843. Un vol. in 8°, p. 298, not. 2.

est opportunum. Seguono 25 carte numerate nel *recto* coi numeri arabi 2-26. Nel *recto* della carta 26 si legge: *Explicit Alfraganus. Norimbergae apud Ioh. Petreium anno salutis* M. D. XXXVII. Seguono 90 carte numerate tutte nel *recto* co'numeri arabi 2-90. La prima di queste carte contiene una prefazione intitolata: *Praefatio Platonis Tiburtini in Albategnium.* Nel rovescio della medesima carta 1 si legge: *In nomine Domini incipit liber Machometi filii Gebir filii Crueni qui uocatur Albategni in numeris stellarum et in locis motuu earu experimenti ratione conceptorum in quo LVII capitula continuantur.* Nel *recto* della carta 90 leggesi: *Finis.*

Il Kästner (1) e lo Scheibel (2) descrivono quest'edizione, della quale trovasi un esemplare nella biblioteca Angelica.

La versione fatta da Platone Tiburtino del trattato d'Astronomia d'Albategnio, fu ristampata in Bologna nel 1645. Questa ristampa essendo, come avverte il sig. Brunet (3), poco comune, parmi utile di darne la descrizione seguente.

Le prime otto carte di quest'edizione non sono numerate. Nel *recto* della prima non si legge altro che le parole seguenti: *Albategnius de numeris stellarum.* Nel *recto* della seconda carta trovasi inciso in rame il titolo seguente: *Mahometis Albatenii de scientia stellarum liber cum aliquot additionibus Ioannis Regiomontani, Ex Bibliotheca Vaticana transcriptus.* La terza carta contiene una lettera dedicatoria diretta *ad serenissimum Ferdinandum II Ducem Hetruriae Magnum.* Questa lettera ha la seguente sottoscrizione: *Serenissimae Celsitudinis Tuae Humillimus Seruus Bernardinus Vgulottus.* Nella quarta carta trovasi una prefazione intitolata: *Praefatio ad Lectorem.* Questa prefazione incomincia così: *Talem prorsus tibi amice Lector Albategnium exhibemus qualem ex bibliotheca Vaticana iussu Lucae Valerij insignis Mathematici et Romae olim publici professoris, transcriptum accepimus, hoc est tabulis ac paucis aliquot figuris destitutum et semibarbaro stylo a Platone Tiburtino, ex Arabico Idiomate in Latinum versum.*

---

(1) *Geschichte der Mathematik seit der Wiederherstellung der Wissenschaften bis an das Ende des achtzehnten Iahrhunderts, von Abraham Gotthelf Kästner.* Gottingen 1796—1800, 4 vol., in 4°, vol. II, p. 306—308. *Nachrichten von astronosmischen Büchern, IV.*

(2) *Enleitung zur mathematischen bucherkenntnis.* Breslau 1772—98, 20 fasciculi, in 8°, fasc. 13° e 14° p. 126, 127.

(3) *Manuel du libraire et de l'amateur des livres par Iacques Charles Brunet. Quatrième édition originale.* A' Paris 1842—44, 5 tomi, in 8°, t. I, p. 48, col. 2.

Quamvis excusatione aliqua dignum se haberi velit hic Plato quod Albategnium succinte, si cum Ptolemaei prolixitate illum conferas, et sublimi gravitate inter Arabas loquentem verterit et plerisque in locis demonstrationibus Geometricis carentem, eo quod non rudibus, sed peritis Astronomiae scripserit. La quinta carta contiene: *Praefatio Platonis Tiburtini in Albategnium*, cioè la medesima prefazione del traduttore Platone Tiburtino stampata in Norimberga nel 1537, come si è detto di sopra. Le carte sesta, settima ed ottava contengono l'indice de'capitoli del trattato d'astronomia d'Albategnio. Seguono 228 pagine numerate contenenti i 57 capitoli di questo trattato, e le addizioni del Regiomontano al trattato medesimo. La penultima carta contiene l'*Errata Corrige.* Nel *recto* dell'ultima carta trovasi l'approvazione. A tergo della medesima si legge *Bononiae* M.D.C.XLV. *Typis Haeredis Victorij Benatij Superiorum permissu.* Le due ultime carte del volume non sono numerate. Tutto il volume è composto di 124 carte, ossia di 248 pagine, in quarto. Posseggo due esemplari di quest'edizione.

Il celebre astronomo Inglese Edmondo Halley in un suo opuscolo intitolato: *Emendationes ac Notae in vetustas Albatênii Observationes Astronomicas cum restitutione Tabularum Lunisolarium ejusdem Authoris* scrisse quanto segue: « *Liber quem patrio sermone conscripsit* (Albatenius) *saltem apud nos* » *non reperitur*; *ante aliquot saecula.vero ex Arabico in Latinum transtulit qui-* » *dam* Plato Tiburtinus *neque Linguarum satis sciens, neque Astronomica disci-* » *plina instructus, ut ex ipso opere conspicuum est. Hujus autem traductionis binas* » *vidi editiones, alteram* Noribergae *Anno* 1537. *alteram* Bononiae *Anno* 1645. » *sed ex priori omnino desumptam, cum etiam errata omnia Typographica prio-* » *ris conservet, licet Bibliothecae Vaticanae exemplar praetendatur. Utcunque sit* » *utraque Editio crebris scatet mendis, praesertim quoad Numeros, atque utra-* » *que Tabulis Astronomicis Authoris quarum passim fit mentio, mutilatur* » (1).

Il Bailly dice (2): « Nous avons tiré ces extraits d'un seul ouvrage d'Al- » bategnius, intitulé de *numeris* et *motibus stellarum*; l'original est perdu: on » a deux éditions, l'une à Nuremberg en 1537, l'autre à Bologne en 1645; » de la traduction de Plato Tiburtinus, qui connoissait mal la langue arabe, » et qui étoit peu instruit de l'astronomie (d).

« (d) *Ibid.*

(1) *Philosophical transactions* (of the royal Society of London). London 1665—18, vol. XVII. For the Year 1693, p. 913, num.° 204, IV.

(2) *Histoire de l'astronomie moderne depuis la fondation de l'école d'Alexandrie jusqu'à l'épo-*

Questa citazione *Ibid.* sembra doversi riferire al passo dell'Halley riportato di sopra; giacchè nella citazione precedente c della medesima pagina il Bailly (1) richiama: *Halley*, *Transactions philosophiques*, N.° 204.

Il Delambre dopo aver riferito ciò che Albategnio dice nel primo capitolo della sua opera *De scientia stellarum* intorno ai motivi pe' quali egli aveva composto quest' opera soggiunge (2) « Tels sont les motifs qui ont » engagé Albategni à composer son livre. C'est là ce qu'on entrevoit dans » le latin barbare de Plato Tiburtinus, à qui nous avons l'obligation de ce » livre précieux, dont l'original n'existe plus, à moins qu'il ne se trouve à » la Bibliothèque de l'Escurial ».

Il Sig. Sédillot parlando d'Albategnio dice (3): « La version latine (¹), » de son traité *de Scientia stellarum*, que l'on suppose de Plato Tiburtinus, » et qui fut commentée par Régiomontan, fourmille de fautes ».

(¹) « Deux éditions en ont été publiées : l'une à Nuremberg, en 1537; l'autre à Bologne » 1645. Celle-ci reproduit jusqu'aux fautes d'impression de la première. »

Platone Tiburtino tradusse anche dall' arabo in latino un' opera in tre libri intitolata *Sferici*, e composta in lingua greca da Teodosio di Tripoli, illustre geometra dell' antichità. Questa versione fu stampata in Venezia nel 1518. Giovanni Pena o de la Pêne, matematico francese del secolo decimosesto, in una sua prefazione diretta al Cardinale Carlo di Lorena, e premessa al testo greco degli Sferici di Teodosio, nell' edizione di Parigi del 1558, scrive quanto segue (4): *Sed omnes sphaericorum commoditates recensere nec facile est, nec necessarium, cum ex his reliquas, tanquam leonem ex unguibus, aestimare liceat. Harum cupidi maiores nostri, ante annos quadringentos (vti dixi) Theodosium latine reddiderunt. Sedenim quod impense sitientibus vsu venire solet, vt dum silim explere cupiunt, aquam si nō aliunde possint, e coeno et volutabris hauriant : idipsum iis qui Theodosium fecerunt latinum, accidisse video. Cum enim sphaericam doctrinā vehementer appeterent, nec*

---

que de M. D. CC. XXX. par M. Bailly. A' Paris 1785, tre tomi in 4°, t. I, p. 595 *Eclaircissemens, détails historiques et astronomiques.* Liv. V, §. XX.

(1) L. c. not. C.

(2) *Histoire de l'astronomie du moyen age par M. Delambre.* Paris 1819; in 4°, p. 10, chapitre II.

(3) *Prolégomènes des tables astronomiques d'Oloug-beg publiés avec notes et variantes, et précédés d'une Introduction. Par M. L. P. E. Sédillot.* Paris 1847, in 8°, p. xxxij.

(4) *Theodosij Tripolitae Sphaericorum, libri tres, nunquam ante, hac graece excusi. Iidem latine redditi per Joannem Penam Regium Mathematicum ad Illustrissimum Principem Carolum Lotharingum Cardinalem.* Parisiis Apud Andream Wechelum, sub Pegaso, in vico Bellouaco: Anno Salutis 1558. Cum privilegio Regis, carte 3.ª *verso* 4ª e *recto* non numerata.

haberent (ut opinor) graecum exemplar, ad Arabicam vèrsionem confugerunt, et Theodosium qui graece scripserat, non e graeco et genuino fonte, sed ex Arabico et alieno in latinum verterunt, imo etiam eam versionem annis ab hinc quadraginta Venetiis excuderunt, quam a Platone Tiburtino factam fuisse asseverat author libelli De speculis ustoriis quisquis ille sit. Atqui si quis illum Theodosium ex Arabico versum et Venetiis excusum, cum Graeco conferat, incredibile discrimen non modo facilitatis sed etiam brevitatis inveniet. Primo enim Theodosius sex septemve definitionibus tantum contentus fuit. At Arabes alias septem easque fere supervacaneas adiecerunt. Theodosius multitudinem theorematum consulto vitavit, et totum Sphaericum negotium sexaginta propositionibus absolvit. At Arabes hunc numerum triente auxerunt, et pro sexagenis octogenas cumularunt. Theodosius singula theoremata ita monstravit, ut nullam demonstrationis partem omiserit: At Arabes adeo Theodosij demonstrationes decurtarunt, ut necessaria pleraque reliquerint. Ac ut semel dicam Arabes hunc authorem tam diversum fecerunt, ut vix ullam eius speciem retinuerint, sed praestantissimi et clarissimi Mathematici doctrinam facillimam, variis ambagibus obscurarint. » La prefazione in cui ciò si legge non ha data; ma fu stampata nel 1558. Però, dicendo in essa il Pena che la versione degli sferici di Teodosio fu stampata quarant'anni prima, ci fa conoscere che questa versione fu stampata nel 1518. – Il celebre Giovanni Alberto Fabricio parlando delle varie traduzioni che si hanno degli Sferici di Teodosio dice: « *Latina ex arabico interpretatio lucem vidit interprete Platone Tiburtino. Venet.* 1518. *Verum in hac versione definitiones et theoremata multiplicata sunt, demonstrationibus vicissim mutilatis ita ut aliud opus esse videatur* » (1).

Nella Bibliografia astronomica cronologica di Giovanni Efraim Scheibel sotto l'anno 1518 si legge: « THEODOSII SPHAERICA lat. interprete Platone Tiburtino. Venet. » (2). Nella Bibliographie astronomique del Lalande trovasi quest'edizione indicata così: « 1518 . . . THEODOSII Sphaerica lat. interprete Platone Tiburtino » (3). Nè il Fabricio nè lo Scheibel nè il Lalande indicano il sesto dell'edizione medesima.

(1) *Joannis Alberti Fabricii Bibliotheca graeca. Editio nova variorum curis emendatior atque auctior curante Gottlieb Christophoro Harles.* Hamburgi, 1790—1811, 12 vol. in 4°, lib. III, cap. XVIII, parag. XVI, vol. IV, p. 22.

(2) *Scheibel (Johann Ephraim) Enleitung zur mathematischen Bucherkenntnis.* Fascicoli 13°, e 14°, p. 89. *Astronomische Chronologische Bibliographie*, a. 1518.

(3) *Bibliographie astronomique avec l'histoire de l'astronomie depuis 1781 jusqu'à 1802.* A Paris. An. XI, (1803), in 4.°, p. 39.

Una traduzione latina degli Sferici di Teodosio trovasi inserita, senza nome di traduttori, in due raccolte di trattati della sfera stampate ambedue in Venezia nel 1518 ma da diversi stampatori cioè una dagli eredi d' Ottaviano Scoto, l' altra da Luca Antonio Giunti tipografo Fiorentino. Spero di far cosa grata ai bibliografi dando la seguente descrizione di queste due raccolte.

I.

RACCOLTA STAMPATA DAGLI EREDI D' OTTAVIANO SCOTO.

È un volume in foglio di carte 238, delle quali 232 sono numerate nel *recto*, coi numeri arabi 2-180, 201-253 - Nel frontespizio leggesi il titolo seguente:

Sphera

cum commentis in hoc volumine
contentis. videlicet.

Cichi Esculani cum textu
Expositio Joannis Baptiste Capuani in eandem
Jacobi Fabri Stapulensis
Theodosij de Speris
Michaelis Scoti
Qões Reuerẽdissimi dñi Petri de Aliaco ꝛc.
Roberti Linchoniensis Compendium
Tractatus de Sphera solida
Tractatus de Sphera Campani
Tractatus de computo maiori eiusdem
Disputatio Joannis de monte regio
Textus Theorice cũ expõne Joãnis Baptiste Capuani
Ptolomeus de Speculis

Il rovescio della prima carta è bianco.

Nella prima colonna del *recto* della carta 2 si legge:

¶ Bartholomei Vespuccij Florentini minimi iter artiũ
& medicine doctores: Oratio habita in celeberrimo Gy-
mnasio Patauino: p sui pma lectione. Anno dñi. 1506.
Laudes prosequens Quadriuij ac presertim astrologie
quam ibi publice profitetur.

Quest'orazione finisce nella seconda colonna del *recto* della carta 3. In questa colonna trovasi anche una lettera dedicatoria che ha in fronte queste parole:

¶ Syluius Laurẽtius a Portu Caballenus: Clarissimo
artiũ Doctori: ac Astrologie cõsultissimo domino Bar-
tholomeo Vespuccio felicitatem.

Questa lettera ha la data seguente *Patauio quarto Nonas Decembris: a natali christiano M.D.VII.*

Nella prima colonna del rovescio della carta 3, trovasi il titolo seguente:

¶ Cicchi Esculani viri Clarissimi in Spheram
Mundi Enarratio.

Il proemio di Cecco d'Ascoli (Francesco Stabili) al suo comento sul trattato della sfera di Giovanni da Sacrobosco occupa il rovescio della carta 3 ed una parte del *recto* della carta 4.

Il rovescio della carta 4 altro non contiene che una figura rappresentante una sfera armillare.

Dalla carta 5 *recto* alla carta 23 *recto* si trovano il testo latino del trattato della sfera di Giovanni da Sacrobosco, ed il comento di Cecco d'Ascoli a questo trattato.

In fine della carta 23 *recto* col. 2 si legge:

¶ Cicchi Esculani in Spherã enarratio felicit explicit.

Nel rovescio della carta 23 si trovano le seguenti cose 1. 1° Una lettera dedicatoria col titolo seguente:

¶ Joãnes Baptista Capuanus de Manfredonia Canonicus regularis suis Auditoribus dilectis & Con-
canonicis honorandis. S. p. D.

2.° Un epigramma latino coll'intitolazione seguente:

¶ Liber alloquitur Lectorem.

3.° Un altro epigramma latino con questa intitolazione:

¶ Constantini Placentini Canonici regularis
Epigrāma ad Lectorem.

Nel *recto* della carta 24, col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Joãnis de Sacrobusto Astronomi celeberrimi Sphe-
ricũ opus cũ expositione dñi Joãnis Baptiste Capua-
ni de Manfredonia Canonici regularis ordinis sancti
Augustini epi cõgregationis Lateranẽsis felicit' icipit.
Prologus

Nella carta 77 *recto*, col. 2, si legge:

¶ Joannis de Sacrobusto Anglici Spherici opis: ꝛ sup
eodẽ. D. Joãnis Baptiste Capuani de Mãfredonia Ca-
nonici regularis sci Augustini Congregationis Latera-
nensis Expositionis. Finis.

Il rovescio della carta 77 contiene una introduzione al comento che segue di Giacomo Lefèvre o Le Febure, d'Etaples.

Nel *recto* della carta 78, col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Jacobi Fabri Stapulẽsis in Astronomicũ introducto-
rium Joannis de Sacrobosco Cõmentarius ꝯsequẽter
Auctoris littere: cui seruit adiunctus.

Questo comento finisce nel *recto* della carta 91, col. 2.

A tergo della medesima carta 91, col. 1, si legge:

¶ Incipit liber Primus Theodosij de spheris.

Questo primo libro ha 33 proposizioni. Finisce nel *recto* della carta 96,

35

col. 2. A tergo della medesima carta 96, col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit Liber scd̄us Theodosij de spheris.

Questo secondo libro ha 31 proposizioni. Finisce nel *recto* della carta 104, col. 2. A tergo della medesima carta 104, col. 1, si trova questo titolo:

¶ Eximij atq3 excellētissimi physicoꝝ motuū cursusq3
siderei idagatoris Michaelis Scoti sup Auctore sphe/
re cū qōnib⁹ diligēter emendatis. Incipit expositio pfe/
cta Illustrissimi Impatoris Dñi D. Federici precibus.

Questo comento di Michele Scott al trattato della sfera del Sacrobosco finisce nel rovescio della carta 115, col. 2. Seguono dalla carta 116 *recto* alla carta 131 *verso* le *Quaestiones Reverendissimi Domini Petri de Aliaco.* (Questioni del cardinale Pietro d'Ailly) sul trattato della sfera del Sacrobosco. Nel *recto* della carta 116, col. 1, si legge:

¶ Reuerēdissimi dñi Petri de Aliaco Cardinalis ⁊ epi
Camerācēsis doctorisq3 celebratissimi Questio pma.

Nella prima colonna del rovescio della carta 131 si legge:

Finis questionū Rmi dñi Petri de aliaco.

Più sotto nella colonna medesima si trova il titolo seguente:

¶ Reuerendissimi Episcopi Roberti Linconiensis
Sphere Compendium.

Nella seconda colonna del rovescio della carta 133 si legge:

¶ Finis Roberti.

Più sotto nella colonna medesima si trova questo titolo:

¶ Tractatus tertius Theodosij de spheris.

Questo terzo trattato ha 14 proposizioni, le quali per altro non sono numerate.

Nel *recto* della carta 139, col. 1, si legge:

¶ Explic9 est tractat9 terti9 Theodosii de sphe
ris ꝛc. Hic finit totus liber.

Nella colonna medesima incomincia un opuscolo che ha il titolo seguente:

¶ De figura sectore.

Quest'opuscolo finisce a tergo della carta 139, col. 1. Nella seconda colonna del rovescio della carta 139 si trova il titolo seguente:

¶ Tractatus de Sphera Solida.

Nel *recto* della carta 143, col. 1, ultima linea si legge:

¶ Sequuntur cōclusiones planetaꝝ.

Queste *conclusioni* sono contenute in 9 carte, dalla carta 143 *recto*, col. 2, alla carta 152 *verso*, col. 2. A tergo della carta 152, col. 2, si legge:

¶ Complete sunt quedā demōstrationes super theorica
planetarum que admodum vtiles sunt.

Nella prima colonna del *recto* della carta 153 trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit tractat9 de Sphera editus a magr̃o Campano.

A tergo della carta 158, col. 2, si legge:

¶ Tractatus de Sphera Acutissimi astrologi ac mathe/
matici a Magistro Campano Nouare Finis.

Nel *recto* della carta 159, col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit Computus maior Campani Nauariensis.

Nel *recto* della carta 177, col. 1, sono queste parole:

Finis Computi Campani.

Nella colonna 2 della medesima carta 177 *recto*, trovasi la seguente intitolazione:

¶ Disputationũ Joãnis de Monte regio cõtra Cremo/
nẽsia in planetarũ theoricas deliramenta. Prefatio.
¶ Uniuersis bonarũ artiũ studiosis Joãnes de Monte
regio. S.P.D.

Nella carta 180, *verso*, col. 2, si legge:

¶ Expliciunt disputationes in Theoricas
planetarum Joannis de Monteregio.

Nel *recto* della carta 181 (numerata col numero 201), col. 1, si trova il titolo seguente:

¶ Theorice noue Planetarũ Georgij Purbachij Astro/
nomi Celeberrimi cũ expositione. D. Joãnis Baptiste
Capuani de Manfredonia Canonici regularis ordinis
scĩ Augni epĩ Cõgregationis Lateraññ. Feliciter ĩcipiũt.

In fine della prima colonna del rovescio della carta 230, numerata col numero 250, si legge:

¶ Theoricarũ nouarũ planetarũ ⁊ octaue
sphere cũ expositione dñi Joãnis Ba
ptiste Capuani de Manfredonia
Canonici Regularis San/
cti Augustini Episcopi
Cõgregatiõis La
teranensis
Finis.

Nella seconda colonna del medesimo rovescio si trova il titolo seguente:

¶ Incipit liber Ptolomei de Speculis: qui diuidit
in duos libros.

Nella seconda colonna del rovescio della carta 232, (numerata col numero 252), si legge:

¶ Explicit secũdus ⁊ vltim⁹ liber Ptolomei de Specu/
lis. Cõpleta fuit ei⁹ trãslatio vltimo decembris anno
Christi. 1269.

Nel rovescio della carta 233, (numerata col numero 253), col. 1, trovasi la sottoscrizione seguente:

Venetijs impensa heredum quondam Domini octauiani Scoti Modoetiensis: ac sociorum.
19. Januarij.
1518

Nella col. 2 del rovescio di questa carta, trovasi un componimento latino, intitolato:

Ioannis Baptistę Bracteoli In laudem Hieronymi Nucerelli Physici Excellentis. ac Medici.
Ode Dicolos bistrophos.

Più sotto nella colonna medesima, trovasi lo stemma dello stampatore Ottaviano Scoto.

La carta 234 è bianca. Seguono quattro carte non numerate con segnatura....

Nel *recto* della prima di queste carte, col. 1, trovasi il titolo seguente:

Thebith de imaginatione Sphere.

A tergo della medesima carta, col. 1, si legge:

Theorica planetarum Joānis cremonensis.

Nel *recto* dell'ultima carta, col. 2, si legge:

Expleta est theorica planetarum. Deo gratias.

Posseggo un esemplare di quest'edizione.

II.

RACCOLTA STAMPATA DA LUCA ANTONIO GIUNTI.

È un volume in foglio di 235 carte, delle quali 234 sono numerate nel *recto* co' numeri 1-180, 201-253, le carte settima ed ottava del volume stesso essendo tutte e due numerate col numero 6. Il registro è in lettere maiuscole A-Z, AA-GG, con numeri, alcuni de' quali sono Romani, ed altri Arabi. Nel *recto* della prima carta trovasi il titolo seguente:

Sphera mundi nouit recognita cũ cõmẽtarijs z authoɼib⁹ in hoc volumine cõtẽtis vʒ.

Cichi Eschulani cum textu
Joannis Baptiste Capuani
Jacobi Fabri Stapulensis
Theodosij de Spheris cum textu
Michaelis Scoti questiones
Petri de Aliaco Cardinalis Qõnes
Roberti Linconiensis Compendium
Theodosij iterum de spheris cum textu
Tractatus de Sphera solida
Theorice planetarum conclusiones cum expositione.
Campani Tractatus de Sphera
Eiusdem tractatus de computo maiori
Joannis de monte regio in cremonẽsem disputatio
Theorice Textus cũ Joãnis Baptiste Capuani expõne
Ptolomeus de Speculis
Theorica Planetarum Joannis Cremonensis: plurimum faciens ad disputationem ioannis de monte regio: quã in alijs hactenus ĩpressis non reperies.

A tergo della medesima prima carta, col. 1, incomincia:

¶ Bartholomei Vespuccij Florentini mi-
nimi inter artiũ & medicine doctores: Ora
tio habita in celeberrimo Gymnasio Pa-
tauino: pro sui prima lectione. Anno domi
ni. 1506. Laudes prosequens Quadriuij ac
presertim astrologie quam ibi publice pro
fitetur.

Finisce a tergo della carta seconda, (numerata nel *recto*, col num. 1), col. 1.

Segue la lettera diretta al Vespucci con queste parole in fronte.

¶ Syluius Laurentius a Portu Caballensis: Clarissimo
artium Doctori: ac Astrologie ↄsultissimo domino Bar
tholomeo Vespuccio felicitatem.

Dopo questa lettera nella carta seconda *verso*, col. 2, trovasi il titolo seguente:

¶ Cicchi Esculani viri Clarissimi in Spheram.
Mundi Enarratio.

Il proemio di Cecco d' Ascoli a questo suo comento sul trattato della sfera di Giovanni da Sacrobosco finisce nel *recto* della carta terza (numerata col numero 2), col. 2. A tergo della medesima terza carta si trova il titolo seguente:

¶ Theorica planetarũ Joãnis cremonẽsis.

Nel *recto* della carta sesta, (numerata col numero 5), col. 2, si legge:

¶ Expleta est theorica plane-
tarum. Deo gratias.

Il rovescio della carta sesta, altro non contiene che una figura rappresentante una sfera armillare, e simile a quella che si trova nella raccolta dello Scoto. Dal *recto* della carta settima numerata 6 al *recto* della carta 25, (numerata col numero 23), si trova il trattato della sfera del Sacrobosco col comento di Cecco d' Ascoli al trattato medesimo. Nel *recto* della carta 25, (numerata 23), col. 2, si legge:

¶ Cicchi Esculani in Spherã enarratio felicit explicit.

Nel rovescio di questa medesima carta si trovano le seguenti cose. 1° La lettera del Capuani sopraccitata, col titolo:

¶ Joānes Baptista Capuanus de Manfredonia Canonicus regularis suis Auditoribus dilectis ꝛ Cō canonicis honorandis. S. P. D.

2°. L'epigramma indicato di sopra coll'intitolazione seguente:

¶ Liber alloquitur Lectorem.

3.° L'altro epigramma coll'intitolazione seguente:

¶ Constantini Placentini Canonici regularis
Epigramma ad Lectorem.

Nel *recto* della carta 26, (numerata col numero 24), col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Joannis de Sacrobusto Astronomi ce
leberrimi Sphericū opus cū expositione
Dñi Joannis Baptiste Capuani de Mā
fredonia Canonici regularis ordinis san
cti Augustini episcopi. congregationis la
teranensis feliciter incipit.
Prologus

Nel *recto* della carta 79, (numerata col num. 77), col. 2, si legge:

¶ Joānis de Sacrobusto Anglici Spherici operis ꝛ sup
eodē. D. Joānis Baptiste Capuani de Māfredonia Ca
nonici regularis scī Augustini Congregationis Latera
nensis. Expositionis. Finis.

Nel *recto* della carta 80, (numerata col num. 78), col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Jacobi Fabri Stapulensis in astronomi
cum introductorium Joannis de Sacro
bosco Cōmentarius consequenter Aucto
ris littere: cui seruit adiunctus.

Il comento del Lefèvre finisce nel *recto* della carta 93, (numerata 91), col. 2. Nel rovescio di questa carta, col. 1, si trova il titolo seguente:

¶ Incipit liber Primus Theodosij de spheris.

Questo primo libro ha come nell' edizione dello Scoto 33 proposizioni. Finisce nel *recto* della carta 98, (numerata 96). Nella prima colonna del rovescio di questa carta, trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit Liber scōs Theodosij d̄ spheris.

Questo secondo libro, che ha 34 proposizioni come nell' edizione dello Scoto, finisce nel *recto* della carta 106, (numerata 104), col. 2. Nella prima colonna del rovescio di questa carta, trovasi il titolo seguente:

¶ Eximij atq; excellētissimi physicorū mo/
tuum cursusq; siderei indagatoris Micha/
elis Scoti super Auctore sphere cum que/
stionibus diligenter emendatis. Incipit ex/
positio confecta Illustrissimi Imperatoris
Domini. D. federici precibus.

Questo comento finisce nel rovescio della carta 117, (numerata 115), col. 2. Seguono le *Quaestiones Domini Petri de Aliaco* dalla carta 118 (numerata 116), alla carta 133 (numerata 131), *verso*, col. 1. Nel *recto* della carta 118, (numerata 116), col. 1, si trova il titolo seguente:

¶ Reuerēdissimi dn̄i Petri de Aliaco Car
dinalis z episcopi Cameracēsis doctorisq;
celebratissimi. Questio p̄ma.

A tergo della carta 133, (numerata 131), col. 1, si legge:

Finis q̄onum R^mi dn̄i Petri de aliaco.

Più sotto nella medesima colonna trovasi il titolo seguente:

¶ Reuerēdissimi Epi Roberti Linconień.
Sphere Compendium.

Nel rovescio della colonna seconda della carta 135, (numerata 133), si legge:

¶ Finis Roberti.

Più sotto nel medesimo rovescio, si trova il titolo seguente:

¶ Tractatus tertius Theodosij de spheris.

Nel *recto* della carta 141, (numerata 139), col. 1, si legge:

¶ Expletus est tractatus tertius Theodosij de spheris &c. Hic finit totus liber.

Nella medesima colonna incomincia il trattatello:

¶ De figura sectore.

Finisce nella stessa carta 141, a tergo, col. 1. Nella seconda colonna del rovescio della medesima carta 141, trovasi il titolo seguente:

¶ Tractatus de Sphera Solida.

Questo trattato finisce nella prima colonna del *recto*, della carta 145, (numerata 143). Nell'ultima linea di questa colonna si legge:

¶ Sequuntur coniunctiones planetarum.

A tergo della carta 154, (numerata 152), col. 2, si legge:

¶ Complete sunt quedam demonstrationes super theorica planetarum que admodum vtiles sunt.

Nel *recto* della carta 155, (numerata 153), col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit tractatus de sphera editus a magistro campano.

A tergo della carta 160, (numerata 158), col. 2, si legge:

¶ Tractatus de Sphera Acutissimi astrologiae mathematici a Magistro Campano Nouare finis.

Nel *recto* della carta 161, (numerata 159), col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit Cōputus maior Campani Ma-
nariensis.

Nel *recto* della carta 179, (numerata 177), col. 1, ult. linea si legge:

Finis Computi Campani.

Nel medesimo *recto*, col. 2, trovasi l'intitolazione seguente:

¶ Disputationū Joannis de Monteregio contra Cremo
nensia in planetarum theoricas deliramenta Prefatio.
¶ Uniuersis bonarum artium studiosis Joannes de mon-
teregio. S.D.D.

A tergo della carta 182, (numerata 180), col. 2, si legge:

¶ Expliciunt Disputationes in Theoricas
planetarum Joannis de Monteregio.

Nel *recto* della carta 183, (numerata 201), col. 1, trovasi il titolo seguente:

¶ Theorice noue Plāetaꝝ Georgij Pur
bachij astronomi Celeberrimi cū expositio
ne. D. Joānis Baptiste Capuani de Mā
fredonia Canonici regularis ordis scī Au-
gustini episcopi Congregatiōis Laterañ.
Feliciter incipiunt.

A tergo della carta 232, (numerata 250), col. 1, leggesi:

¶ Theoricarū nouarū planetarū ⁊ octaue
sphere cū expositione dñi Joānis Ba
ptiste Capuani de Manfredonia
Canonici Regularis San-
cti Augustini Episcopi
Cōgregatiōis La
teranensis
Finis.

Nella seconda colonna di questo rovescio, trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit liber Ptolomei de Speculis: q̄
diuidit̄ in duos libros. Liber p̄mus.

Nel rovescio della carta 234, (numerata 252), col. 2, si legge:

¶ Explicit secundus ⁊ vltimus liber Ptho/
lomei de Speculis. Completa fuit eius trã
slatio vltimo Decẽbris anno Christi.1269.

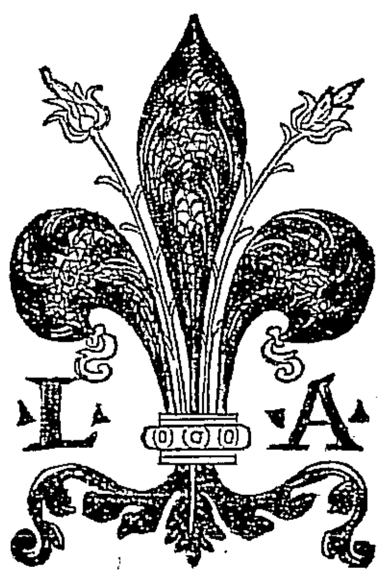
A tergo dell'ultima carta, col. 1, trovasi la seguente nota tipografica:

Venetijs impensis nobilis viri//
dñi Luceantonij de giũta
Florentini. Die
vltimo Iu/
nij.1518.

Nel medesimo rovescio, col. 2, trovasi un' ode intitolata:

¶ Joannis Baptiste Bracteoli In laudẽ Hieronymi Nu
cerelli Physici Excellentiss. ac Medici.
Ode Dicolos distrophos.

Più sotto nella colonna stessa vedesi questo stemma del tipografo Luca Antonio Giunti:



Posseggo un esemplare di quest'edizione. Un altro esemplare se ne trova nella Biblioteca Alessandrina o dell' Università di Roma, Scanzia A. scaffale d., num. 48. Un terzo è nella Biblioteca Angelica, Scanzia g, scaffale 7, num. 7.

Avendo io pregato il chiarissimo sig. Professore Francesco Orioli ad esaminare queste due raccolte, egli dopo averle diligentemente osservate si è compiaciuto di scrivermi la lettera seguente:

« Mi sono affrettato ad obbedirle, ed ho scorso le due diverse edizioni » Venete, ambedue del 1518, la 1.ª colla data 19 Genn. e col titolo – *Sphera* » *cum commentis in hoc volumine contentis etc.* stampata dagli eredi di Ot- » taviano Scoto; la 2.ª colla data dell'ultimo di Giugno, e col titolo – *Sphera* » *mundi noviter recognita cum commentariis, et authoribus in hoc volumine* » *contentis etc.* stampata da Luc'Antonio Giunti. Conseguenza dell'esame è il » giudizio che la 2.ª è una contraffazione della 1.ª

« Quest'ultima era stata stampata senza il solito privilegio che gli stam- » patori si procuravano dalla Signoria di Venezia. Il Giunti credette dunque » a sè lecito di ristamparla, probabilmente perchè tutta quella compilazione » incontrò il favore del Pubblico, e fu subito grandemente ricercata. Pregiu- » dicati da ciò gli eredi dello Scoto, fecero alla loro edizione la giunta di » un piccolo quadernetto non numerato, ed evidentemente messo a libro fi- » nito, dopo il Registro, il quale quaderno di sole sei carte contiene un bre- » vissimo opuscolo di Tebith, seguitato da un altro, che è la *Theorica pla-* » *netarum Iohannis Cremonensis.* Or, vista l' addizione, il Giunti tagliò via » dalla sua ristampa le prime 5 carte, e queste sole ristampò più strette, » soppressi i bianchi, accoppiatavene tuttavia una sesta, per farvi entrare la » materia del supplemento edito dallo Scoto. Ciocchè nondimeno non si potè » eseguire senza che nascesse un po' di disordine. In fatti, le carte da ri- » congiungere al resto del libro essendo ora non più 5 ma 6 numerate solo » come le altre nel *recto*, fu d'uopo contentarsi d'ammettere due carte suc- » cessive segnate in alto col b. Quel ch'è più, per quanto il nuovo Editor » s' ingegnasse di crear posto, gli fu forza lasciare indietro il brevissimo » opuscolo (d'una faccia e mezza) del Tebith. E quel ch'è peggio, bisognò » che la Teorica del Cremonese la collocasse dopo il Proemio dell'Opuscolo » di Cecco d'Ascoli, ripigliando il lavoro di questo secondo, appresso all'o- » peretta del 1.º, cioè di esso Cremonese.

» Nel resto la ristampa fu fatta con sì gran precipitazione, che si ripor- » tano alcuni errori dello stampatore. Per es. a carta 149 *recto*, in ambedue

» si legge nel titolo, in cima e in mezzo di pagina - de sphera - mentre
» s'avrebbe a leggervi - *planetarum*. In generale le pagine sono copia una
» dell'altra, salvo minime differenze siccome le seguenti - A c. 2. rc. lo
» Scoto scrive *Esculani*, il Giunti *Eusculani*. Il titolo nella c. 24 rc. col. 1
» presso lo Scoto è in 4 versi di carattere come nel corpo dell'opera, e pres-
» so il Giunti è in 6 versi di carattere più grosso etc. etc.; le figure, fatte
» con segni diversi, per la fretta non sempre esattamente si corrispondono
» appo il Contraffattore, essendovene alcune nella 2.ª edizione, che per es-
» sere state trasportate dall'incisore tali quali sul legno, riuscirono a rove-
» scio, e altre un po' disordinate. Le iniziali sono pur differenti. In fine, a
» velar la frode, Lucantonio Giunti scrisse in principio della sua ristampa,
» come già si disse - *Sphera mundi noviter* RECOGNITA ecc. Ciocchè è men-
» zogna, e si diè cura d'enumerare tutti gli Opuscoli della Raccolta più di-
» stesamente che non avea fatto il 1.º Editore.

« È certo che maggiori lumi si potran cavare da un secondo e più di-
» ligente esame. Pregandola a scusare questo scritto fatto a volo di penna,
» ho l'onore di ripetermi etc.

Roma 4 Aprile 1851

Platone di Tivoli tradusse anche dall'arabo in latino un operetta astrologica d'Almansor o Almeone astrologo arabo. Questa versione fu stampata in Venezia senza nota d'anno con una traduzione latina fatta da Stefano di Messina d'un altro opuscolo astrologico attribuito ad Ermete o Mercurio Trismegisto. Placido Braun avendo asserito che quest'edizione è molto rara (1), parmi utile di darne le notizie seguenti:

È in foglio di carte 6, stampate a due colonne.

Nel *recto* della prima carta trovasi il titolo seguente:

CENTILOQVIVM DIVI HERMETIS.

---

(1) Braun (Plac.) *Notitia historico litteraria de libris ab artis typographicae inventione usque ad annum MCCCCLXXVIII impressis in bibliotheca liberi ac imperialis monasterii ad SS. Udalricum et Afram Augustae extantibus*. Augustae Vindelicorum 1788-89, due vol. in 4.º Pars II, p. 217, anno MCCCCXCII, art. XXIX.

Il rovescio della medesima carta contiene una lettera dedicatoria, che ha in fronte queste parole:

Antonius Laurus Cesarei Iuris Interpres: lz exiguus: Augusti Palatii Comes etc. Munifico ac Integerrimo dño Dominico Nobili Brixiano q. Clarissimi Iuris utriusque Monarche D. Laurētij Calcagno: prosperos cupit Aquile vel phoenicis seu Nestoris annos.

In fine di questa lettera si legge:

Venetijs Idibus Junij. 1492.

Fran. De Er. 4. Phane.
Et quel di Loo che fe via milgior opra.
Se ben intesi fosser gli amphorismi.

Nella seconda colonna del rovescio della carta 3, leggesi:

Explicit Liber Aphorismorum centum Hermetis.

Per Aloisium de Sancta Lucia Venetijs.

Nel *recto* della carta 5 si trova il titolo seguente:

Almansoris Judicia seu propositiones Incipiunt Capitula stellarum oblata Regi Magno Saracenorum ab Almansore Astrologo: et a Platone Tyburtino translata.

A tergo della carta 6 si legge:

FINIS.

Il Fossi credette che quest'edizione si possa riferire al 1492 per ciò che la lettera dedicatoria dell'edizione medesima ha la data de' 13 di Giugno di quest'anno (1). Un esemplare di tale edizione, descritto dal Fossi (2), trovasi nella Magliabechiana di Firenze.

---

(1) *Catalogus Codicum saeculo XV impressorum qui in publica Bibliotheca Magliabechiana Florentiae adservantur auctore Ferdinando Fossio.* Florentiae 1793-95, 3 vol. in foglio, t. II, col. 716.

(2) *Catalogus codicum saec. XV impressorum qui in publica Bibliotheca Magliabechiana Florentiae adservantur*, t. II, col. 716-718.

La traduzione fatta da Platone Tiburtino della soprammentovata operetta d'Almansor fu anche inserita in una raccolta di scritti astrologici della quale si hanno due edizioni ambedue di Venezia, una del 1493, stampata a spese d'Ottaviano Scoto, l'altra stampata a spese degli eredi d'Ottaviano Scoto nel 1519. Do qui appresso alcune notizie intorno a queste due edizioni.

Edizione del 1493.

È un volume in foglio di 154 carte, delle quali le prime due non sono numerate, e le altre sono numerate nel margine superiore del *recto*, con numeri arabi 1–152. Ha segnature in lettere A–T accompagnate da numeri arabi. Nel *recto* della prima carta trovasi il titolo seguente:

¶ Liber quadripartiti Ptholemei.
¶ Centiloquium eiusdem.
¶ Centiloquium hermetis.
¶ Eiusdem de stellis beibenijs.
¶ Centiloquium bethem. & de horis planetarum
¶ Eiusdē de significatione triplicitatum ortus.
¶ Centum quinquaginta ppōnes Almansoris.
¶ Zahel de interrogationibus.
¶ Eiusdem de electionibus.
¶ Eiusdem de tēporum significationib⁹ in iudicijs.
¶ Messahallach de receptionibus planetarum.
¶ Eiusdem de interrogationibus.
¶ Epistola eiusdē cū duodecim capitulis.
¶ Eiusdem de reuolutionibus annorum mundi.

A tergo di questa carta trovasi una lettera di Domenico Maria Novara. celebre astronomo del secolo decimoquinto a Girolamo Salio di Faenza. Questa lettera ha in fronte le parole seguenti:

¶ Hieronymus salius fauentinus artium & medicine doctor: dñico marie de nouaria ferrariēsi artiū & medicīe doctori astrologoq3 excellētissimo d nobilitate astrologie. S.

A tergo della carta 120, trovasi il titolo seguente:

¶ Almansoris iudicia seu propositiones: Incipiunt capitula stellarum oblata Regi magno Saracenorum ab Almāsore astrologo: & a Platone Tyburtino translata.

Nel *recto* della carta 122 si legge:

> ℂ Perfectus est liber capi̅torum almansoris cū dei auxilio
> translatus de arabico in latinum a Platone Tyburtino
> quem deus exaltet ī ciuitate bardonia. Anno arabū. 1530.
> 18. die mēsis dullugida. Sole ī vḡie 15. luna in ariete. 15. 16.
> Explicit.

Nell'ultima carta, *recto*, col. 2, si legge:

> Venetijs per Bonatum locatellum: impensis nobilis viri
> Octauiani scoti ciuis Modoetiensis.
> M.CCCC.LXXXXIII. 13. Kalendas Januarias.

Posseggo un esemplare di quest' edizione. Un altro esemplare dell' edizione medesima trovasi nella biblioteca Barberiniana di Roma. Nel catalogo dato in luce nel 1681 de' libri stampati nella Biblioteca Barberiniana questo esemplare è indicato così (1):

« ALMANSOR.

« *Propositiones*. Venet. 1493. LII. E 33".

Un altro esemplare di questa edizione esiste nella Biblioteca Magliabechiana di Firenze. Trovasi descritto dal Fossi nel suo catalogo dell' edizioni del secolo decimoquinto che si conservano nella Magliabechiana (2).

EDIZIONE DEL 1519.

È un volume in foglio di 144 carte, delle quali le prime quattro non sono numerate, e le altre sono numerate nel *recto* co'numeri 1-140. Ha segnatura in lettere maiuscole A-S con numeri arabi. Nel frontespizio trovasi il titolo seguente:

---

(1) *Index bibliothecae qua Franciscus Barberinus S. R. E. Cardinalis Vicecancellarius Magnificentissimas suae Familiae ad Quirinalem aedes magnificentiores reddidit. Tomi tres libros typis editos complectentes. Romae, Typis Barberinis, Excudebat Michael Hercules*, MDCLXXXI. *Superiorum permissu*, 2 tomi in foglio, t. I, p. 29, col. 1.

(2) *Catalogus codicum saeculo XV impressorum qui in publica bibliotheca Magliabechiana Florentiae adservantur auctore Ferdinando Fossio*, t. III, col. 130-132.

Quadriparti. Ptolo.

Que in hoc volumine continentur hec sunt.

Liber quadripartiti Ptolomei.
Centiloquium eiusdem.
Centiloquium Hermetis.
Eiusdem de stellis beibeniis.
Centiloquium Bethem. et de horis planetarum.
Eiusdem de significatione triplicitatum ortus.
Centum quinquaginta propositiones Almansoris.
Zahel de interrogationibus.
Eiusdem de electionibus.
Eiusdem de temporum significationibus in iudiciis.
Messahallach de receptionibus planetarum.
Eiusdem de interrogationibus.
Epistola eiusdem cum duodecim capitulis.
Eiusdem de reuolutionibus annorum mundi.

La terza carta contiene la lettera soprammentovata del Novara. Nel *recto* di questa carta si legge:

¶ Hieronymus Salius Faventinus artiũ ꝛ medicine doc-
ctor: Dñico marie de Nouaria ferrariẽsi artiũ ꝛ medicine
doctori astrologoq; excellentissimo de nobilitate astrolo-
gie. S.

Nella carta 113, (numerata col numero 109), a tergo, col. 2, trovasi il titolo seguente:

¶ Almansoris iudicia seu propositiones Incipiunt capl'a
stellaꝝ oblata Regi magno Saracenoꝝ ab Almansore
astrologo: ꝛ a Platone Tyburtino translata.

Nel *recto* della carta 115, (numerata col numero 111), col. 2, si legge:

¶ Perfectus ẽ liber capl'oꝝ Almãsoris cũ dei auxilio trã-
latus de arabico in latinũ a Platone Tyburtino quẽ de-
exaltet in ciuitate bardonia. Anno arabũ. 1530. 18. die mẽ-
sis dullugida. Sole in virgine. 15. Luna in ariete. 15. 16.

Nel *recto* dell'ultima carta, col. 2, si legge:

¶ Venetijs mandato ac sumptibus heredũ nobilis
viri Domini Octauiani Scoti ciuis ac patritius.
Modoetiensis ꝛ socioꝝ. Anno virginei
partus saluberrimi. 1519.
sexto februarij.

Un esemplare di quest'edizione, da me veduto, trovasi nella Biblioteca Chigiana. È indicato nel catalogo di questa Biblioteca, pubblicato dall'Assemani (1).

La traduzione fatta da Platone Tiburtino dell'opuscolo astrologico d'Almansor fu anche stampata in Venezia nel 1501 da Giovanni Battista Sessa con un trattatello d'Albubather, astrologo del secolo decimoterzo, intitolato:

---

(1) *Catalogo della Biblioteca Chigiana giusta i cognomi degli autori ed i titoli degli anonimi coll'ordine alfabetico disposto sotto gli auspici dell' Eminentissimo e Reverendissimo Principe Flavio Chigi della S. R. C. Diacono Cardinale di S. Maria in Portico da Monsignor Stefano Evodio Assemani.* In Roma, 1764, in fog., p. 485, col. 1.

Liber nativitatum, e col *Centiloquium Divi Hermetis*, operetta astrologica della quale si è parlato di sopra. Descrivo qui appresso quest'edizione.

È in foglio, di 28 carte, numerate tutte, meno la prima, nel *recto*, con numeri arabi 2-28. Ha segnature in lettere maiuscole A-G e numeri arabi. Nel frontespizio trovasi il titolo seguente:

Albubather.
Et
Centiloquium Diui Hermetis.

Il rovescio della prima carta contiene una lettera dedicatoria che ha in fronte le parole seguenti:

Antonius Laurus Depalatiis Patauinus Juris Ciuilis
ctor Equis minimus Imperialis Comes palatinus & c. Capillate & Calue Virtutisque Fortune Remedia prosperos
uersos Uultus ac vires expertis: Felices Bonorum ad vota successus exoptat.

Nel *recto* della carta 2, col. 1, l'operetta d'Albubather incomincia così:

¶ Dixit Albubather Magni Alchasili: Alcharsi Filius
Auctor Astronomie Perspicuus.

Nel *recto* della carta 22, col. 2, si legge:

¶ Explicit Liber Natiuitatum Albubathris magni Al/
chasili Filij cum laude Omnipotentis Dei.
¶ Padue de Arabico in Latinum Translatus .1218.

Nel *recto* della carta 24, col. 2, trovasi il titolo seguente:

¶ Incipit Liber Aphorismoꝝ centũ Hermetis.

A tergo della carta 25, col. 1, leggesi:

¶ Explicit Liber Aphorismoꝝ centũ Hermetis.

Nel *recto* della carta 26, col. 2, trovasi il titolo seguente:

¶ Almansoris Judicia seu propositiones Incipiunt Ca
pitula stellarum oblata regi Magno Saracenorum ab
Almansore Astrologo: & a Platone Tyburtino trãslata.

Nel *recto* della carta 28, col. 2, si legge:

¶ Perfectus est Liber capitulorum Almansoris cũ Dei auxilio translatus de Arabico in Latinum a Platone Tyburtino quẽ deus exaltet in ciuitate Bardonia anno Arabuz. 530. 18. die Mensis dullugida Sole in virgine. 15. Luna in ariete. 15.16.
Explicit.

Nel *recto* della carta 28, si legge anche:

¶ Impressum Venetijs per Io.
Baptistã Sessa anno Do-
mini. 1501. dies. 23.
Februarij.

Sotto queste parole nella faccia medesima trovasi lo stemma dello stampatore colle iniziali del suo nome I. B. S. Un esemplare di quest' edizione trovasi nella Biblioteca Casanatense, Scanzia M, ordine V, n.° 86.

Platone Tiburtino tradusse in lingua latina un trattato di geometria, composto in lingua ebraica da Savosorda o Savasorda matematico Ebreo. La Biblioteca Nazionale di Parigi possiede due esemplari manoscritti di questa traduzione, uno de'quali è nel codice contrassegnato *ancien Fonds Ms. lat.*, n.° 7224, dalla carta 1 *recto*, alla carta 62 *verso*, e l' altro nel codice contrassegnato *Supplement latin* n.° 774, dalla carta 1 *recto* alla carta 35 *verso*. Di quest'ultimo codice il Sig. Libri dice quanto segue (1): « Le manuscrit » de la bibliothèque royale contient aussi de l'algèbre: malheureusement il » est incomplet, et on ne peut pas juger de l'importance des recherches al- » gébriques qu'il devait contenir. Ce manuscrit semble être du treizième siècle; » les chiffres y ont déjà une valeur de position: il commence par ces mots: » Incipit liber embadorum a Savosorda in ebraico compositus et a Platone » Tiburtino in latinum sermonem translatus: anno arabum DX, mense Saphar. » (*MSS. de la bibl. du roi*, *supplément latin*, n.° 774) ». Più oltre il Sig. Libri scrive (2): « Le manuscrit de l'ouvrage de Savasorda, que j'avais cité » d'abord, est effectivement défectueux (*MSS. de la bibl. du roi*, *supplément* » *latin*, n.° 774); mais depuis j'en ai découvert un autre parfaitement com- » plet, qui se trouve également à la bibliothèque royale, et qui ne porte pas, » dans le catalogue, le nom de Savasorda, parce que l'encre s'étant effacée

---

(1) *Histoire des sciences mathématiques en Italie depuis la renaissance des lettres jusqu'à la fin du dix-septième siècle*, t. II, p. 38, 39, nota (1) della p. 38.

(2) *Histoire des sciences mathématiques en Italie*, t. II. Note IV, p. 480.

» dans beaucoup d'endroits, on n'en pouvait pas lire facilement le titre; mais
» où cependant quand on l'examine avec attention, on voit comme dans l'au-
» tre manuscrit: « Incipit liber embadorum, a Savasorda in ebraico composi-
» tus, et a Platone Tiburtino in latinum sermonem translatus, anno arabum
» DX (1) mense Saphar ». Ce qui montre que cette traduction a été faite en
» 1116, et qu'elle précède par conséquent, comme je l'ai déjà dit, tous les
» écrits du même genre qu'on a cités jusqu'à présent, et où se trouvent des
» recherches sur l'algèbre.

(1) « Cette date est fort importante, et elle est certaine. On la retrouve aussi dans un manuscrit » qui était autrefois dans la bibliothèque de Saint Marc à Florence, et que Montfaucon a cité (*Bi-* » *bliotheca bibliothecarum*, tom. I, p. 427) ».

Benchè il Sig. Libri non indichi il numero del codice manoscritto, contenente l'esemplare perfettamente completo, da lui rinvenuto del trattato di Savosorda, tuttavia pare certo che questo codice sia quello contrassegnato *ancien Fonds ms. lat.* n.° 7224. In fatti nel catalogo stampato de'codici manoscritti della biblioteca Nazionale di Parigi si legge (1):

» VIIM ЄCXXIV.

» Codex chartaceus olim D. Dufresne. Ibi continetur anonymi tractatus de
» geometria practica in latinum sermonem a *Platone Tiburtino* conversus.
» Is codex decimo sexto saeculo exaratus videtur ».

Il codice della biblioteca nazionale di Parigi contrassegnato *ancien Fonds ms. lat.* n.° 7224 incomincia così:

Incipit liber Embadorum a Sauasorda in Ebraico compositus et a Platone Tiburtino in latinum sermonem translatus Anno Arabum DX Mense Saphar.

Qui omnes mensurandi dividendique modos recte nosse desiderat universalia geometrie arithmetriceque proposita in quibus mensurandi ac dividendi magisterium fundatur eum scire necesse est quibus perfecte cognitis in hiis peritissimus apparebit et in nullo unquam deviare poterit.

A tergo della carta 62 di questo codice si legge: *Finit liber embadorum a Sauosorda Iudeo in Ebraico compositus et à Platone Tiburtino in latinum*

(1) *Catalogus codicum manuscriptorum bibliothecae Regiae.* Parisiis e typographia Regia 1739-44, (4 tomi in foglio). T. IV, p. 328, col. 2.

Sermonem translatus anno arabum DX mense Saphar die XV ejusdem mensis hora tertia Sole in XX gradu et XV minuto Leonis Luna in XII gradu et XX minuto Piscium Saturno in VIII gradu et LVII minuto Tauri. Iove in Arietis XXVI gradu et LII minuto. Marte in Libra XXVII. XV. Venus in Libra II. XXVIII. Mercurio in Leone XIIII. XLV. Capite in Cancro ti. cauda in Capricornum. ti.

Il codice della biblioteca nazionale di Parigi contrassegnato *Supplément Latin* n.° 774 incomincia così:

Incipit Liber Embadorum a Sauasorda in Ebraico compositus et à Platone Tiburtino in Latinum sermonem traslatus Anno Arabum DX Mense Saphar.

Qui omnes mensurandi dividendiquẹ modos recte nosse desiderat universalia geometrie arithmetriceque proposita in quibus mensurandi ac dividendi magisterium fundatur eum scire necesse est quibus perfecte cognitis in hiis peritissimus apparebit et in nullo unquam deviare poterit.

A tergo della carta 37 di questo codice si legge:

Illud tamen quod in hoc eodem libro superius inde monstravimus satis sufficere ad hoc non dubitetur.

Finis liber embadorum a Savasorda Iudeo in ebraico compositus et a Platone Tiburtino in latinum Sermonem translatus anno arabum DX mense Saphar die XV. ejusdem mensis ora tercia Sole in XX gradu et XV minuto Leonis luna in XII gradu et XX minuto Piscium Saturno in VIII gradu et LVII minuto Tauri Iove in Arietis XXVI gradu et LII minuto Marte in Libra XXVII. XV. Venus in Libra. II. XXVIIII Mercurio in Leone. XIIII. XLV. capite in cancro ti. cauda in Capricornum ti.

La traduzione fatta da Platone Tiburtino del trattato di geometria di Savosorda trovasi anche manoscritta in un codice della biblioteca Magliabechiana di Firenze contrassegnato: *Scaffale* 2, *Palchetto* VI. *n.°* 36 *nella stanza del Sig. Bibliotecario*, dalla carta 23 *recto* alla carta 40 *verso*. Nel *recto* della carta 23 di questo codice si legge:

Incipit liber embadorum a savasorda Iudeo in hebrayco compositus et a platone tyburtino in latinum sermonem translatus. Anno arabum dX mense saphar.

Qui omnes mensurandi dividendique modos recte nosse desiderat universalia geometrie arittimetriceque proposita in quibus mensurandi ac dividendi magisterium fundatur eum scire necesse est. quibus perfecte cognitis in his peritissimus aparebit et in nullo unquam deviare poterit. Hunc itaque librum in

IIII^{or}*. capitula partiamur oportet. quorum primum universalia geometrie et arithmetrice proposita quibus legentis intellectus ad veram cognitionem aperitur in se continet. Secundum autem in cognitione mensurandi agros secundum figuras sibi proprias triangulatas scilicet vel quadratas seu rotundas aut alius forme cuiuslibet. Tertium quidem in divisione omnium figurarum quorum mensure in secundo capitulo monstrantur. Quartum in metiendo foveas et puteos eorumque similia turres etiam et ea que in altum elevantur nec non et sperica atque vasa. Demum ut hec scientia perfecte in hoc libro contineatur qualiter hoc operemur indicabimus et ita librum feliciter terminabimus.*

Capitulum primum in geometrie arithmetriceque universalia proposita. Punctus est cuius nulla pars est etc.

A tergo della prima carta del codice medesimo leggesi:

« *In bancho XVIII. ex parte occidentis.*

Hic liber est conventus sancti marci de florentia ordinis predicatorum quem donavit vir clarissimus cosmus de medicis prescripto conventui emptus per eum ab heredibus ser phylippi ser ugolini peruzy de vertine.

Tractatus de planetis.

Liber Iordani de ponderibus.

Magistri Blasii de parma de ponderibus.

Liber in geometria qui dicitur embadorum compositus a savasorda Iudeo et de hebraico in latinum versus a platone tiburtino. »

Il *Tractatus de planetis* ora non trovasi più in questo codice, che incomincia alla carta 7, col *Liber Iordani de ponderibus*. Del trattato di Savosorda altro non trovasi in esso codice che il proemio soprarrecato, i capitoli primo e secondo, ed una parte del terzo capitolo. Questo codice era il n.° 207 de'codici della biblioteca del convento de'Domenicani di S. Marco di Firenze, dalla qual biblioteca passò nella Magliabechiana. Il Sig. Ab. D. Tommaso Gelli, Bibliotecario della Magliabechiana, si è compiaciuto di farmi sapere che egli crede essere avvenuto un tal passaggio fra il 1809 ed il 1811. Nella suddetta biblioteca del convento di S. Marco, trovasi tuttora un catalogo manoscritto de' codici di questa biblioteca intitolato: *Index Manuscriptorum Bibliotecae F. F. Ordinis Predicatorum Florentiae ad Sanctum Marcum. Anno Domini MDCCLXVII* (1). A pag. 135 di questo catalogo leggesi:

(1) Il R. P. Cioletti, bibliotecario del convento di S. Marco, nell'ottobre dello scorso anno 1850 gentilmente mi permise di esaminare questo catalogo manoscritto, e di farne copiare alcuni articoli.

Codex 207.

Opera geometrica Iordani et aliorum Cod. Chart. Saec. XIV. In quo leguntur sèquentia Opera. I. Liber Iordani de Ponderibus. II. Magistri Blasii de Parma de ponderibus. III. Liber Embadorum compositus a Savosorda Iudaeo et de Hebraico in Latinum versus a Platone Tiburtino.

Un altro esemplare manoscritto della traduzione fatta da Platone Tiburtino del trattato di geometria di Savosorda trovasi nel codice n.° 184 della Biblioteca del convento di S. Marco di Firenze. Nel *recto* dalla carta 120 di questo codice si legge:

Incipit liber embadorum a savasorda iudeo in ebraico compositus et a platone tiburtino in latinum sermonem translatus. Anno arabum dX mense saphar.

Segue nel medesimo *recto* il proemio che ho riportato di sopra del trattato suddetto di Savosorda. A tergo della prima carta del codice stesso si legge:

In bancho XVIII. ex parte occidentis.

Hic liber est conventus sancti marci de florentia ordinis predicatorum quem donavit vir clarissimus cosmus medices prescripto conventui: emit autem ab heredibus phylippi ser ugolini pieruzzi de vertine notarii florentini.

Canones super tabulas Regis alfonsi secundum Iohannem de saxonia.

Tabule alfonsi regis castelle.

Tractatus Melei et campani.

Autolicus de spera mota.

Campanus et alii de proportione et proportionalitate.

Liber karastonis.

Liber embadorum Savosarde Iudei.

A pag. 132 del sopraccitato catalogo manoscritto de'codici del convento di S. Marco questo codice trovasi descritto come segue:

Codex 184.

Alphonsi Regis et aliorum Opera Astronomica et Geometrica. Cod. Membr. Saec. XV. In quo leguntur I. Canones super Tabulas Regis Alphonsi. II. Tabule Regis Alphonsi. III. Tractatus Milei et Campani. IV. Autolicus de Sphera mota. V. Campanus et alii de proportione. VI. Liber Karastonis. VII. Liber Embadorum Savosordae Iudaei.

Nel catalogo pubblicato dal Montfaucon de'codici manoscritti della medesima Biblioteca di S. Marco di Firenze si legge (1):

3. *Iordani de ponderibus, sive de motu ponderoso.*

Magistri Blasii de Parma, de ponderibus.

Liber * *Embadorum a Savasorda Iudaeo, in Hebraïco compositus, et a Platone Tiburtino in Latinum sermonem translatus anno Arabum D. X. mense Saphar; sive Tractatus de Planimetria.*

Questo codice 3 sembra essere il medesimo n.° 207 del convento di S. Marco ora esistente nella Magliabechiana come s'è detto di sopra.

Nella prefazione alla sua *Bibliotheca bibliothecarum manuscriptorum nova* il Montfaucon avverte ch'egli pone un asterisco quando ha qualche dubbio o intorno all'autore, o intorno all'opera (2). Più oltre nel catalogo de'codici di S. Marco, dato in luce dal Montfaucon, si legge quanto segue (3):

« 13 *Canones super tabulas Alphonsi.*

Tabulae illustris Alphonsi Regis Castellae ad meridiem Toleti positae.

Mileii tractatus Geometricus.

Liber Autolyci de sphaera mota.

Tractatus Campani de proportione et proportionabilitate.

Epistola Ameti Filii Ioseph de proportione et proportionabilitate.

Liber Harastonis editus a Thebith Filio Corath.

Liber Embadorum a Savarsorda Iudaeo in Hebraïco compositus et a Platone Tiburtino in Latinum translatus an. Arabum D. X. mense Saphar, in membr. ».

Questo codice 13 dev'essere il n.° 184 della Biblioteca di S. Marco, che tuttora si conserva, come ho detto di sopra, in questa Biblioteca.

Il P. Francesco Antonio Zaccaria, della Compagnia di Gesù, enumerando i codici della Biblioteca del convento di S. Marco di Firenze, relativi alle matematiche, scrive: « Adde his Codicem membranaceum in 4.°, in quo

---

(1) *Bibliotheca bibliothecarum manuscriptorum nova. Auctore R. P. D. Bernardo de Monfaucon.* Parisiis 1739. 2 tomi, in fol., t. I, p. 427, col. 1, E.

(2) *De Montfaucon (D. Bernardus) Bibliotheca bibliothecarum manuscriptorum nova*, t. I, p. 427, col. 2, D, E.

(3) « *In aliis nec paucis locis ubi vel de Auctore, vel de ipso opere dubii quidpiam nascebatur, asteriscos apponi curavi* » (*De Montfaucon (D. Bernardus) Bibliotheca Bibliothecarum manuscriptorum nova*, t. I, p. IV).

» praeter tractatus duos *de ponderibus*, alterum *ordinatum per Magistrum* » Blasium de Parma *tempore magnarum vacationum*, alterum *Iordani*, saecu- » lo XIV. perscriptos extat libellus alius hoc veluti titulo praenotatus: *incipit* » *Liber Embadorum* Asavasordi *Iudaei in Ebraico compositus*, *et a* Platone » Tiburtino *in Latinum sermonem translatus anno Arabum DC. mense Sophar.* » Tribus porro capitibus constat. Primum continet *Geometriae Arithmeticae-* » *que universalia proposita:* secundum est *de agrorum dimensionibus:* item *de* » *triangulorum dimensionibus*: tertium disserit *de agrorum domorumque divi-* » *sionibus inter consocios, et cohaeredes* » (1). Da quanto si è detto di sopra chiaramente risulta che il codice del quale qui parla il P. Zaccaria è il n.° 207 del convento di S. Marco. Il titolo di questo codice trovasi riportato con poca esattezza dal Zaccaria nel riferito passo del suo *Iter litterarium per Italiam*.

Leonardo Fibonacci, matematico Pisano del secolo decimoterzo, compose un'opera intitolata *Practica Geometriae*, e divisa in otto distinzioni. Giovanni Battista Guglielmini, matematico bolognese, parlando di quest' opera nel suo Elogio di Leonardo Pisano, da lui recitato a'12 di novembre del 1813, così dice: » Compita così la sesta Distinzione (della suddetta *Practica* » *Geometriae*), prima d'entrar nella settima introduce nell' opera un com- » pendioso trattato del greco modo del misurare i campi, più spedito ben- » sì, e più facile quanto sia al calcolo, ma più esposto ad errore nella pre- » cisione del risultamento, poichè al calcolo dee supplir la mano spesse » volte fallace; e chiude l'epilogo così: *xx* « *Finisce il libro del misurare le* » *piane Figure*, *che fu scritto in ebraica lingua dal Giudeo Savasorda*, *ed* » *in latina tradotto da Platone Tiburtino nel* 1116 ». Questa notizia, che sta » bene nella storia delle matematiche italiane, fa poi toccar con mano, co- » me Lionardo nella sua Geodesia ripulì modestamente la greca senza dar- » sene autore (2) ».

Nella nota *xx* corrispondente a questo passo dell'Elogio di Leonardo Pisano del Guglielmini si legge (3):

(1) *Francisci Antonii Zachariae Societatis Iesu, Iter litterarium per Italiam ab anno MDCCLVII ad annum MDCCLVII.* Venetiis 1762, in 4.° Pars I, cap. II, parag. XII, p. 69.

(2) *Elogio di Lionardo Pisano recitato nella grand'aula della Regia Università di Bologna nel giorno XII Novembre MDCCCXII dal professore G. B. Guglielmini.* Bologna per Giuseppe Lucchesini MDCCCXIII, in 8°, paragr. XXII, p. 26.

(3) *Guglielmini* (G. B.) *Elogio di Lionardo Pisano*, p. 174, 175, not. *xx*.

« Ecco il passo di Lionardo: « *Finis embadum, vel embadorum a Savo-*
» *sorda Iudeo in Ebraico composit.*, *et a Platone Tiburtino in latinum ser-*
» *monem translat.*, *anno Arabum DX*, *mense saphar*, *et die XV ejusdem men-*
» *sis*, *hora tertia*, *sole in XX gradu et XV minuto leonis. Luna in Xij gradu*
» *et XX minuto piscium. Saturno in Viij gradu et lVij minuto tauri. Iove*
» *in Arietis XXVj gradu et lij minuto. Marte in Libra XXVij. XV. Venere in*
» *Libra XXj*, *XViij. Mercurio in Leone Xiiij*, *XlV. Capita . . .* ec. »

« 2. L'anno 510 degli Arabi cominciò nel giorno 16 maggio 1116
» dell'era volgare.

» 3. Dalla parola *embas* vel *embadus*, e da altre tecniche siffatte, che
» s'incontrano nell'Epilogo di Savosorda, la Geodesia di lui appare cosa gre-
» ca tradotta o presa dagli Arabi che l'avevano tradotta [2], e che furono i
» Maestri degli Ebrei: quando mai Platone traducendo Savosorda non aves-
» se siffatte parole tradotto dall' Ebraico in greche parole piuttosto che in
» latine; poichè si dimostra non solo versato nelle Scienze, ma nelle lingue
» coltissimo.

« 1. Abulpharajus (Par. VII.) *Index Annor. Hejrae. ex Pocockio.*

« 2. Montucla (Par. XIV.), vol. I, p. 417 e 418 ».

Il Guglielmini nel suo Elogio soprammentovato dice di possedere un codice manoscritto della *Practica Geometriae* di Leonardo Pisano (1). Questo codice, più volte citato dal Guglielmini nell'Elogio medesimo (2), è ora posseduto dal sig. Conte Petronio Isolani di Bologna. Nel *recto* della carta segnata Z. 1. di esso codice, alla linea 15 e seguenti si legge: *Finis libri embadum vel embadorum a savasorda iudeo in ebraico compositus et a Platone tiburtino in latinum sermonem translat. anno arabum DX mense saphar et die XV eiusdem mensis hora tertia sole in XX gradu et XV minuto leonis luna in XII gradu et XX minuto piscium saturno in viii gradu et lvii minuto tauri iovi in arietis XXVI gradu et lij minuto. Marte in libra XXVii. XV. venere in libra* 21. *XX Viiij mercurio in leone Xiiii XlV. Capite in cancro, taurus in cauda in Capricorni s. t. i.* Queste parole furono riportate dal Guglielmini

(1) *Guglielmini* (G. B.) *Elogio di Lionardo Pisano*, p. 25, parag. XXI. — Le seguenti notizie ed osservazioni relative al codice del Guglielmini mi furono gentilmente comunicate dal sig. Marchese Michele Rusconi di Bologna.

(2) *Guglielmini Elogio di Lionardo Pisano*, p. 25, parag. XXI; p. 26, parag. XXI; p. 36, parag. XXXI; p. 170-173, Not. *uu*; p. 174-175, Not. *xx*; p. 179, Not. *bbb*; p. 210-211, Not. *ggg*; parag. 5.°; p. 215, Not. *hhh*; p. 227, Not. *nnn*; parag. 2.

nella Nota *xx* del suo Elogio di Leonardo Pisano, ma con poca esattezza; giacchè egli omette la parola *libri*, e scambia inoltre alcuni numeri in fine del passo medesimo.

Platone di Tivoli tradusse anche dall'arabo in latino un trattato d'Abualcasin figliuolo d'Asafar sopra la costruzione e gli usi dell'astrolabio. Questa traduzione trovasi manoscritta nel codice Ottoboniano n.° 309 della biblioteca Vaticana, dalla carta 136 *recto*, col. 1, alla carta 143 *recto*, col. 1. Nel *recto* della carta 136, col. 1 di questo codice si legge quanto segue:

« *Incipit liber Abualcasin in operibus astrolabii a Platone tyburtino translatus ad amicum suum Iohannem David. Suo serenissimo amico Iohanni David in quatuor matheseos disciplinis peritissimo: Plato tyburtinus: post carnis miseriam: carnis gloriam.*

Cum inter universa doctorum instrumenta, post longam et assiduam observationem, nec apud graecos, nec apud arabes, nec etiam apud latinos tam subtile tam artificiosum, tamque perutile, licet mechanicum, invenissem instrumentum, ut est astrolapsus (*sic*) *a Ptolomeo subtiliter inventus, et ab eodem artificiose compositus, nec usquam inter latinos plenariam doctrinam ad ipsius omnes utilitates evidentissimas, cunctisque valde necessarias ostendendas, reperissem, multis atque diversis arabum voluminibus revolutis, in nullo unquam ita perfectum, ita venustum, itaque celeberrimum tractatum, ad eius astronomicas et geometricas diversas utilitates explanandas, et plene elucidandas invenire potui, ut in hoc studiosissimi Abualcasin filii asafar, tam in geometria, quam in astronomia valde peritissimi. Ibi enim eiusdem omnium instrumentorum et eorumdem nominum, non solum explanationes, verum etiam approbationes locique solis, et aliarum stellarum verificationes, graduum quoque circuli signorum declinationes, regionum latitudines, signorum ascensiones, turrium et palmarum altitudines, aliaque quam plura diligenter atque compendiose monstrantur. Hunc itaque librum, mi Iohannes David, de arabico in latinum sermonem, tibi in astronomia immo in omni litterarum scientia studiosissimo mihique non parum dulcissimo, Christo opitulante transferendum et tuis venerabilibus auribus offerendum censui. Tu enim gratanter, ut amicum decet, huiusmodi munuscula cum summa dilectione amplecti, et in secretissimo tue mentis arcano, ne labantur, reservare consueveras. In quo si quid forte inconvenienter dictum fuerit, tibi alteri Platoni tyburtino tuo subtilissimo ingenio corrigendum dimitto. Christum itaque de Spirito Sancto conceptum, et ex Maria virgine natum adiutorem invoco.*

Platone di Tivoli tradusse anche dall' arabo in latino il Quadripartito

(*Tetrabiblon*) di Claudio Tolomeo. Nel *recto* della carta 61 del codice *ancien Fonds ms. lat.* N.° 7320 della Biblioteca Nazionale di Parigi si legge:

In nomine Domini misericordis et pii. Incipit liber IIII. tractatuum Ptolomei Affaludhi in scientia Iudiciorum astrorum a Platone Tiburtino de Arabico in latinum translatus. Tractatus primus est in quo 74 capitula sunt.

Questa traduzione finisce a tergo della carta 104 del medesimo codice colle parole seguenti: *Rebus igitur nativitatum generaliter explicatis hoc in loco huic libro Deo volente finem imponere non incongruum existimavimus.* Nel catalogo stampato dei codici manoscritti della biblioteca Nazionale di Parigi questa versione è indicata così: « *Ptolomaei* quadripartitum: interprete *Platone Tiburtino*; passim inter lineas glossae, et ad marginem scholia » (1).

Platone di Tivoli recò pure dall'araba lingua nella latina un'operetta di un certo Alkasem *sulle rivoluzioni delle natività*. A tergo della carta 107 del codice *ancien Fonds ms. lat.*, N.° 7439 della Biblioteca Nazionale di Parigi si legge:

Alkasem de nativitatum revolutionibus. Dixit Alkasem filius achasith Cum nativitatum revolutiones per ascendens nativitatis scire volueris. Si secundum consilium azindi de india operatus fueris adde grad. et min. ascendentis nativitatis 83 *grad.* 12 *min.* 8 *sec.*

Nel *recto* della carta 125 di questo codice si legge: *Expliciunt revolutiones nativitatum secundum Alkasem translate a Platone Tiburtino de Arabico in latinum.*

Nel catalogo stampato de'codici manoscritti della Biblioteca Nazionale, questa versione trovasi indicata così: « *Alkasen*, filii Alkasit, liber de eodem argumento: interprete *Platone Tiburtino* » (2).

Ne'*Catalogi librorum manuscriptorum Angliae et Hiberniae in unum collecti* (3) si legge: *Excerpta ex Libro Abohaly translato per Platonem Tyburtinum.* Questi *Excerpta* si trovano manoscritti nel codice n.° 57 *Digby* della biblioteca Bodleiana d'Oxford.

(1) *Catalogus codicum manuscriptorum Bibliothecae Regiae*, t. IV, p. 340, col. 2, cod. VIIM CCCXX, 2.°

(2) *Catalogus codicum manuscriptorum Bibliothecae Regiae*, t. IV, p. 338, col. 2, cod. VIIM CDXXXIX, 4.°. Nel catalogo medesimo si legge: (t. IV, p. 338, col. 2, cod. VIIM CDXXXIX, 3.°): « Ejusdem tractatus de revolutionibus nativitatum libris duobus ».

(3) T. I, p. 80, col. 1, cod. 1638, *Librorum manuscriptorum Bibliothecae Bodleianae*, classis V, cod. 37.

In un elenco d'antichi medici, dato dal celebre Giovanni Alberto Fabricio nella sua *Bibliotheca Graeca* si legge: « *Aeneas* qui Graece scripsit de » pulsibus et urinis, quem Latinum fecit Plato Tyburtinus et Ponticus Vi- » runius » (1). Più oltre nell' elenco medesimo leggesi: « *Plato* Tiburtinus » qui Almansoris Iudicia vertit, atque etiam Aeneam de pulsibus et uri- » nis » (2).

Per nulla ommettere di relativo alle versioni di Platone Tiburtino e che abbia qualche importanza, parmi dover riferire ciò che intorno ai lavori di questo traduttore, scrissero tre illustri Francesi, cioè l'Uezio (Pietro Daniele Huet, nativo di Caen, e vescovo d'Avranches) nel secolo decimosettimo, il Montucla nel secolo passato, ed il sig. Chasles nel nostro. L'Uezio adunque nel suo libro *De claris interpretibus* scrive: *Plato Tiburtinus Theodosium Arabice transcriptum, ut Almansorem et alia sileam Latine retulit; qua ipsius Conversione fruimur, Arabicam desideramus* (3). — Il Montucla enumerando i matematici del duodecimo secolo dopo aver citato Adelardo di Bath, Daniele di Morlay, Roberto di Reading, Guglielmo de Conchis, Clemente Langtown ed altri, soggiunge (4): « Trois hommes de ce siècle qui firent encore ce que » étoit en leur pouvoir, pour faire connoître les auteurs anciens, termine- » ront cette énumération. L'un est Platon de Tivoli, qui traduisit de l'arabe » les sphériques de Théodose vers l'an 1120: son latin est à la vérité presque » barbare; mais tel étoit celui de son siècle. Cette traduction, infiniment rare, » ne fut imprimée qu'en 1518 ».

Il Sig. Chasles dice (5): « Trois autres hommes, contemporains d'Adhé- » lard et de Gérard de Crémone, travaillèrent aussi à faire connaître les ou- » vrages mathématiques répandus chez les Arabes. Ce sont Platon de Tivoli » (*Plato Tiburtinus*), le juif Iean de Séville, connu sous le nom *Iohannes* « *Hispalensis*, et Rodolphe de Bruges (*Brughensis*).

---

(1) *Io. Alberti Fabricii Bibliotheca graeca, editio III.a* Hamburgi 1718—28; 14 volumi in 4° picc., vol. XIII, p. 39, 40, lib. VI, cap. IX.

(2) *Io. Alberti Fabricii Bibliotheca graeca,* editio III.a, vol. XIII, p. 371, lib. VI, cap. IX.

(3) *Petri Danielis Huetii de interpretatione libri duo.* Parisiis 1661, in 4°. p. 137.

(4) *Histoire des mathématiques, Nouvelle édition,* t. I, p. 503.

(5) *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie, particulièrement de celles qui se rapportent à la géométrie moderne, suivi d'un mémoire de géométrie sur deux principes généraux de le science la dualité et l'homographie par M. Chasles.* Bruxelles. 1837, in 4.°, p. 310.

« Le premier traduisit de l'arabe les sphériques de Théodose, vers l'an
» 1120 (imprimé en 1518); de l'hébreu, un traité de Géométrie de Savosar-
» da (3); et divers autres ouvrages.

(3) « *Liber Embadorum a Savasarda judaeo in ebraico compositus, et a Platone Tiburtino in* » *Latinum sermonem translatus.* (In Bibliotheca S. Marci Dominicorum Florentiae) M. Libri doit » donner dans le second volume de son *Histoire des sciences mathématiques*, une analyse de cet ou- » vrage important ».

Adriano Baillet, in un articolo de'suoi *Iugemens des Savans sur les principaux ouvrages des auteurs* intitolato *Platon de Tivoli ou Tiburtin*, cita due traduzioni di Platone Tiburtino cioè quella degli sferici di Teodosio, e quella dell'operetta *astrologica d'Almansor* (1).

Il Iourdain nell' eccellente sua opera intitolata *Recherches critiques sur l'age et l'origine des traductions latines d'Aristote* parla anch'egli di Platone Tiburtino (2). Due sole versioni di questo traduttore sono citate nella seconda edizione dell'opera medesima del Iourdain, cioè quella del trattato di astronomia d' Albategnio , e la traduzione del trattato di geometria di Savosorda.

(1) *Iugemens des savans sur les principaux ouvrages des auteurs par Adrien Baillet Revùs, corrigés, et augmentés, par Mr. de la Monnoye.* A Amsterdam 1725, 8 volumi, in 4°, t. II, p. 302, col. 1, art. 839.

(2) *Nouvelle édition revue et augmentée par Charles Iourdain*, p. 99, 100, chapitre III, §. IV.

DANTE'S OBLIGATIONS TO ALFRAGANUS

IN THE *VITA NUOVA* AND *CONVIVIO*

Our information with regard to the Arabian astronomer, Alfraganus [1], is scanty. He was born, apparently, at Fergana in Sogdiana (now Samarcand), whence he derived the name by which he is generally known; and flourished at the beginning of the ninth century, during the Caliphate of Ma'mún, who died in 833.

His work on the elements of astronomy, which consists of thirty chapters, is based upon the principles of Ptolemy, whom he frequently quotes. It was translated from Arabic into Latin, about the year 1142 (as is supposed), by Johannes Hispalensis, under the title of *Alfragani Elementa Astronomica* [2]. This version is the one which was in common use during the Middle Ages.

There are five printed editions of Alfraganus' work, all of which are very rare. As these editions are little known, and we shall have frequent occasion to refer to them in the course of this article, it will be convenient to give some account of them in the first place.

The earliest (*A*) was printed at Ferrara in 1493. It reproduces the version of Johannes Hispalensis; but it is evident that either a faulty Ms. was made use of, or the printer was unusually careless, for it abounds in errors, and there are several

1. Ahmad ibn Muhammad ibn Kathir, *Al-Farghani*. Besides his work on Astronomy he appears to have written treatises on Sundials and on the Astrolabe. (See the extract from the commentary of Golius below, p. 417).

2. The popularity of this work in the Middle Ages is attested by the number of Mss. still in existence. In Oxford alone (in the Bodleian and various College libraries) there are no less than twenty. In the British Museum, singularly enough, there is only one Ms. (*Arundel* 377); and in the Cambridge University Library only three. On Johannes Hispalensis see A. Jourdain, *Recherches sur les traductions latines d'Aristote*, pp. 115-8.

instances where words and even sentences have been omitted. The title of this edition is as follows:

Brevis ac perutilis compilatio Alfra | gani astronomorum peritissimi totum id | continens quod ad rudimenta astro | nomica est opportunum.

The colophon runs:

Explicit Alfraganus | Opus preclarissimum consumatissimumque introductorium | in astronomiam explicit quod peritissimus Astrono | morum Alfraganus edidit. Et heremitarum hujus tem | poris decus : ac celeberrimus physicus : mathemati | cusque probatissimus mira diligentia ac magno cum la | bore emendavit. Impressum Ferrarie arte et impensa | Andree galli viri impressorie artis peritissimi. Anno | incarnationis verbi. 1493. die vero tercia septembris.

The second (*B*) was printed at Nuremberg in 1537. Save for the addition of a preface by Melancthon, it is practically a reprint of the Ferrara edition (*A*), the title of which is copied *verbatim*. It has a brief colophon:

Explicit Alfraganus | Norimbergae apud Ioh. Petreium, anno sa | lutis M.D.XXXVII.

The third edition (*C*) was printed at Paris in 1546. It is entitled:

Alfragani | Astronomorum Pe | ritissimi compendium, id omne quod ad | Astronomica rudimenta spectat comple | ctens, Ioanne Hispalensi interprete, | Nunc primùm pervetusto exemplari con | sulto, multis locis castigatus redditum | ... Parisiis... M.D.XLVI.

The volume concludes with a simple « Explicit Alfraganus ».

This edition is the first in which the name of Johannes Hispalensis is explicitly mentioned as the author of the Latin version contained in it. In spite of its claim to be more correct than its predecessors, it is by no means free from inaccuracies; but it is certainly superior to (*A*) and (*B*) (See note 30, below).

The fourth edition (*D*) was printed at Frankfort in 1590. It contains an independent Latin version by J. Christmann, based upon that of Johannes Hispalensis, but corrected by means of the Hebrew version of J. Antoli, who, in his turn, corrected his translation from an Arabic Ms. [1].

1. Christmann prints Antoli's preface, in which he says: « Liber iste vocatur Alfraganus de nomine authoris sui, qui eum succinctè depromsit ex

The title of this edition is as follows :

Muhamedis | Alfragani | Arabis Chrono | logica et Astronomica | Elementa, e Palatinae | bibliothecae veteribus libris versa, | expleta, et scholiis expolita. | Additus est Commentarius, | etc. Autore M. Iacopo Christmanno... Francofurdi... MDXC.

The colophon of Christmann's edition has a special interest, for it gives an alternative title to Alfraganus' treatise, and thus, as I have briefly indicated elsewhere [1], affords the clue to the identification of the *Elementa Astronomica* of the Arabian astronomer with the *Libro dell' Aggregazione delle Stelle* mentioned by Dante in the *Convivio* (II, 6), an identification which has escaped the commentators. This colophon runs as follows :

Explicit Alfraganus de aggregatione scientiae | stellarum, felicibus astris.

This alternative title does not seem to have been in general use. It occurs in only three out of twenty Mss. at Oxford (viz. Bibl. Bodl. *Savile* 16; *Digby* 214; *Laud* 644). There is no appearance of it in the single Ms. at the British Museum, nor in the three at Cambridge [2]. Christmann mentions its occurrence in a Ms. seen by him in the Palatine Library — apparently, to judge by his title-page, the same he made use of in his edition. If this be the case, the occurrence of this title in the colophon of the Frankfort edition is readily accounted for. In a note on the words « Liber iste vocatur Alfraganus », Christmann says :

Almagesto, sphaerarum motuumque coelestium doctrinam, juxta veterum traditionem explicante. Ego verò Iacobus filius Antoli transtuli ipsum [Hebraicè] è libro cujusdam Christiani, eundemque correxi e codice Arabico. » Of Antoli himself Christmann says : « Fuit Arabicae et Latinae linguae peritissimus, et rerum astronomicarum scientissimus : nam ex codice Arabico Alfragani se versionem vulgatam [*sc.* Johannis Hispalensis] correxisse testatur... Debemus illi multorum numerorum emendationem. »

1. See *Academy*, Feb. 10, 1894.

2. Jourdain (*Recherches*, etc., p. 123) mentions a Ms. of Alfraganus in the Bibliothèque nationale (lat. 7400) which has the identical title employed by Dante, viz. *Liber de Aggregationibus stellarum*. For the information as regards the Oxford and Cambridge Mss. of Alfraganus I am indebted respectively to Mr E. B. Nicholson, Bodley's Librarian at Oxford, and to Mr F. Jenkinson, Librarian of the Cambridge University Library.

Haec verba sunt interpretis Hebraei, R. Iacobi Antolii : quibus commemorat opusculi hujus autorem esse Alfraganum, qui id ex Ptolemęi Almagesto compendiose depromtum, in gratiam studiosorum astronomiae conscripserit. Verisimile mihi videtur, ipsum a patria sua Fragana cognominatum fuisse Alfraganum : siquidem in Latina versione bibliothecae Palatinae tribuitur illi nomen proprium Ametus, hoc est Ahmed sive Muhamed [1] : ubi ita scribitur, *Incipit liber de aggregationibus scientiae stellarum et principiis coelestium, quem Ametus filius Ameti dictus Alfraganus compilavit 30 capitulis* [2].

In another place he adds :

Passim citat Alfraganus μεγάλην σύνταξιν Ptolemaei, quam vocant Almagestum, hoc est μέγιστον... Arabicè hanc isagogen scripsit, quam Iohannes Hispalensis circa annum Christi 1142 in Latinam linguam convertit : quae versio vulgata quidem est, sed multis in locis corrupta et mutila. Longè melior et perfectior, incerti tamen authoris, exstat in bibliotheca Palatina, cujus paulò ante mentionem feci : quae translationi Hebraeae magna ex parte respondet. Ea descripta est a Friderico monacho Ratisponensi ... et absoluta anno Domini 1447.

The fifth edition (*E*) was printed at Amsterdam in 1669. It contains the Arabic text, with a Latin translation and notes by Jacobus Golius. The commentary extends as far as the ninth chapter only, as Golius died before the completion of his work, which was published posthumously.

The title-page of this edition reads as follows :

[Arabic title]... Muhammedis Fil. Ketiri | Ferganensis, | Qui vulgo | Alfraganus | dicitur, | Elementa Astronomica, | Arabicè et Latinè. | Cum Notis ad res exoticas sive Orientales, quae | in iis occurrunt. | Opera | Jacobi Golii. | Amstelodami... 1669.

At the beginning of his commentary Golius gives some interesting details about Alfraganus, gleaned from Arabic sources :

Alferganum, ut praestantem doctrina et arte virum, celebrat Abulfergius in Scriptorum veterum et recentiorum catalogo : atque ob perspicuam puramque

---

1. See the Arabic name of Alfraganus given, p. 413, note 1.

2. This Ms. evidently belongs to the same family as the three Oxford Mss. referred to above as containing the alternative title of the treatise of Alfraganus. In *Digby* 214 and *Laud* 644 the *incipit* runs : « Incipit Liber de aggregationibus sciencie stellarum et principiis celestium motuum quem Ametus filius Ameti qui dictus est Alfraganus compilavit 30ta continens capitula. » In *Savile* 16 it runs : « Incipit liber de aggregacionibus sciencie stellarum et principiis celestium motuum admeti filii admeti qui dictus est alfraganus. »

dictionem commendat Ibn Cafta [in Philosophorum Historia]... Praeter Isagogen hanc edidit noster librum ... *de Sciatericis* sive *Horologiis* : prout ambo illi autores, et alii testantur. Alium quoque, ut Muveidinus Afer in libro de Astronomorum erratis refert, commentarium scripsit ... *absolutum et apodicticum, de Astrolabii descriptione et usu*. Arithmeticae quoque, et calculi Astronomici solertià adeò excelluit, ut vulgo... *Computator* cognominatus fuerit.

This edition and that of Christmann (*D*) are undoubtedly the most accurate of the five printed editions, especially in the matter of numbers, which in the first three are often hopelessly corrupt.

This treatise of Alfraganus appears to have been a favourite with Dante, and it is evident that he studied it closely, for, as will be seen, he was largely indebted to it for astronomical and other *data* in the *Convivio* and elsewhere, though only on two occasions does he acknowledge his obligations [1]. The passages in the *Vita Nuova* and *Convivio* in which he made use of it are as follows :

§ I. — Vita Nuova, § 2.

Speaking of the age of Beatrice at the time that he first saw her, Dante says :

Ella era già in questa vita stata tanto, che nel suo tempo lo cielo stellato era mosso verso la parte d'oriente delle dodici parti l'una d'un grado : si che quasi dal principio suo anno del nono apparve a me.

Alfraganus states (in a passage quoted below, see § IV), as Dante has himself recorded elsewhere (*Conv.*, II, 6), that the Heaven of the Fixed Stars moves from West to East one degree in every hundred years. As it had moved the twelfth part of one degree since the birth of Beatrice, she must have been at the time eight years and four months old ($\frac{100}{12} = 8\frac{1}{3}$), in other words, as Dante puts it, she was in the biginning of her ninth year.

1. *Conv.*, II, 6, and 14.

§ II. — Vita Nuova, § 30.

In this passage, in reference to the date of the death of Beatrice, Dante says :

Io dico che, secondo l'usanza d'Arabia (*v.l.* Italia), l'anima sua nobilissima si partì nella prima ora del nono giorno del mese; e secondo l'usanza di Siria, ella si partì nel nono mese dell'anno; perchè il primo mese è ivi Tisrin [1], il quale a noi è Ottobre.

The fact that Dante made use of Alfraganus in this passage has a very important bearing upon the settlement of the disputed reading, *Italia* or *Arabia*, in the first line. The usual reading is *Italia*, but *Arabia* occurs in several Mss., and being the *difficilior lectio*, is consequently almost certainly the correct one; for, as Dr Moore points out in a note on this question [2], it is inconceivable that a scribe should have substituted *Arabia* for *Italia*, had the latter been the original reading, whereas, on the contrary, the substitution of *Italia* for *Arabia*, the intelligible for the unintelligible (for the point of the reading *Arabia* is at first sight by no means obvious), would be natural enough.

In order that the arguments in favour of the reading *Arabia* may be clearly understood, it is necessary first to quote the passage from the *Elementa Astronomica* utilised by Dante. In his opening chapter Alfraganus says :

Dies Arabum, quibus dinumerantur menses, sunt dies septem : quorum primus est dies Solis, initium capiens ab occasu Solis die Sabbati; finem verò ab ejusdem occasu, die Solis. Quo modo etiam reliqui sese dies habent. Auspicantur enim Arabes diem quemque cum sua nocte, id est civilem, ab eo momento, quo Sol occidit : propterea quòd dies cujusque mensis apud illos ineunt à prima Lunae visione; ea autem contingit circa occasum Solis. Sed apud Romanos, et alios, qui non instituunt suos menses ad Lunae phasim, dies nocti praemittitur, et dies quisque civilis incipit ab exortu Solis, et ad exortum ejus sequentem finitur.

Menses verò Syrorum sunt, 1. *Tixryn prior*... 2. *Tixryn posterior*... 3.

1. Several editors read *Tismin*, but there can be no doubt about the correct reading, *Tisrin* exactly representing the *Tixryn* of Alfraganus : see quotation below.

2. See *Academy*, Dec. 1. 1894; and *Bullettino della Soc. Dant. Ital.*, Vol. II, fasc. 4°, pp. 57-8.

Canon prior... 4. *Canon posterior*... 5. *Xubât*... 6. *Addâr*... 7. *Nisân*... 8. *Eijâr*... 9. *Haziran*... 10. *Tamuz*... 11. *Ab*... 12. *Eilûl*...

Menses Romanorum numero dierum conveniunt cum mensibus Syrorum. Et quidem primus illorum mensis *Januarius*, est horum *Canon posterior*; ita conveniunt, 2. *Februarius*, et *Xubât*; 3. *Martius*, et *Addâr*; 4. *Aprilis*, et *Nisân*; 5. *Majus*, et *Eijâr*: 6. *Junius*, et *Haziran*; 7. *Julius*, et *Tamuz*; 8. *Augustus*, et *Ab*; 9. *September*, et *Eilûl*; 10. *October*, et *Tixryn prior*; 11. *November*, et *Tixryn posterior*; 12. *December*, et *Canon prior* [1].

It is obviously Dante's aim in this thirtieth chapter of the *Vita Nuova* to prove that the number *nine* is intimately connected with the day, month, and year of Beatrice's death. Of the year he says :

Ella si partì in quello anno della nostra indizione, cioè degli anni Domini, in cui il perfetto numero nove volte era compiuto in quel centinaio, nel quale in questo mondo ella fu posta : ed ella fu de' Cristiani del terzodecimo centinaio.

This is simple enough; the perfect number ten was completed for the ninth time in the thirteenth century in the year 1290.

Next comes the question of the month. In order to bring in the number nine in this case Dante has recourse to the Syrian calendar, in which, as he learned from the above-quoted passage of Alfraganus, the first month, called *Tixryn*, corresponds to our *October*. Beatrice, he says, died in the ninth month according to the Syrian usage, which, as Alfraganus tells him, corresponds to our sixth month, namely June. The difficulty, therefore, as to Beatrice having died in June, the sixth month according to our reckoning, is got over by saying that she died in the ninth month according to the Syrian reckoning.

Lastly we come to the question of the day of the month. Those who read *Italia* in the sentence : « secondo l'usanza d'Italia l'anima sua nobilissima si partì nella prima ora del nono giorno del mese », have no alternative, of course, but to accept Dante's statement literally that Beatrice died on the ninth of the month. Consequently the date of Beatrice's death has been commonly received as June 9, 1290. Dr Moore, however, very justly remarks that, if the reading *Italia* be accepted, there

1. From *E*.

is no point in the antithesis between *l'usanza d'Italia* (with regard to the day) and *l'usanza nostra* (with regard to the year), since the Italian usage and what Dante calls « our usage » would be of course one and the same thing. He therefore maintains, and there can hardly be a doubt that he is right, that the correct reading is not *Italia*, but *Arabia*, which has the support of several Mss., and, as the *difficilior lectio*, is, as we remarked above, in any case to be preferred. The statement, then, we have to deal with, is that, « according to the Arabian usage, Beatrice died in the first hour of the ninth day of the month. » Now Alfraganus explains, in the passage we have quoted, that according to the Arabian usage the day begins, not at sunrise, as with the Romans and others, but at sunset. If, then, Dante, in order to get the required connection between the number nine and the day of the month on which Beatrice died, was obliged to have recourse to the Arabian usage, in the same way that he fell back upon the Syrian usage in the case of the month itself, we are forced to the conclusion, as D[r] Moore acutely observes, that the actual date of Beatrice's death was, not as is commonly supposed the ninth of the month, but *the evening of the eighth*, which according to the Arabian reckoning would be the beginning of the ninth day. From this conclusion, which it is difficult not to accept, D[r] Moore ingeniously derives a new argument in favour of the reality of Beatrice and of the incidents related in connection with her. Unless, he says, her death actually occurred on June 8, unless Dante were hampered by actual facts, why should he have chosen so awkward a date, and one which required such far-fetched ingenuity in order to yield the allegorical significance desired?

The new light thus unexpectedly thrown on this passage of the *Vita Nuova* by the help of Alfraganus is highly interesting and important. In the first place we are enabled confidently to restore *Arabia* to the text in place of the meaningless *Italia*, whereby we get the perfectly natural sequence of antitheses between *l'usanza d'Arabia*, *l'usanza di Siria*, and *l'usanza nostra*. In the second place, we can, with almost equal certainty, substitute June 8 for June 9 as the actual date of the death of Beatrice.

§ III. — Convivio, II, 4.

In this chapter of the *Convivio*, speaking of the « poles » and « equator » of the various heavens, Dante says :

È da sapere che ciascuno cielo, di sotto del Cristallino, ha due poli fermi, quanto a sè... e ciascuno, sì lo nono come gli altri, hanno un cerchio, che si puote chiamare Equatore del suo cielo proprio; il quale egualmente in ciascuna parte della sua revoluzione è rimoto dall'uno polo e dall'altro... E ciascuna parte, quant'ella è più presso ad esso [*sc.* lo cerchio equatore], tanto più rattamente si muove; quanto più è rimota e più presso al polo, più è tarda; perocchè la sua revoluzione è minore, e conviene essere in uno medesimo tempo di necessitade colla maggiore.

This appears to have been taken from Alfraganus, who, in his second chapter, says :

Haud controversia inter sapientes est, quin coelum figurà sit sphericà, et cum omnibus stellis convertatur circulari motu, super duobus polis, fixis ac immotis : quorum alter in plaga boreali consistit, alter in australi.... Rotunditas quoque coeli evidens maximè indicium, firmumque argumentum praebent conversiones illorum siderum, quae in tractibus borealibus perpetuò supra terram apparent... Eae namque stellae ambiunt circulis aequè ab invicem dissitis : ut quae vertuntur omnes circa idem punctum. Et quae ex iis puncto huic est vicinior, minorem conficit circulum, motusque ejus apparet lentior. Quae verò longius recedit, circulum describit, qui vicinioris circulo major est; et in quo motus cernitur velocior, pro ipsius magnitudine, et distantia ab illo puncto [1].

§ IV. — Convivio, II, 6.

In this passage, in which he mentions the *Liber de Aggregationibus Stellarum* — another name, as I have proved above, for the *Elementa Astronomica* of Alfraganus —, Dante is discussing the motions of the Heavens *à propos* of the Heaven of Venus. He says :

Li quali [movimenti dei cieli], secondochè nel *Libro dell' aggregazione delle stelle* epilogato si trova, dalla migliore dimostrazione degli astrologi sono tre : uno, secondochè la stella si muove per lo suo epiciclo; l'altro, secondochè lo epiciclo si muove con tutto il cielo ugualmente con quello del Sole;

1. From *E*.

il terzo, secondochè tutto quel cielo si muove, seguendo il movimento della Stellata Spera, da Occidente in Oriente, in cento anni uno grado.

Alfraganus says :

Moventur quoque sphaerae horum planetarum [1] per gradum unum quibuslibet centum annis, juxta motum stellarum fixarum [2]. Ex his omnibus paret, quòd motus qui apparet in zodiaco, hisce 4 planetis, excepto mercurio [3], compositus sit ex tribus motibus tantùm, videlicet ex motu planetae in epicyclo, ex motu centri epicycli in eccentrico, et ex motu communi omnium stellarum fixarum [4].

§ V. — Convivio, II, 7.

Dante here states that the planet Venus, when nearest to the Earth, is distant 167 times the half-diameter of the Earth, which he puts at 3250 miles. The least distance of Venus from the Earth, therefore, is 3250 × 167 = 542750 miles. This planet, he says,

è di tanta virtute, che nelle nostre anime e nell' altre nostre cose ha grandissima podestà, non ostante che ella ci sia lontana, qualvolta più ci è presso, cento sessanta sette volte tanto, quanto è fin al mezzo della terra, che ci ha di spazio tremila dugento cinquanta miglia [5].

These *data* are taken direct from Alfraganus. Having given the circumference of the Earth as 20400 miles, he continues :

---

1. The four planets, Venus, Saturn, Jupiter and Mars.

2. In the previous chapter (*Cap.* XVI) Alfraganus says : « Sphaera stellarum fixarum movetur ab occidente in orientem, et rapit secum septem planetarum orbes, super duobus polis zodiaci, ut annis centum gradum unum promoveatur, secundum observationem Ptolemaei » (*D*).

3. Mercury, as had been previously explained, has four motions.

4. From *D*, *Cap.* XVII. The same passage is rendered a follows in *E* : « Omnium verò horum siderum sphaerae centesimo quoque anno peragunt partem unam : quae est stellarum fixarum conversio. Constat igitur motum, quem siderum horum quattuor singula, Mercurio nempe excepto, in zodiaco exhibent, conflari ex motibus duntaxat tribus : motu sideris in epicyclo; motu centri epicycli in eccentrico; et motu sphaerae totius, stellarum fixarum motum aequante » (*Cap.* XIV).

5. Dante elsewhere (*Conv.*, II, 14; IV, 8) states the whole diameter of the Earth to be 6500 miles.

Cum divisa fuerit rotunditas terrae, per tertiam et septimam partem unius tertiae, erit quod collectum fuerit quantitas diametri terrae, quae sunt sex millia et quingenta milliaria [1].

This gives us the half-diameter of the Earth as 3250 miles. The least distance of Venus from the Earth, which he says is the same as the greatest distance of Mercury, he gives in another place as follows :

Longissima Mercurii à terra distantia, quae Veneris est proxima, complectitur partes, terrae semi-diametro aequales, centum sexaginta septem ; quae sunt milliaria 542750 [2].

§ VI. — Convivio, II, 14.

In this chapter Dante has borrowed several items of information from Alfraganus.

1° In a comparison between the Heaven of Mercury and Dialectics he gives the dimensions of the planet, referring to Alfraganus, whom he nowhere else names, as his authority :

Mercurio è la più piccola stella del cielo ; che la quantità del suo diametro non è più che di dugento trentadue miglia, secondochè pone Alfragano, che dice quello essere delle vent'otto parti l'una del diametro della terra, lo qual è sei mila cinquenceto miglia.

We are here told that the diameter of the planet Mercury is not more than 232 miles, according to the calculation of Alfraganus, who puts it at a twenty-eighth part of the diameter of the Earth, the latter being 6500 miles, as we have already seen [3]. The precise number would be $\frac{6500}{28} = 232\frac{1}{7}$.

The statement of the Arabian astronomer is as follows :

De quantitatibus stellarum juxta terrae dimensionem... Quantitates verò dia-

---

1. From *C*, *Diff.* 8. In *A* and *B* the exact number of miles is added : « erit quod collectum fuerit quantitas dyametri terre que sunt .6. millia et quingenta milliaria fere videlicet .6491. milliaria » (*A*). The precise number, of course, is $6490\frac{10}{11}$ miles. The passage in *E* runs : « Quodsi totus ille ambitus [terrae] dividatur per $3\frac{1}{7}$, dabit quotus terrae diametrum, nempe 6 millium et fere quingentorum milliarium » (*Cap.* VIII).

2. From *E*, *Cap.* XXI.

3. See above § V, note 17.

metrorum illarum ad diametrum terrae ita se habent : diameter corporis Mercurii est vigesima octava pars diametri terrae [1].

2° In comparing the Heaven of Saturn with Astrology Dante says :

Il cielo di Saturno ha due proprietadi, per le quali si può comparare all' Astrologia : l'una si è la tardezza del suo movimento per li dodici segni; chè ventinove anni e più, secondo le scritture degli astrologi, vuole di tempo lo suo cerchio : l'altra si è, che esso è alto sopra tutti gli altri pianeti.

Alfraganus puts the zodiacal period of Saturn at twenty-nine years, five months, and about six days :

Saturnus in eccentrico revolvitur 29 annis, 5 mensibus, et 15 diebus : sed in zodiaco periodus ejus minor est 9 ferè diebus [2].

The statement as to Saturn being higher than all the other planets refers, of course, to the order assigned in the Ptolemaic system to the seven planets, in which Saturn comes seventh or highest [3].

§ VII. — Convivio, II, 15.

In this chapter also Dante has freely borrowed from Alfraganus.

---

1. From *D*, *Cap.* XXIIII. This edition alone of the five printed editions of the *Elementa Astronomica* gives the diameter of Mercury as the *twenty-eighth* part of the diameter of the Earth, in agreement with what Dante says. *A* and *B* say : « dyameter corporis Mercurii est una pars ex 20 partibus dyametri terre ». *C* says : « diameter corporis Mercurii est una pars ex decem partibus diametri terrae ». *E* says : « diameter corporis Mercurii habet partem unam ex diametri terrae partibus 18. » Four Mss. which I examined give the number 28 in agreement with *D*. These are Brit. Mus. *Arundel* 377 (« una pars ex XXVIII partibus »); Bibl. Bodl. *Laud* 644 (« XXVIII[a] pars »); Bibl. Bodl. *Savile* 16 (« una pars ex 28 partibus »); Bibl. Bodl. *Digby* 215 (« diametrus corporis mercurii est XXVIII partes diametri terre » !).

2. From *D*, *Cap.* XX. *E* says (*Cap.* XVII) : « Saturnus in eccentrico quidem [peragrando haeret] annis 29, mensibus 5, diebus 15 ; in zodiaco autem hoc tempore minùs diebus 7 ». The other editions are in agreement with *D*.

3. Cf. Alfraganus : « Orbium minima, quae terrae proxima, Lunae est; secunda Mercurii; tertia Veneris; quarta Solis; quinta Martis; sexta Jovis; septima Saturni. » *E*, *Cap.* XII.

1° Speaking of the Heaven of the Fixed Stars he says it has two movements; one, easily perceptible, from East to West; another, almost imperceptible, from West to East; it has also two Poles, one of which is visible, the other hidden :

Il Cielo Stellato... mostraci l'uno de'poli, e l'altro ci tiene ascoso : e mostraci un solo movimento da Oriente in Occidente, [nel quale ogni dì si rivolve][1], e un altro, che fa da Occidente a Oriente [per un grado in cento anni], quasi ci tiene ascoso.

The two celestial Poles are described by Alfraganus in his second chapter :

Coelum... cum omnibus stellis convertitur circulari motu, super duobus polis, fixis et immotis : quorum alter in plaga boreali consistit, alter in australi[2].

Of the two celestial motions he says :

Dico itaque duos in coelo observari principales motus : quorum primus totum versat coelum, facitque noctem et diem. Is namque circumagit Solem, et Lunam, omnesque stellas reliquas ab oriente in occidentem, unà quotidie conversione... Motus autem secundus is est, quo Solem et stellas versari cernimus ab occidente in orientem, in partes primo motui contrarias[3].

The nature of this second motion he explains elsewhere in speaking of the Heaven of the Fixed Stars :

Stellarum fixarum sphaera... cujus motus... est universis stellis errantibus communis... ab occidente gyratur in orientem super zodiaci polis, centenis quibusque annis, ut Ptolemaei est sententia, per spatium unius gradus. Eodem motu unà convertuntur septem planetarum sphaerae; ita ut... totum zodiacum percurrant annis 36000[4].

2° Dante next refers to the number of the fixed Stars :

Dico ch'il Cielo Stellato ci mostra molte stelle; chè, secondochè li savi d'Egitto hanno veduto, infino all' ultima stella che appare loro in meridie, mille ventidue corpora di stelle pongono.

---

1. The passages enclosed in square brackets occur later on in the chapter, where Dante explains the nature of the two movements. They are inserted here, as it is convenient to have the whole account in one paragraph.

2. From *E*. The visible Pole, of course, is the one in the northern region of the sky; the invisible, that in the southern region.

3. From *E*, *Cap*. V.

4. From *E*, *Cap*. XIII.

He here in part copies Alfraganus almost *verbatim*; the latter says:

Dicamus quod sapientes [1] probaverunt universas stellas, quarum possibilis eis fuerit probatio eis (*sic*) per instrumenta usque ad ultimum quod apparuerit eis, ex parte meridiei in climate tertio, et diviserunt quantitates eorum in magnitudine, per sex divisiones luminosas... Feruntque ex eis in magnitudine prima 15 stellae, in secunda 45, et in tertia 208, et in quarta 474, et in quinta 217, et in sexta 49 [2]... erunt quae praeceptae sunt his probationibus 1022 stellarum, praeter planetas; ex quibus sunt in parte septentrionali a circulo signorum, stellae 360; et sunt ex eis in imaginibus signorum 346 stellae; et sunt ex eis in parte meridiei a circulo signorum 316 [3].

3° Returning to the question of ths two motions of the Heaven of the Fixed Stars, Dante says of the second of them (viz. the almost insensible movement that the Heaven makes of one degree from West to East in a hundred years), that from the beginning of the world it has only caused the Heaven to accomplish a little more than a sixth part of its complete revolution:

Per lo movimento quasi insensibile, che fa da Occidente in Oriente per un grado in cento anni, significa le cose incorruttibili, le quali ebbero da Dio cominciamento di creazione, e non averanno fine... E però dico che questo movimento significa quelle, che essa circulazione cominciò, e non avrebbe fine; chè fine della circulazione è redire a uno medesimo punto, al quale non

---

1. For *sapientes* Dante says *Savi d'Egitto*, doubtless in view of the fact that the astronomer Ptolemy was a native of Egypt.

2. *A*, *B* and *C*, all read 49 here, while *D* and *E* read 63. That 63 is correct is proved by the addition of the six sums given, which brings the total to the required amount ($15 + 45 + 208 + 474 + 217 + 63 = 1022$). The erroneous reading 49 doubtless arose from the misunderstanding of the next sentence (omitted in the above quotation), in which Alfraganus remarks: « inter eas obscurae sunt novem; et nebulosae ac tenues quinque ». These 14 faint stars were evidently reckoned by mistake as a separate group; and as their inclusion brings the total to 1036 instead of 1022, the supposed error was rectified by substituting 49 for 63 in the sixth group.

3. From *C*, *Diff.* 19. Both *A* and *B* omit several lines in the last paragraph, owing to the carelessness of a copyist, who was obviously led astray by the ὁμοιοτέλευτον involved in the repetition of the phrase *a circulo signorum*. They read: « ...praeter planetas; ex quibus sunt in parte septentrionali a circulo signorum stellae 316 ». *C* in this instance vindicates its claim to be more correct than its predecessors.

tornerà questo cielo, secondo questo movimento. Chè dal cominciamento del mondo poco più che la sesta parte è volto; e noi siamo già nell'ultima etade del secolo, e attendemo veracemente la consumazione del celestiale movimento.

This information as to the movement of the Heaven from West to East, one degree in a hundred years, Dante derived, as we have shown above [1], from the thirteenth chapter of Alfraganus, where he points out that the complete revolution, through the 360 degrees, would, of course, occupy 36000 years. Dante's calculation, that only a little more than a sixth part of the revolution has been accomplished, is based upon the belief that the creation took place five thousand years and more before the birth of Christ [2]; so that in the thirteenth century A.D. more than six thousand years had elapsed, and the Heaven had moved through rather more than 60 degrees, or one-sixth of the whole circuit.

4° Dante goes on to speak of the Crystalline Heaven or *Primum mobile*, the movement of which regulates the daily revolution of all the other Heavens. He says that, supposing this movement did not exist, a third part of the heavens would not yet have been seen in each locality on the Earth's surface, and the planets would be hidden for half their revolutions :

Lo Cielo Cristallino... ordina col suo movimento la cotidiana revoluzione di tutti gli altri; per la quale ogni dì tutti quelli recevono quaggiù la virtù di tutte le loro parti... Ponemo che possibile fosse questo nono cielo non muovere, la terza parte del cielo sarebbe ancora non veduta in ciascuno luogo della terra; e Saturno starebbe quattordici anni e mezzo a ciascuno luogo della terra celato, e Giove sei anni si celerebbe; e Marte un anno quasi, e'l Sole cento ottantadue dì e quattordici ore (dico *dì*, cioè tanto tempo quanto misurano cotanti dì); e Venere e Mercurio, quasi come il Sole, si celerebbero

1. See above § VII, 1.

2. Orosius, with whose work Dante was intimately acquainted, puts the period from Adam to Abraham at 3814 years, and from Abraham to the Nativity at 2015 years, making 5199 years from the creation to the Nativity; this sum, with the addition of the 1300 years of the Christian era, gives a total of 6499 years (see *Hist. adv. Paganos*, I, §§ 5, 6). Brunetto Latino gives a somewhat different estimate of the number of years between Adam and Christ; he says : « Nostre Sires print char en la Virge Marie, à .Vm. Vc. anz dou commencement dou monde; mais li plusor dient qu'il n'i avoit que .Vm.CC.liiij. ans » (*Tresor*, Liv. I, chap. XLII).

e mostrerebbero; e la Luna per tempo di quattordici dì e mezzo starebbe ascosa a ogni gente.

The explanation of this statement is as follows : Dante says that if the movement of the *Primum mobile*, on which depends the daily motion of all the other Heavens, were suspended, there would remain only the almost insensible movement of the Starry Heaven from West to East of one degree in a hundred years [1] (corresponding to what is now called the Precession of the Equinoxes). In this case the Earth would cease to revolve, and as only 180° of the Heavens would then be visible to us, the Sun and other planets would be invisible for half their revolutions, being hidden behind our backs, as it were, during the rest of the time; further, a third part of the Heavens would never have been seen from the Earth, since from the Creation to Dante's day, which he estimates at more than 6000 years, the Starry Heaven would only have moved from West to East about 60°, hence $60° + 180° = 240°$ would be the whole amount of the Heavens which had been visible, leaving $360° — 240° = 120°$, i.e. one third part of the Heavens, which had never been seen.

The *data* as to the periods of the several planets Dante got from Alfraganus, who says in his chapter *De orbibus planetarum*.

Fit orbis Lunae 29 dierum et 12 horarum et dimidiae et quartae unius horae [2]. Mercurii ac Veneris ac Solis, uniuscujusque istorum rotatus fit 365 diebus et quarta unius diei ferè. Martis autem in anno Persico et 10 mensibus et 22 diebus ferè. Jovis verò in circulo egressae cuspidis in 11 annis et 10 mensibus et 16 diebus. In circulo autem signorum, minus uno die et dimidio ferè. Et Saturni in circulo egressae cuspidis in vigintinovem annis et quinque mensibus, et quindecim diebus. In circulo signorum minus hoc per novem dies [3].

1. See § VI. I am indebted to Dr Moore for the above interpretation.

2. *A* and *B* put the period of the Moon at « 27 dierum et 11 horarum et dimidiae et quartae unius horae ». *D* says it is completed « 27 diebus 7 $\frac{1}{2}$ horis et $\frac{1}{5}$ unius horae ferè ». *E* says « Lunae periodus erit dierum 27, horarum 7 cum $\frac{1}{2}$ et ferè $\frac{1}{4}$ ». *C*, from which the above quotation is taken, puts the lunar period at rather more than 29 days, which is in accordance with the period given by Dante.

3. From *C*, *Diff.* 17.

Dante, as may be seen, has not cared to be exact in giving the figures, but has calculated the half revolutions roughly. According to his figures, the periods would be : Saturn $14\frac{1}{2}$ years $\times 2 = 29$ years, as against 29 years, 5 months, 15 days given by Alfraganus; Jupiter 6 years, $\times 2 = 12$ years, as against 11 years, 10 months, 16 days; Mars 1 year nearly $\times 2 = 2$ years nearly, as against 1 year, 10 months, 22 days; Sun, Venus, Mercury 182 days, 14 hours $\times 2 = 365$ days, 4 hours, as against 365 days, 6 hours; Moon $14\frac{1}{2}$ days $\times 2 = 29$ days, as against 29 days, $12\frac{3}{4}$ hours.

§ VIII. — Convivio, III, 5.

Dante is largely indebted to Alfraganus in this chapter again.

1° The first passage has reference to the celestial Poles and Equator :

Questa terra è fissa e non si gira, e essa col mare è centro del cielo. Questo cielo si gira intorno a questo centro continuamente, siccome noi vedemo; nella cui girazione conviene di necessità essere due Poli fermi, e uno Cerchio ugualmente distante da quelli che massimamente giri. Di questi due Poli, l'uno è manifesto quasi a tutta la terra discoperta, cioè questo settentrionale; l'altro è quasi a tutta la discoperta terra celato, cioè lo meridionale [1]. Lo Cerchio che nel mezzo di questi s'intende, si è quella parte del cielo, sotto la quale si gira il sole, quando va coll'Ariete e colla Libra.

Alfraganus in his fifth chapter says :

Coelum volvit Solem et Lunam et universa sidera ab Oriente in Occidentem in uno quoque die ac nocte semel uno ordine, et volubilitate aequalis velocitatis super duos axes fixos, qui nominantur axes motus primi, quorum unus est septentrionalis,... et alter versus Meridiem [2]. Et necesse est, ut stellae volubilitate hujus motus ferantur in circulis in directo ad invicem positis, ex quibus circulis vocatur circulus magnus, circulus aequinoctii diei, qui est cingulus primi motus, quia dividit spheram coeli per medium, et longitudo ejus ab utrisque axibus est unius quantitatis... Necesse est, ut abscindat circulus signorum [3] circulum aequinoctii diei, super duos punctos sibi oppo-

1. Cf. *Conv.*, II, 15; and see above § VII, 1.

2. Cf. *Cap.* II : « Coelum cum omnibus stellis convertitur circulari motu, super duobus polis fixis et immotis : quorum alter in plaga boreali consistit, alter in australi ».

3. i.e. the Zodiac.

sitos, et declinet ab eo versus Septentrionem vel Meridiem una quantitate, et punctus super quem transit Sol a Meridie ad Septentrionem ab aequinoctio diei, nominatur punctus aequinoctialis vernalis, quod est initium signi Arietis, et alter punctus super quem transit Sol in Meridiem à Septentrione, appellatur punctus aequinoctialis autumnalis, quod est initium signi Librae[1].

2° In the next passage Dante enters into an elaborate explanation of the movement of the Sun round the Earth, which is too lengthy to follow in detail. It is evident that he had been studying the sixth and seventh chapters of Alfraganus, whence, among other details, he borrowed the simile of the Sun revolving like a millstone, « coma una mola »[2]. He got from here too the measurement of the circumference of the Earth. He imagines a city called *Maria* at the North Pole of the Earth, and another called *Lucia* at the South Pole, and then calculates the distance between these points and the city of Rome :

È da sapere, che se una pietra potesse cadere da questo nostro Polo, ella cadrebbe là oltre nel mare Oceano, appunto in su quel dosso del mare dove se fosse un uomo, la stella[3] gli sarebbe sempre sul mezzo del capo ; e credo che da Roma a questo luogo, andando dritto per tramontana, sia spazio quasi di due mila settecento miglia, o poco dal più al meno. Immaginiamo adunque, per meglio vedere, in questo luogo ch'io dissi, sia una città, e abbia nome *Maria*. Dico ancora che se d'all' altro Polo, cioè Meridionale, cadesse una pietra, ella cadrebbe in su quel dosso del mare Oceano, che è appunto in questa palla opposito a *Maria*; e credo che da Roma, là dove cadrebbe questa seconda pietra, diritto andando per mezzogiorno, sia spazio di sette mila cinquecento miglia, poco dal più al meno. E qui immaginiamo un'altra città che abbia nome *Lucia* ; e di spazio, da qualunque parte si tira la corda, dieci mila dugento miglia; e sì, tra l'una e l'altra, mezzo lo cerchio di questa palla; sicchè li cittadini di *Maria* tengano le piante contro le piante di que' di *Lucia*.

From this we gather that the total circumference of the Earth would measure 20400 miles; the distance from *Maria*, the city at the North Pole, to Rome being put at 2700 miles more or less, and the distance from *Lucia*, the city at the South Pole, to Rome being put at 7500 miles, making the total of 10200 miles for the half-circumference ; we are further expli-

1. From *C*, *Diff.* 5.

2. « Fitque rotatus circuli ut rotatus molendini » (*C*). « Molae trusatilis instar » (*E*).

3. i.e. the Polar Star.

citly told that the distance between *Maria* and *Lucia*, in whatever direction the measure be taken, would be 10200 miles.

The measurement of the circumference of the Earth is thus calculated by Alfraganus :

Invenimus quod portio unius gradus circuli ex rotunditate terrae sit 56 milliarium, et duarum tertiarum unius milliarii per milliarium... Cum ergo multiplicaveris portionem unius gradus in rotunditate in summam circuli, quod est 360 graduum, erit quod collectum fuerit ex hoc rotunditas terrae, quae sunt 20400 milliaria [1]; et cum divisa fuerit rotunditas terrae per tertiam et septimam partem unius tertiae, erit quod collectum fuerit quantitas diametri terrae, quae sunt sex millia et quingenta milliaria [2].

§ IV. — Convivio, III, 6.

In this passage Dante explains the difference between « equal » and « unequal » or « temporal » hours :

È da sapere, che *ora* per due modi si prende dagli astrologi : l'uno si è, che del dì e della notte fanno ventiquattr'ore, cioè dodici del dì e dodici della notte, quanto che'l dì sia grande o piccolo. E queste ore si fanno picciole e grandi nel dì e nella notte, secondo che'l dì e la notte cresce e scema. E queste ore usa la Chiesa, quando dice *Prima*, *Terza*, *Sesta*, e *Nona* [3]; e chiamansi così *ore temporali*. L'altro modo si è, che facendo del dì e della notte ventiquattr' ore, talvolta ha il dì le quindici ore, e la notte, le nove; e talvolta ha la notte le sedici, e'l dì le otto, secondochè cresce e scema il dì e la notte; e chiamansi *ore eguali*. E nello Equinozio sempre queste, e quelle che temporali si chiamano, sono una cosa; perocchè, essendo il dì eguale della notte, conviene così avvenire [4].

---

1. Thus $56\frac{2}{3} \times 360 = 20400$.
2. From *C*, *Diff.* 8. See note 18 above.
3. Cf. *Convivio*, IV, 23 : « La Chiesa usa nella distinzione dell'ore del dì *temporali*, che sono in ciascuno dì dodici, o grandi o piccole, secondo la quantità del sole ».
4. Cf. Brunetto Latino : « Et ja soit ce que li contes dit que nos avons une foiz le jor plus grant que la nuit, et une autre fois la nuit plus grant que le jor, toutefoiz di je que touzjors, comment que il soit, il i a autretant d'hores en chascun jor comme en chascune nuit; car il i en a .xij. en chascun, porce que li numbre des hores ne croissent ne apetissent; mais quant li jors est graindres les hores sont graindres, et celes de la nuit sont plus petites; aussi est quant la nuiz est graindres et les hores sont graindres. » (*Tresor*, liv. I, chap. CXV).

This is taken from the eleventh chapter of Alfraganus, where he says :

Posuerunt astrologi initium uniuscujusque diei cum nocte sua, ex hora medii diei usque in horam medii sequentis... Omnes vero dies cum nocte sua dividuntur per 24 horas... et hae vocantur aequales, quia nulla diversitas est quantitati eorum... Horae verò [temporariae sive] [1] inaequales, cum quibus fit unaquaeque dies ac nox tam in aestate quam in hyeme 12 horarum. Earumque quantitates fiunt diversae, secundum longitudinem diei ac noctis, sive brevitatem. Cum fuerit dies prolixior nocte, erunt horae ejus prolixiores horis noctis. Et similiter, cum fuerit brevior, erunt horae ejus breviores... Et nominantur tempora horarum diei [2].

§ X. — Convivio, IV, 8.

Dante in this chapter of the *Convivio*, the last in which he appears to have made use of Alfraganus, gives the measurement of the diameter of the Sun at 35750 miles, as calculated from the diameter of the Earth :

Sapemo che alla più gente il sole pare di larghezza nel diametro d'un piede : e sì è ciò falsissimo, che, secondo il cercamento e la invenzione che ha fatta la umana ragione coll' altre [3] sue arti, il diametro del corpo del sole è cinque volte quanto quello della terra, e anche una mezza volta. Conciossiacosachè la terra per lo diametro suo sia seimila cinquecento miglia, lo diametro del sole, che alla sensuale apparenza appare di quantità di uno piede, è trentacinque mila settecento cinquanta miglia.

In his twenty-second chapter Alfraganus says :

Diameter Solis aequabit totos terrae diametros $5\frac{1}{2}$.

The diameter of the Earth Dante got, as we have seen [4], from the seventh chapter of Alfraganus.

PAGET TOYNBEE.

1. The words in brackets are supplied from *D* and *E*. They are wanting in the other editions.
2. From *C*, *Diff.* 11. In *E* the chapter ends : « Perspicuum itaque est, eas horas dici aequales, quarum quidem numerus pro diei longitudine vel brevitate major vel minor est; tempora verò manent aequalia. Horas autem temporarias vel inaequales dici, quarum tempora sunt inaequalia; at numerus semper aequalis est ».
3. The editions read *altre*, but it seems probable that the correct reading is *alte*.
4. See above p. 423, note 1.

NOVA ACTA

Abh. der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforsch

Band LXXI. Nr. 1.

BEITRÄGE

ZUR

GESCHICHTE DER TRIGONOMETR

von

A. v. Braunmühl.

Mit 1 Tafel Nr. 1.

Eingegangen bei der Akademie am 3. September 1896.

HALLE.

1597.

Druck von Ehrhardt Karras, Halle a. S.

Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Einleitung.

So genau man seit langem die Sehnenrechnung und die hieran sich anknüpfenden Methoden kennt, deren sich die Griechen zur trigonometrischen Bestimmung ebener und sphärischer Dreiecke bedienten, so wenig Beachtung schenkte man einer anderen aus der orthogonalen Projektion der Kugelfläche entstandenen rein graphischen Methode, mit welcher sie alle auf die Gnomonik bezüglichen Fragen zu lösen verstanden.

Gerade diese Methode scheint mir aber nach verschiedenen Richtungen von Bedeutung zu sein. Einmal haben wir Grund, die Projektionsmethode für die älteste Methode zur Bestimmung astronomischer Oerter aus gewissen Daten zu halten, dann aber ging sie in der Hand der Inder, welche die ältere griechische Astronomie (vor Ptolemäus) ungefähr um den Beginn unserer Zeitrechnung überkommen haben mögen, in ein viel benutztes Rechnungsverfahren über, das später den Arabern bekannt wurde. Dieselben behielten es neben den Methoden, die aus der Sehnenrechnung der Griechen und dem Satze des Menelaus flossen, beständig bei und dehnten seine Verwendung soweit aus, dass es ihnen geradezu schwierige trigonometrische Umformungen zu ersetzen vermochte, zu deren Ausführung man ihnen bisher die Kenntniss einer algebraischen Formelsprache vindiciren zu müssen glaubte, von der sich jedoch in der Literatur keine Spur findet. Endlich gelang es Regiomontan, direkt an die Arbeiten der Araber anschliessend, aus dieser Methode unseren 2. Hauptsatz der sphärischen Trigonometrie als eine für jedes Dreieck giltige Regel abzuleiten.

Es dürfte daher von Interesse sein, den Entwickelungsgang derselben darzustellen, zumal da sich gerade über die Entstehung jenes trigonometrischen Satzes manche Unrichtigkeiten in die Geschichtswerke ein-

1*

geschlichen haben. Dieselben werden hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass sich seit Delambre niemand mehr der Mühe unterzogen hat, vergleichende Quellenstudien anzustellen. Seither hat sich aber das Quellenmaterial, namentlich in Bezug auf die indische Literatur, wesentlich vermehrt.

§ 1. Die Griechen.

Allgemein wird Hipparch von Nicaea (um 150 v. Chr.) als der Begründer der Trigonometrie der Griechen angesehen, wobei man sich hauptsächlich auf zwei Stellen stützt. Die eine findet sich in dem Commentar, den Theon von Alexandrien (um 365 n. Chr.) zum Almagest des Ptolemäus[1]) schrieb, und lautet dahin, dass Hipparch bereits 12 Bücher über die Berechnung der Sehnen eines Kreises aus den Winkeln geschrieben hat, von denen sich jedoch keine Spur mehr findet; die andere Stelle ist in der einzigen Schrift Hipparchs[2]) enthalten, die auf uns gekommen ist und aus dem Commentar zu den Sternbeschreibungen des Eudoxus und Aratus besteht. Es heisst daselbst[3]): „*Ἕκαστον γὰρ τῶν εἰρημένων ἀποδείκνυται διὰ τῶν γραμμῶν ἐν ταῖς καθόλου περὶ τῶν τοιούτων ἡμῖν συντεταγμέναις πραγματείαις*". Aus den Worten „*διὰ τῶν γραμμῶν*", welche Petavius mit „per lineas" übersetzt, ergiebt sich nun zweifelsohne, dass die Methode, deren sich Hipparch in dem von ihm selbst angeführten Werke bediente, eine graphische war. Man[4]) hat allerdings geglaubt, darin eine Anspielung auf jene von

---

1) Commentaire de Théon d'Alexandrie sur le premier livre de la composition mathématique de Ptolemée. Traduit par Halma. Paris 1821. p. 110.

2) *Τῶν Ἀράτου καὶ Εὐδόξου φαινομένων ἐξηγήσεων βιβλία γ'*; mit einer lateinischen Uebersetzung veröffentlicht in dem Uranologion des Petavius. Lutetiae. 1630. 2°; neuerdings mit einer deutschen Uebersetzung herausgegeben von C. Manitius. Leipzig. 1894. Hierauf bezieht sich wohl auch die Stelle in Pappus' Collectionis reliquiae, Edit. Hultsch. p. 600, welche lautet: "*Ἵππαρχος δέ ἐν τῷ περὶ τῆς τῶν ιβ' ζῳδίων ἀναφορᾶς συναποδείκνυσιν δι' ἀριθμῶν* etc.

3) Edit. Pet. p. 218.

4) So sagt Delambre in seiner Histoire de l'Astronomie ancienne, Paris 1817. t. I. p. 143: „C'est bien de la trigonométrie sphérique. Je ne connais pas d'autre manière de résoudre ces problèmes". Ihm schliessen sich an R. Wolf, Geschichte der Astronomie, München 1877, p. 117, M. Marie, Histoire des sciences mathém. I, p. 205 u. 210; endlich ist dieser Ansicht auch P. Tannery in seiner Géométrie grecque, comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons. Pars I. Paris 1887 beigetreten, wenn er auch p. 58 sagt: „. . . je dois

Theon erwähnte Sehnenrechnung sehen zu müssen, aber dieser Ansicht kann ich mich nicht anschliessen und zwar aus dem einfachen Grunde, weil gar keine Veranlassung besteht, die angeführten Worte künstlich in dieser Weise umzudeuten. Man braucht nämlich nur nicht zu übersehen, dass die Griechen thatsächlich eine rein graphische Methode zur Auflösung sphärischer Dreiecke besassen, und gerade diese ist zweifellos die erste und älteste Methode, die sich historisch nachweisen lässt, ja sie stammt möglicherweise bereits von den Babyloniern her.

Erhalten ist sie uns in einem Werke des Claudius Ptolemaeus aus dem 2. Jahrhundert nach Christus, das den Titel führt: *Περὶ ἀναλήμματος.*[1]) Von dem griechischen Texte desselben sind nur mehrere Bruchstücke vorhanden, dagegen besitzen wir eine lateinische Uebersetzung, die von Wilhelm von Mörbecke[2]) stammt und von Friedrich Commandinus unter dem Titel Cl. Ptolemaei liber de Analemmate, Romae 1562. apud Paulum Manutium Aldi. F. 4° mit einem guten Commentar versehen herausgegeben wurde.

Analemma bedeutet soviel wie Hilfsfigur, und in der That handelt die Schrift von der Construktion derjenigen Figuren, welche zur Verfertigung einer praktisch verwendbaren Sonnenuhr nothwendig sind. Der Kern der hierzu verwendeten Methode aber besteht in der Orthogonalprojektion

---

remarquer que l'on ne possède à cet égard qu'une simple présomtion, et que c'est une pure invention de Delambre que son affirmation qu'Hipparque aurait dit avoir déterminé par la Trigonométrie sphérique les levers et couchers vrais des étoiles. Le texte de commentaire sur Aratus ne dit rien semblable.“ Auf die in der Weiterentwickelung des Textes auseinandergesetzte Methode zur Bestimmung der Sonnenörter ist neuerdings wieder aufmerksam gemacht worden. So hat S. Günther, ohne sich an die Alten anzuschliessen, in der Zeitschr. f. math. u. naturwissenschaftl. Unterricht v. Hoffmann Bd. 7, 1876, p. 91—93 u. Bd. 10, 1879, p. 99—105 von sich aus gezeigt, wie man nur mittelst Benutzung der Orthogonalprojektion und auf rein graphischem Wege zum Ziele gelangen kann; seine Methode ist nun aber in der That bis auf geringe Unterschiede identisch mit der der Griechen. Auch A. Tissot giebt in seinem Précis de cosmographie p. 158 u. 186 solche Methoden an.

[1]) Neuerdings hat J. L. Heiberg diese Bruchstücke mit Mörbecke's Uebersetzung herausgegeben. Zeitschrift f. Math. u. Phys. Supplement zum 40. Jahrgang p. 1 ff.

[2]) Dominikanermönch aus Ostflandern, der in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts lebte und zu Viterbo, wo er sich lange aufhielt, vielfach griechische Schriftsteller übersetzte (M. Cantor, Geschichte der Mathematik II, p. 89).

der Kugel auf drei zueinander senkrechte Ebenen: den Meridian, den Horizont und den ersten Vertikalkreis.[1])

Da die Herstellung von Sonnenuhren zu den ersten und ältesten Aufgaben der Astronomie gehört, so spricht schon dieser Umstand dafür, dass Methoden hierzu längst vor den Griechen bekannt waren, aber wir besitzen sogar ein direktes Zeugniss Herodots, dass die Griechen die Lehre von den Sonnenuhren von den Babyloniern überkamen. Derselbe sagt nämlich[2]): „Die Sonnenuhr und das Gnomon, sowie die Eintheilung des Tages in 12 Theile erhielten die Griechen von den Babyloniern". Es besteht demnach die Wahrscheinlichkeit, dass jene im Analemma verwendete „Methode der Projektion", die sich übrigens naturgemäss bei einer graphischen Bestimmung von selbst darbot, chaldäischen Ursprungs ist. Jedenfalls aber ist sie das älteste den Griechen bekannte Verfahren, und da dasselbe sich nicht nur auf die Bestimmung der Sonnenörter, sondern auch auf die Auf- und Untergänge der Sterne anwenden lässt, so wird es wohl Hipparch in der oben angeführten Stelle im Auge gehabt haben, indem es thatsächlich *διὰ τῶν γραμμῶν* das Gewünschte zu leisten vermag.[3])

Es handelt sich im Analemma darum, den Ort der Sonne zu einer bestimmten Tageszeit zu ermitteln. Da es nun zur Einsicht in die Methode genügt, wenn man die Sonne im Aequator annimmt, was zur Zeit der Aequinoktien eintritt, die Figuren aber durch diese Annahme wesentlich deutlicher und einfacher werden, so will ich im Folgenden nur diesen Fall betrachten.

Die Sonne befinde sich (Fig. 1) von dem Orte C, dessen Polhöhe φ ist, gesehen im Punkte Σ, SZN ist der Meridian, Z der Zenith, SNO der

---

[1]) Analemma. Edit. Commandinus p. 3.

[2]) Herodot. *B.* II. 109: „... *πόλον μὲν γάρ, καὶ γνώμονα, καὶ τὰ δυώδεκα μέρεα τῆς ἡμέρης, παρὰ Βαβυλωνίων ἔμαθον οἱ Ἕλληνες*". Die Einwirkung chaldäischer Astronomie auf griechische ergiebt sich übrigens auch aus verschiedenen Stellen des Almagest.

[3]) Damit soll jedoch keineswegs behauptet sein, dass Hipparch nicht im Besitze trigonometrischer Methoden war, um sphärische Dreiecke direkt aufzulösen, im Gegentheil folgt dies daraus, dass er die Sehnenrechnung kannte, mit ziemlicher Sicherheit; aber dessen ungeachtet kann er sich nebenbei jener älteren Methode noch fortbedient haben, wie ja auch die Araber, trotzdem sie die sehr vollendete Trigonometrie des Ptolemäus besassen, dennoch eine ganze Reihe von Problemen mit ersterer lösten.

Horizont, OMC der Aequator, P der Pol, OZC der erste Vertikal, der grösste Kreis $S\Sigma N$ heisst nach einer sonst nicht gebräuchlichen Bezeichnung der Stundenkreis, während der grösste Kreis durch die Sonne und den Ost- und Westpunkt, der in unserem Falle (Deklination $= o$) mit dem Aequator zusammenfällt, Hektemoron heisst. Legt man noch durch Σ den Vertikal $Z\Sigma V$, dann sind als bekannt zu betrachten:

arc $\Sigma O = 90^0 - t$, wo t den Stundenwinkel bezeichnet, und
arc $MS = 90^0 - \varphi$, während gesucht werden:

a) aus $\triangle\, \Sigma VO : \Sigma V$, die Sonnenhöhe,
und VO, die Ascensionaldifferenz,

b) aus $\triangle\, \Sigma OQ : QO$ und ΣQ.

Man projicirt[1]) nun Σ senkrecht auf die Meridianebene nach F, auf den Horizont nach H und auf den 1. Vertikal nach Q', fällt $FG \perp SN$, $Q'T \perp CZ$ und zieht HG, dann ist $FG = \Sigma H$, $GH = F\Sigma$.

Da $\Sigma O = 90^0 - t$ gegeben ist, so findet man die Lage von F, indem man in einer Nebenfigur (Fig. II), auf welcher der Aequator in Stunden getheilt ist, $\Sigma O = P\Sigma'$ abliest und Σ' auf den Durchmesser CM, dessen Lage durch die Polhöhe φ bestimmt ist, durch $\Sigma' F = \Sigma F$ projicirt. Denn denkt man sich die Aequatorebene um MC in die Meridianebene umgeklappt, so fällt Σ auf Σ' und $\Sigma' F$ wird gleich ΣF.

Zieht man noch in beiden Figuren $IFK \parallel SN$ und $LFG \parallel ZC$, so erkennt man, dass

$$\text{arc } ZI = \text{arc } Z\Sigma = 90^0 - \text{arc } \Sigma V,$$

da durch Umklappen der Ebene des Vertikals $Z\Sigma V$ in die Meridianebene Σ auf I zu liegen kommt. Somit ist in Fig. 2 arc IS gleich dem gesuchten Bogen ΣV.

Um arc OV zu finden, macht man in Fig. 2 $GX = F\Sigma'$, zieht CX, das den Meridian in X' schneidet, und findet:

$$\text{arc } ZX' = \text{arc } OV.$$

---

[1]) Analemma, Edit. Commandinus, carta 15 und 16, wo Ptolemäus nur die Construktion angiebt, während Commandinus die Ableitung beifügt. Man vergleiche auch Delambre a. a. O. t. II, p. 458—504 über das Analemma. Uebrigens behandelt Ptolemäus auch den Fall einer beliebigen Deklination: carta 12^v—14^v und 19^r—20^r.

Die Richtigkeit dieser Construktion folgt, indem man den Horizont um SN in die Meridianebene umklappt, wodurch H nach X kommt, da $GX = GH = \Sigma F = \Sigma' F$ gemacht wurde, während der Radius CHV auf den Radius CXX' zu liegen kommt. Also ist auch arc $SV =$ arc SX'.

Zur Bestimmung von Bogen QO oder Bogen ZQ macht man in Figur 2 $TY = F\Sigma'$, CY schneidet dann die Peripherie des Meridians in Y', und

$$\text{arc } SY' = \text{arc } QO.$$

Denn klappt man den ersten Vertikal um CZ in die Meridianebene um, so kommt Q' nach Y, da $TQ' = F\Sigma = F\Sigma'$ ist, und der Radius $CQ'Q$ fällt auf CYY'. Endlich ist

$$\text{arc } S\Sigma = \text{arc } SL,$$

da L und Σ in der Ebene $L\Sigma HG$ liegen, die senkrecht zur Meridianebene steht. Klappt man also den Kreis $S\Sigma N$ um SN um, so kommt Σ auf L zu liegen.

Die zu dieser graphischen Construktion verwendeten Linien sind $\Sigma' F = \Sigma F = \sin t$ (für den Kugelradius $= 1$) und die die Lage von F bestimmenden Stücke: $FT = CF \sin \varphi$ und $FG = CF \sin (90^\circ - \varphi)$. Also sind die gesuchten Bögen hier aus ihren Sinussen und nicht aus den Sehnen konstruirt, während die Griechen bekanntlich sonst sich nur der Sehnen bedienten.

Dass Ptolemäus hierbei den Vortheil, der in der Verwendung der halben vor der ganzen Sehne liegt, nicht erkannte, hat wohl seinen Grund darin, dass er beide Methoden, sowohl die graphische, als die rechnerische, von seinen Vorfahren überkam und jede nur für sich in der einmal gewiesenen Richtung zu vervollkommnen strebte.[1])

Ob die Griechen überhaupt jemals einen Versuch gemacht haben, die Projektionsmethode mit der Rechnung zu verbinden, lässt sich nicht mit absoluter Sicherheit entscheiden, den Anschein hat es jedoch nicht, da

[1]) Es mag hier nebenbei noch bemerkt werden, dass die graphischen Construktionen des Analemma die ersten Anwendungen jener Methode bilden, aus welcher sich die heutige darstellende Geometrie entwickelt hat.

im Almagest sich hiervon keine Spur findet, es scheint dies vielmehr erst von Seite der Inder geschehen zu sein, zu denen wir uns jetzt wenden.

§ 2. Die Inder.

Da die Trigonometrie bei den Indern, wie bei den Griechen nur im Dienste der Astronomie stand und nur an dieser Wissenschaft sich entwickelte, so muss man die astronomischen Werke der Hindu, die Siddhânta's[1]) zu Rathe ziehen, wenn man sich über ihre trigonometrischen Kenntnisse orientiren will. Der älteste uns noch erhaltene dieser Siddhântas ist der Sûrya-Siddhânta, oder „die sichere Wahrheit enthüllt durch die Sonne"; doch auch seine Entstehung fällt wahrscheinlich erst in das 4. Jahrhundert nach Christus (vgl. Edit. Burgess p. 201). Alle Kenner der indischen Literatur bestätigen ausserdem, dass die übrigen Siddhânta's, deren noch eine ganze Reihe erhalten ist, alle aus diesem einen, als ihrer gemeinsamen Quelle, schöpften und selbst mit Einschluss des jüngsten derselben, des Siddhânta-Çiromaṇi, der von Bhâskara-Akârya aus dem 12. Jahrhundert stammt, keinen irgendwie bemerkenswerthen Fortschritt zeigen.[2])
Soweit mir diese Literatur in den angeführten Uebersetzungen zugänglich ist,

---

[1]) Bezüglich der bis jetzt in moderne Sprachen übersetzten Siddhânta-Literatur sei bemerkt, dass zuerst Davis in den Asiatic researches of the Society of Bengal vol. II. 1807 die 1789 entstandene englische Uebersetzung eines Auszuges aus dem Sûrya-Siddhânta veröffentlichte; 1861 erschien dann in der Bibliotheca Indica, Serie 30, Calcutta, ein grösserer Theil desselben von dem Inder Pundit Bâpû Dewa Sâstri 1860 ins Englische übersetzt zugleich mit einer Version der astronomischen Theile des Siddhânta-Çiromaṇi von L. Wilkinson, und 1860 veröffentlichte Ebenezer Burgess eine mit werthvollen Anmerkungen versehene Uebersetzung des ganzen Sûrya-Siddhânta im Journal of the American oriental Society vol. VI. New-Hawen, welche jedoch Whitney p. 366 Anmerkung 1 seiner Oriental and linguistic studys 1874 vollständig als sein Werk in Anspruch nimmt und bemerkt, dass nur bei der Abfassung der Anmerkungen mathematischen Inhaltes sich Professor Newton betheiligt habe. Ausser diesen Ausgaben liegt mir noch G. Thibauts englische Version des Pañchasiddhânticâ von Varâha-Mihira (Ende des 5. Jahrhunderts), Benares 1889 vor. — Brahmagupta (geb. 598) schrieb Brâhma-sphuta-siddhânta, oder das verbesserte System, in welchem das 12. und 18. Capitel rein mathematischen Inhaltes sind. Diese beiden Capitel sind im Verein mit den algebraischen Abschnitten im Siddhânta-Çiromaṇi von H. Th. Colebrooke unter dem Titel: Algebra with arithmetic and mensuration from the Sanscrit of Brahmagupta and Bhaskara translated by H. Th. Colebrooke, London 1817 veröffentlicht.

[2]) Vgl. Siddhânta-Çiromaṇi p. 96, sowie Biot: Études sur l'Astronomie Indienne et sur l'Astronomie Chinoise. Paris 1862, p. 20.

habe ich mich auch von der Richtigkeit dieser Angabe persönlich überzeugt. Daher genügt es im Allgemeinen vollkommen, sich an den Wortlaut der Regeln zu halten, welche im Sûrya-Siddhânta gegeben sind.

Nach den Untersuchungen von Reinaud und Albrecht Weber,[1]) von Withney,[2]) Moritz Cantor[3]) und anderen besteht kein Zweifel mehr, dass die Inder den grössten Theil ihrer mathematischen und astronomischen Kenntnisse von den Griechen überkommen und in ihrer Weise umgeformt haben. Auch unsere folgende Untersuchung wird dieser Ansicht eine neue Stütze bieten. Jedoch steht es andererseits ausser Frage, dass sie, die mit ebenso grossem rechnerischen Talent begabt sind, wie die Griechen mit geometrischen Anlagen ausgestattet waren, die überkommenen Methoden nach der rechnerischen Seite hin ausbildeten und dabei manches Originale hinzuthaten. So lässt sich z. B. ihre Berechnung der Sinustabellen bei keinem anderen der bekannten Culturvölker nachweisen, und gerade der Kern jener uns aus dem Analemma bekannten Methode, die Orthogonalprojektion, die, soviel uns bekannt, die Griechen nur zur graphischen Bestimmung der Sonnenörter führte, veranlasste sie zur erstmaligen Einführung des Sinus statt der Sehne und wurde in ihrer Hand zu einer fruchtbaren astronomischen Rechnungsmethode. Dies aus den Siddhânta's nachzuweisen wird unsere nächste Aufgabe sein.

Alle astronomischen Lehrbücher der Inder sind in Versen geschrieben, die nur die nackten Rechnungsregeln ohne Beweis oder Begründung angeben; man ist daher gezwungen, aus dem Wortlaute derselben auf ihre Entstehung zurückzuschliessen. Anhaltspunkte hierzu bietet die Kenntniss ihrer Rechnungsmethoden, welche uns durch Colebrooke vermittelt wurden[4]) und erkennen lassen, dass ihnen die Lehre von den einfachen und zusammengesetzten Proportionen völlig geläufig war; ihre geometrischen Re-

[1]) Reinaud: Mémoire sur l'Inde. 1849. Paris. 4⁰. Weber: Zur Geschichte der indischen Astrologie. Indische Studien. Bd. II. 1853. p. 236 ff. und p. 242 ff.

[2]) Sûrya-Siddhânta. Edit. Burgess p. 470—475 und Oriental and linguistic studies p. 365 ff.

[3]) M. Cantor: Gräco-indische Studien. Zeitschrift f. Math. u. Phys. 1877. XXII. historische Abth. p. 1—5, sowie Geschichte der Mathematik. Bd. I. 2. Aufl. p. 559—561.

[4]) Colebrooke (vgl. Anm. 1 auf S. 9): Lilavâti. Cap. III. sect. VI; ferner Arneth: Geschichte der Mathematik p. 174.

sultate haben sie daher nur mit Hilfe ähnlicher Dreiecke, auf die sie die Regel der drei Grössen[1]) anwenden konnten, erzielt. Sollte aber dieses einfache Hilfsmittel genügen, um die Probleme der Gnomonik zu lösen, so war es am nächsten liegend, die Kugel auf drei zu einander senkrechte Ebenen zu projiciren, und thatsächlich lässt sich jede ihrer Regeln ohne irgend welchen Zwang aus den Elementen der durch diese Projektionen erhaltenen Figuren zusammensetzen. Ja man ist zur Herstellung dieser Projektionen geradezu gezwungen, da die Inder eine ganze Reihe von Bezeichnungen für bestimmte nur in diesen Figuren vorkommende Stücke besitzen.[2]) Ich will dieses an einigen Beispielen nachweisen, die uns für das Folgende von Wichtigkeit sein werden.

Im Sûrya-Siddhânta heisst es Vers 61 u. 62 in Cap. II:[3])

61. „Multiplicire den Sinus der Deklination (der Sonne) mit dem Aequinoktialschatten und dividire durch 12 (die Länge des Gnomons); das Resultat ist der Erdsinus (Kshitijyâ). Dieser multiplizirt mit dem Radius (der Himmelskugel) und dividirt durch den Radius des Tagkreises giebt den Sinus der Ascensionaldifferenz (cara). Die Anzahl der Athemzüge, welche die Ascensionaldifferenz ausmachen,

62. „ist gegeben durch den entsprechenden Bogen. Füge diesen hinzu und ziehe ihn ab von dem 4. Theile des entsprechenden Tages und der Nacht, und der Rest ist der halbe Tag und die halbe Nacht, wenn die Deklination nördlich ist . . . ."

Zum Verständniss dieser beiden Strophen muss einiges vorausgeschickt werden:

1. Die Polhöhe des Beobachtungsortes wird dadurch gemessen, dass man zur Zeit der Aequinoktien die Länge des Schattens bestimmt, den ein auf dem Horizont vertikales Gnomon von 12 Fingern

---

[1]) Colebrooke a. a. O. p. 276 sagt in seinem Schlusswort: „It is apparent of men of clear unterstanding, that the rule of three terms constitutes arithmetic".

[2]) Dieselben sind im Siddhânta-Çiromaṇi sogar eigens zusammengtstellt a. a. O. p. 173—176.

[3]) Edit. Burgess p. 233.

2*

wirft. Ist (Fig. 3) EH proportional dem Gnomon und HC proportional der Schattenlänge und φ die Polhöhe, so ist nach unserer Bezeichnungsweise $tg\varphi = \frac{HC}{EH}$.

2. Die Zeit wird durch Athemzüge gemessen, und zwar ist ein Athemzug (prâṇa) $= 4''$ unserer Zeitbestimmung.

6 prâṇas = 1 vinâḍî = 24''
60 vinâḍîs = 1 nâḍî = 24'
60 nâḍîs = 1 Tag.

Ein Athemzug ist also äquivalent 1' Bogenmass.[1])

Um die obigen Regeln abzuleiten verfahren wir im Anschluss an Withney[2]) wie folgt:

Es sei (Fig. 3) $ZNZ'S$ der Meridian, Z Zenith, Z' Nadir, SON der Horizont, also SN die Mittagslinie, OW die Ost-West-Linie, ZOZ' der erste Vertikal, PP' die Weltaxe, also arc $NP = \varphi =$ der Polhöhe, EE' der Schnitt der Aequatorebene mit der des Meridians, EOE' der Aequator selbst, und befinde sich die Sonne in Σ, so ist, wenn $D\Sigma D''$ den Parallelkreis zu EOE' durch Σ darstellt, der den Horizont in A trifft, arc $D\Sigma A$ der Tagbogen der Sonne und $\sphericalangle EPA = \sphericalangle SCA = t_0$ sein Mass. Legt man ferner die Vertikalebene $Z\Sigma C$, die den Horizont in CC' schneidet, projicirt Σ auf denselben nach R senkrecht und bildet die Projektionen Σ' und R' von Σ und R auf die Meridianebene, zieht $\Sigma'R'$ und sucht ebenso die Projektionen A' von A, zieht den Kreis PAP', der den Aequator in G trifft, und projicirt noch G senkrecht nach G', E nach H und D nach F, zieht BA, CG und DC, so kann man folgende Schlüsse ziehen:

arc $DE = \sphericalangle ECD = \delta =$ Deklination der Sonne, also $\sin\delta = DF = BC$ (da die Sinusse auch für den Radius r der Kugel stets durch die Linien ausgedrückt werden).

Ferner ist HC proportional dem Aequinoktialschatten, HE proportional 12 Fingern, d. h. der Länge des Gnomons.

---

[1]) Sûrya-Siddhânta. Edit. Burgess p. 149.
[2]) a. a. O. p. 232—234.

Aus $\triangle A'BC \backsim \triangle CEH$ folgt dann:

$$\text{(I)} \qquad A'B = \frac{BC.HC}{EH} \text{ oder } A'B = \frac{\sin\delta.\text{Aequinoktialschatten}}{12}.$$

Somit ist die Strecke $A'B$ der Erdsinus (nach Vers 61). Ferner folgt aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $BA'A$ und $CG'G$, dass

$$\text{(II)} \qquad CG' = \frac{A'B.GC}{AB} = \frac{A'B.r}{BD}.$$

Aber CG' ist der Sinus des Winkels $CGG' = \sphericalangle OCG = \text{arc}\, OG$, also der gesuchte Sinus der Ascensionaldifferenz. Aus diesem Sinus folgt dann mittelst der von den Indern berechneten Sinustabelle der Bogen OG, der zu $90°$ addirt den Stundenwinkel $t_0 = \sphericalangle EPG$ und von $90°$ subtrahirt dessen Supplement liefert und hiermit die Dauer des halben Tages und der halben Nacht bestimmt.

Für die Formel II ergiebt sich aus dem vorhergehenden Vers 60 noch eine etwas andere Form, indem daselbst $BD = CF = CE - \text{sinvers}\,\delta = r - \text{sinvers}\,\delta$ gesetzt ist. Sie lautet dann, die Ascensionaldifferenz mit α bezeichnet,

$$\text{(II*)} \qquad \sin\alpha = \frac{r.\sin\delta.HC}{(r - \text{sinvers}\,\delta).12}.^{1)}$$

Es ist sehr merkwürdig, dass die Inder, die doch den Cosinus kennen, ja sogar einen eigenen Namen für ihn haben, den Nenner nicht durch $\cos\delta$ ersetzt haben. Thut man dies, so geht die Formel, indem man noch für $\frac{HC}{12}$ den eben abgeleiteten Werth $tg\varphi$ einführt, in unsere Formel

$$\text{(III)} \qquad \sin\alpha = tg\delta.tg\varphi$$

über. Es ist vielleicht nicht uninteressant zu bemerken, dass Ptolemäus dieselbe auf ganz anderem Wege, nämlich mittelst des Satzes von Menelaus, in folgender Form findet:[2])

---

1) Diese Formel findet sich genau in derselben Form bei dem Araber Ibn Jûnos, dem Autor der Hakimitischen Tafeln. Vgl. Delambre: Histoire de l'Astronomie du moyen âge. Paris. 1819. p. 107.

2) Almagest. Edit. Halma p. 70—71. lib. II. Cap. III.

$$\operatorname{sbt} 2\alpha = \frac{\operatorname{sbt} 2\delta}{\operatorname{sbt}(180^\circ - 2\delta)} \cdot \frac{\operatorname{sbt} 2\varphi}{\operatorname{sbt}(180^\circ - 2\varphi)},$$

wo sbt = subtensa die Sehne bedeutet.

Wir schliessen an dieses dem Sûrya-Siddhânta entnommene Beispiel noch ein zweites, das uns zu einer wichtigen Bemerkung Anlass geben wird.

In den Versen 34, 35, 36 Cap. III des citirten Werkes[1]) ist die Aufgabe gelöst, die Sonnenhöhe zu einer beliebigen Stunde des Tages zu bestimmen, wenn ihre Meridionaldistanz, die Deklination und die geographische Breite bekannt sind. Die Regeln lauten:

34. „Wenn man den Radius um den Sinus der Ascensionaldifferenz vermehrt im Falle einer nördlichen Deklination, oder vermindert im Falle einer südlichen,

35. so erhält man das Tagmass (antyâ, woraus sich der halbe Tagbogen bestimmen lässt); dieses vermindert um den Sinus versus des Stundenwinkels (nata), dann multiplizirt mit dem Radius des Tagbogens und dividirt durch den Radius (der Kugel) giebt den „Divisor“ (cheda); der letztere wieder multiplizirt mit dem Sinus des Complementes der Breite und dividirt

36. durch den Radius giebt dem Sinus der Höhe ....[2])

In derselben Figur ist $\sphericalangle EPQ = \sphericalangle ECQ = t$ der Stundenwinkel, $\sphericalangle EPG = \sphericalangle ECG = t_0$ der Tagbogen und $\sphericalangle \Sigma CC' = h$ die Höhe der Sonne, dann folgt unmittelbar:

$$EG' = \operatorname{sinvers} t_0 \; (= CE + \cos t_0 = \text{Radius} + \sin\alpha),$$
$$Q'E = \operatorname{sinvers} t,$$

und hieraus $EG' - Q'E = Q'G' = \operatorname{sinvers} t_0 - \operatorname{sinvers} t$.

Es ist aber

$$\Sigma'A' = \frac{Q'G \,.\, BD}{CE} = \frac{(\operatorname{sinvers} t_0 - \operatorname{sinvers} t) \,.\, BD}{r}.$$

Ferner ist $\sin h = \Sigma R = \Sigma' R'$, und da $\triangle \Sigma' R' A' \sim \triangle EHC$ ist, so folgt:

---

[1]) a. a. O. p. 259—260.

[2]) Dem Sinne nach die gleiche Regel findet sich im Pañchasiddhântikâ Vers 42, 43. p. (32) der Uebersetzung, nur ist dort, wie überhaupt durchweg, der sinus versus vermieden.

$$\sin h = \frac{A'\Sigma'.EH}{CE}.$$

Also endlich:

$$\text{(IV)} \qquad \sin h = \frac{(\operatorname{sinvers} t_0 - \operatorname{sinvers} t)\, BD . \sin(90^\circ - \varphi)}{r . r},$$

welche Formel genau dem Wortlaute der Verse entspricht. Setzt man hier noch $BD = \cos\delta$ und den Radius $= 1$, so kommt

$$\sin h = (\operatorname{sinvers} t_0 - \operatorname{sinvers} t) \cos\delta \cos\varphi.$$

Beachtet man noch, dass $-\cos t_0 = \sin\alpha = tg\delta tg\varphi$ war, so geht diese letztere Formel schliesslich über in:

$$\sin h = \sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\varphi \cos t,$$

und in dieser Form würden wir sie durch direkte Anwendung unseres Cosinussatzes auf das $\triangle Z\Sigma P$ erhalten.

Damit ist also, was bisher nicht bemerkt wurde, gezeigt, dass sich schon bei den Indern die ersten Spuren des 2. Hauptsatzes der sphärischen Trigonometrie finden, indem die obige Formel IV demselben äquivalent wird, sobald man t_0 auf die früher angegebene Weise berechnet hat.

Natürlich kann hier nur von Spuren dieses allgemeinen Satzes die Rede sein, denn weder giebt der Wortlaut der indischen Regeln in unsere Formelsprache umgesetzt direkt diesen Satz, noch erkannten die Inder seine allgemeine Verwendbarkeit auf beliebige sphärische Dreiecke; dies war aber, wie wir sehen werden, auch bei den Arabern noch nicht der Fall, denen man bisher die Erfindung desselben zuschrieb.

Uebrigens lösten die Inder auch die inverse Aufgabe, den Stundenwinkel aus der Sonnenhöhe, der Polhöhe und der Deklination zu bestimmen, indem es im Sûrya-Siddhânta heisst:[1])

38. „Multiplizire den Sinus der Höhe (çanku) mit dem Radius und dividire mit dem Cosinus der Breite, dies giebt den „Divisor“ (cheda); multiplizire den letzteren mit dem Radius und dividire mit dem Radius des Tagkreises,

[1]) a. a. O. p. 261. Vers 38 und 39.

39. so ist der Quotient der Sinus des Abstandes der Sonne vom Horizont (unnata); subtrahirt man dann diesen von dem Tagmasse und sucht mittelst der Sinus-versus-Tabelle den zugehörigen Bogen, so erhält man den Stundenwinkel ....“

Diese Regel giebt mittelst der Figur 3 in unsere Formelsprache umgesetzt:

$$\text{(V)} \quad \operatorname{sinvers} t = \operatorname{sinvers} t_0 - \frac{r}{BD} \cdot \frac{r \sin h}{\cos \varphi} = \operatorname{sinvers} t_0 - \frac{r^2 \sin h}{\cos \varphi \cos \delta}$$

Selbstverständlich ergiebt sich dieselbe unmittelbar aus IV durch Auflösung nach sinvers t, aber es besteht auch kein Zweifel, dass sie nicht durch eine solche algebraische Umrechnung gefunden, sondern, wie die erstere, direkt aus der Figur abgelesen wurde.

Solcher Beispiele liessen sich noch eine ganze Reihe aus den Siddhânta's anführen, doch werden die mitgetheilten genügen, um zu beweisen, dass die Inder ihre Regeln nicht durch Methoden der sphärischen Trigonometrie, wie sie Ptolemäus verwendet, sondern durch geschickte Anwendung ihrer Sinus-Rechnung auf jene Projektionsmethode ableiteten, die die Grundlage der Gnomonik bildete.

Dieses Verfahren trug aber noch weitere Früchte, indem es zunächst die Araber waren, welche die Kenntnisse der Inder fast zugleich mit denen des Ptolemäus im 8. Jahrhundert nach Christus überkamen und weiter ausbildeten.

§ 3. Die Araber.

Wir besitzen dafür, dass die Araber frühzeitig mit der astronomischen Literatur der Inder bekannt wurden, ausser anderen einen direkten Beweis in einer Erzählung, deren Glaubwürdigkeit nicht angezweifelt werden kann. Dieselbe lautet, insoweit sie für uns von Interesse ist, folgendermassen:

„Im 156. Jahre der Hidschra“ (773 p. Chr.), so erzählt der Astronom Ibn Aladamî[1]) in seinem Tafelwerke „„Die Perlenschnur““, „erschien vor

[1]) Alhosaïn Ben Muhammed Ben Hâmid, genannt Ibn Aladamî, lebte um 900. Sein von ihm verfasstes Tafelwerk wurde nach seinem Tode von einem Schüler herausgegeben. Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale t. VII, p. 126 Anmerk. Auch ein späterer arabischer Schriftsteller, Taryk Alhokamâ, im 13. Jahrhundert, führt einen Theil dieser Erzählung an. Casiri, Bibliotheca arabico-hispana Escurialensis I, p. 428.

dem Chalifen Almansûr (754—775) ein Mann, welcher in dem unter dem Namen Sindhind bekannten Calcul und in Bezug auf die Bewegung der Sterne sehr unterrichtet war." Es heisst dann weiter, dass derselbe dem Chalifen ein indisches Werk vorlegte. „Almansûr befahl, dieses Werk ins Arabische zu übersetzen und nach dieser Uebersetzung ein Buch zu verfassen, welches die Araber zur Grundlage ihrer Rechnungen über die Planetenbewegungen nehmen könnten. Diese Arbeit wurde dem Mohammed Ben Ibrâhim Alfazârî anvertraut, welcher danach ein Werk schuf, das die Astronomen den grossen Sindhind[1]) nennen .... Die Gelehrten dieser Zeit bis zur Epoche des Almamûn arbeiteten vornehmlich nach diesem Werke. Für letzteren wurde ein Auszug aus dem Buche hergestellt von Abû Dscha'far Muhammed Ben Mûsâ Alchwarizmî, welcher sich desselben auch zur Abfassung seiner Tafeln bediente, die in den Ländern des Islam berühmt sind ...."

Der grosse Sindhind ist nun allerdings leider nicht mehr erhalten, und auch das Werk des Alchwarizmî blieb mir unzugänglich, da nur einige handschriftliche Exemplare einer lateinischen Uebersetzung des Mönches Atelhart von Bath existiren, von denen nichts im Druck veröffentlicht ist;[2]) dagegen liegt mir das Buch Albattâni's „Ueber die Bewegung der Sterne" vor, sowie mehrere spätere arabische Werke, auf die ich noch zurückkommen werde. Sie genügen vollkommen, um den Nachweis zu führen, dass die Methoden der Inder von den Arabern mit Glück weiter verwerthet wurden.

Albattâni, von den Lateinern Albategnius genannt, stellte Beobachtungen in Ar-Raḳḳa an, die in die Zeit 878—918 fallen, und starb 929. Er gehört zu den bedeutendsten Astronomen der Schule von Bagdad, sowohl als Beobachter als auch als Theoretiker, und führt den Namen „der Ptolemäus der Araber". Wir besitzen noch eine von Johann Regiomontanus commentirte Uebersetzung[3]) seines oben genannten Haupt-

[1]) Das Wort Sindhind ist zweifellos aus Siddhânta entstanden. Vgl. hierüber Reinaud Mémoire géographique, historique et scientifique sur l'Inde (Mémoires de l'Institut National de France, académie des inscriptions et belles lettres. t. 18. Paris 1849. p. 331).

[2]) Vgl. Wüstenfeld: Die Uebersetzungen arabischer Werke ins Lateinische. Göttinger Abhandl. XXII, p. 21—22.

[3]) Rudimenta Astronomica Alfragani, item Albategnius astronomus peritissimus de motu stellarum ... cum demonstrationibus geometricis et additionibus Joannis de Regiomonte etc. Norimbergae 1537.

werkes, die von Plato von Tivoli aus dem 12. Jahrhundert herstammt und in einem barbarischen Latein geschrieben ist. Was die äussere Form der Schrift anlangt, so ist zu bemerken, dass sie nur an wenigen Stellen Ableitungen oder Beweise der vorgetragenen Regeln giebt, eine Erscheinung, die sich fast ausnahmslos in allen astronomischen Werken der Araber zeigt und vielleicht auch auf indische Vorbilder hindeuten dürfte. Aber mehr noch als dieser äussere Umstand weist Albattâni's durchgängige Benutzung des Sinus statt der ganzen Sehne, sowie vor allem seine Gnomonik auf indischen Ursprung hin. Denn ausser der Art und Weise, wie er Fragen über die Bestimmung der Sonnenörter löst, die wir gleich genauer besprechen werden, setzt er die Länge des Gnomons, wie die Inder gleich 12 Theilen,[1]) während Ptolemäus[2]) es in 60 partes theilt.

Albattâni kennt nun den Almagest des Ptolemäus und benutzt dessen Verfahren zur Herstellung einer Sinustafel, für die er, wie jener den Radius gleich 60 partes wählt, dennoch giebt er aber zur Lösung jener Probleme, die wir in § 2 besprochen haben, Regeln an, welche deutlich zeigen, dass er sich bei ihrer Ableitung der Projektionsmethode bedient hatte. Uebrigens weist hierauf direkt die a. a. O. c. 17r gegebenen Figur, sowie eine Bemerkung Regiomontans[3]) hin, der sagt: „Albategnius bediente sich in seinen vielen Beweisen der geraden Linien und schloss vieles aus der Aehnlichkeit der Dreiecke". Auch restituirte Regiomontan an derselben Stelle die bei Albattâni fehlende Ableitung der Regel, wie man das Azimut der Sonne aus Deklination, Sonnenhöhe und Polhöhe bestimmt, indem er sich genau des fraglichen Verfahrens bediente. Ich werde weiter unten auf diese Auf-

---

[1]) Im Sûrya-Siddhânta wird das Gnomon in 12 Finger getheilt. Edit. Burgess p. 239. Cap. III. Vers 2. Nun findet sich in den Libros del saber Alfons' X. von Castilien Vol. III. p. 305 wieder diese Eintheilung in 12 Finger. Alfons' astronomische Kenntnisse beruhen aber völlig auf denen der Westaraber, namentlich des Al-Zarkâli (um 1080 in Toledo), so dass kein Zweifel besteht, letztere haben auch diese Theilung besessen, die somit direkt auf indischen Ursprung hinweist.

[2]) Almagest. Edit. Halma t. I. p. 75.

[3]) Albategnius a. a. O. c. 16r. Ob Regiomontan Beweise des Albategnius kannte und nur in seiner Ausgabe nicht veröffentlichte, oder ob er mit dieser Bemerkung nur seine Ansicht über die Methode, deren sich Albattâni zur Ableitung seiner Regeln bedient haben wird, aussprechen wollte, lässt sich hieraus nicht entscheiden, mir scheint das letztere das wahrscheinlichere zu sein.

gabe zurückkommen, zunächst aber zeigen, wie er die Sonnenhöhe aus Stundenwinkel, Polhöhe und Deklination findet, um einen Vergleich mit der Regel des Sûrya-Siddhânta zu ermöglichen.

Cap. XVII[1]) heisst es: „Wenn du aus den verflossenen Stunden die Höhe der Sonne bestimmen willst. .... so verschaffe dir den Sinus versus (Albattâni schreibt beständig chorda versa, meint damit aber, wie er ausdrücklich bemerkt, stets die halbe Sehne) des Bogens, der die Entfernung der Sonne von der Mitte des Himmels angiebt (elongatio solis à coeli medio), ziehe ihn ab von dem Sinus versus des halben Tagbogens, den Rest multiplizire mit dem Sinus der Mittagshöhe der Sonne und theile das Resultat durch den Sinus versus des halben Tagbogens. Zu dem gefundenen Werthe suche in der Sinustafel den zugehörigen Winkel, welcher dann die Sonnenhöhe angiebt."

Da die Mittagshöhe in Fig. 3 durch den Bogen $SD = 90^\circ - (\varphi - \delta)$ ausgedrückt ist, so liefert diese Vorschrift in unserer Schreibweise die Formel:

$$\text{(VI)} \qquad \sin h = \frac{(\operatorname{sinvers} t_0 - \operatorname{sinvers} t)\sin(90^\circ - (\varphi - \delta))}{\operatorname{sinvers} t_0}.$$

Der Wortlaut der Regel zeigt wohl deutlich die Art ihrer Ableitung; vergleicht man sie aber andererseits mit Formel IV in § 2, so sieht man, dass sie durch die Substitution von:

$$\frac{\sin(90^\circ - (\varphi - \delta))}{\operatorname{sinvers} t_0} = \frac{BD \cdot \sin(90^\circ - \varphi)}{r \cdot r}$$

in diese übergeht. Aber auch diese letzte Gleichung ergiebt sich unmittelbar aus unserer Figur 3. Denn fällt man noch $DD' \perp SN$, so ist $\sin(90^\circ - (\varphi - \delta)) = DD'$, $\operatorname{sinvers} t_0 = EG'$ und $\sin(90^\circ - \varphi) = EH$. Also muss sein:

$$\frac{DD'}{EG'} = \frac{BD}{r} \cdot \frac{EH}{r},$$

oder:

$$\frac{r}{EG'} = \frac{BD}{r} \cdot \frac{EH}{DD'}.$$

Es ist aber $\triangle DD'A' \sim \triangle EHC$, also

[1]) a. a. O. c. 20r.

3*

$$\frac{r}{DA'} = \frac{EH}{DD'},$$

und desgleichen:

$$\frac{DA'}{EG'} = \frac{BD}{r},$$

da $\triangle DA'A \backsim \triangle EG'G$ ist.

Diese beiden Proportionen geben durch Multiplikation das Verlangte.

Der Unterschied der indischen Formel von der Albattâni's besteht also nicht in der Methode der Ableitung, sondern nur darin, dass letzterer die Mittagshöhe einführt. Dasselbe geschieht bei der inversen Aufgabe, den Stundenwinkel aus h, φ und δ zu bestimmen; die in Cap. XVI hierfür gegebene Regel lautet in unsere Schreibweise umgesetzt:

$$\text{(VII)} \qquad \operatorname{sinvers} t = \operatorname{sinvers} t_0 - \frac{\operatorname{sinvers} t_0 \sin h}{\sin(90^\circ - (\varphi - \delta))},$$

welche durch dieselbe Substitution in die entsprechende indische Formel V übergeht.

Ich komme nun auf die bereits erwähnte Aufgabe zurück, das Azimut A der Sonne aus Deklination, Sonnenhöhe und Polhöhe zu bestimmen. Hierfür giebt Albattâni in Cap. XI[1]) eine Regel an, die in folgender Formel

$$\text{(VIII)} \quad \sin(90^\circ - A) = \frac{\left(\dfrac{r \sin(90^\circ - \delta)}{\sin(90^\circ - \varphi)} - \dfrac{\sin h \sin \varphi}{\sin(90^\circ - \varphi)}\right) r}{\sin(90^\circ - h)}.$$

ausgesprochen ist. Diese geht für $r = 1$ unmittelbar in unsere Cosinusformel über, die hier dazu dient, aus den drei Seiten des Dreiecks $PZ\Sigma$ einen Winkel zu berechnen. *Wir haben hier die älteste Stelle in der bis jetzt zugänglichen Literatur, an welcher unser II. Fundamentalsatz der sphärischen Trigonometrie vollständig auftritt.*[2])

Ich erwähnte schon, dass Regiomontan die Ableitung Albattâni's wieder restituirt hat und zwar genau auf dieselbe Weise, wie wir die Ableitung der übrigen Sätze vollzogen.

---

[1]) Vgl. a. a. O. c. 15r.

[2]) H. Hankel: Zur Geschichte der Mathematik im Altertum und Mittelalter. Leipzig 1874. p. 281. M. Cantor: Geschichte der Mathematik I. 2. Auflage, Leipzig 1894. p. 694.

Wenn nun auch Albattâni's Regel thatsächlich unmittelbar auf unseren Cosinussatz führt, so glaube ich doch nicht, dass man berechtigt ist, ihn den Erfinder desselben zu nennen. Denn genau ebensowenig, wie die Inder hat er eine Idee davon, dass er mit seiner Methode einen trigonometrischen Satz fand, der für jedes sphärische Dreieck verwendbar ist, sondern die Regel, die sich in der obigen Formel VIII ausspricht, ist ebenso wie die übrigen von uns mitgetheilten, denen sich noch eine Reihe anderer anschliesst, direkt aus unserer Figur 3 abgeleitet worden, ohne irgendwelche Beziehung auf das sphärische Dreieck $PZ\Sigma$. Noch weniger richtig ist es aber, wenn Hankel a. a. O. sagt: „Von den trigonometrischen Fundamentalsätzen kennt Albattâni ausser denen des Almagest' bereits die Formel

$$\text{(IX)} \qquad \cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos \alpha$$

für schiefwinklige Dreiecke, die er daher nicht immer in zwei rechtwinklige zerlegen muss, und weiss dieselbe, um eine Multiplikation zu ersparen, in die Form zu setzen:

$$\text{(X)} \qquad \operatorname{sinvers} \alpha = \frac{\cos(b-c) - \cos a}{\sin b \sin c}.\text{“}$$

Denn weder die erste, noch die zweite dieser Formeln kommt bei ihm irgendwo vor. Hankel's Irrthum scheint mir aus Delambre's Histoire de l'Astronomie du moyen âge[1]) zu stammen, denn dieser führt dort in unsere Formel VII statt $\operatorname{sinvers} t_0$ den Werth $\dfrac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\varphi \cos\delta}$ ein, wodurch sie dann allerdings in

$$\operatorname{sinvers} t = \frac{\cos(\varphi - \delta) - \sin h}{\cos\varphi \cos\delta}$$

übergeht.[2]) Aber diese Substitution hat Delambre, nicht Albattâni ausgeführt, und von einer Kenntniss des Zusammenhanges zwischen den Gleichungen IX und X, oder wenn man will, VIII und X, ist nirgends eine Spur vorhanden.

---

[1]) Delambre a. a. O. p. 20.

[2]) Dabei sagt Delambre: „C'est la règle qu'Albategni donne en deux parties; mais on ne voit pas dans son livre comment il a pu arriver à ces pratiques, qu'il ne démontre pas“. Die einfache Ableitung, die dieselbe aus unserer Fig. 3 gestattet, hat er also übersehen, obgleich er die Projektionsmethode aus dem Analemma sehr wohl kannte. Wir werden demselben Umstande weiter unten wieder begegnen.

Auf Grund der vorhergehenden Erörterungen dürfte sich auch die noch offene Frage beantworten lassen, ob die arabischen Mathematiker gleich uns eine Zeichensprache, oder wenigstens gewisse Abkürzungen besassen, die es ihnen ermöglichten, Umformungen trigonometrischer Ausdrücke vorzunehmen. Delambre[1]) hat diese Frage gestellt und bejaht, obwohl er selbst zugiebt, dass sich hiervon in den uns erhaltenen Schriften nirgends eine Spur findet, und Hankel[2]) und Cantor[3]) haben sich seiner Ansicht angeschlossen. Ich muss dieselbe entschieden verneinen und werde diese meine abweichende Anschauung damit begründen, dass ich zeige, wie gerade jene Rechnungen, die Delambre und seine Nachfolger zu ihrer Ansicht verleiteten, sich sehr wohl und zwar in der ungezwungendsten Weise geometrisch ausführen lassen, so dass man nicht auf die der ganzen vorhandenen Literatur widersprechende Ausflucht zu rekurriren braucht.

In erster Linie behaupten die genannten Autoren, die Araber, und speziell Albattāni hätten aus der Gleichung $\frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = D$ den Werth des Winkels φ bestimmt, indem sie dieselbe zuerst in $\sin\varphi = \frac{D}{\sqrt{1+D^2}}$ umrechneten, wofür sich bei den Griechen nirgends ein Beispiel finde.[4]) Vergleichen wir mit dieser Behauptung das Verfahren, wie es sich bei Albattāni wirklich findet![5])

---

1) Delambre a. a. O. p. 128: „... elle (la démonstration d'Eben Jounis) nous prouve que les Arabes devaient avoir, sinon une notation algébrique, du moins quelques abréviations dont, à la vérité, il ne reste aucun vestige, mais qui leur étaient indispensables pour arriver à dégager une inconnue aussi embarassée".

2) Hankel a. a. O. p. 281.

3) Cantor a. a. O. I. 2. Aufl. p. 694.

4) Delambre: Histoire de l'Astronomie ancienne t. II. p. 55.

5) Wegen der Wichtigkeit der Stelle theile ich den Originaltext mit. Es heisst a. a. O. c. 14r: „Si autem per praedictam extensam umbram altitudinem scire volueris, umbram in semet ipsam multiplica, et super quod collectum fuerit partes cyotheri in se ipsas ductas, et sunt secundum quod in radice posuimus 144 adde. Sunt etenim partes cyotheri 12, ut illius quod inde collectum fuerit, radicem accipe, quod vero exierit, erit umbrae triangulari diametrum, serva id, post hoc cyotheri partes etiam diametri dimidium multiplica, quod secundum hanc radicem est 720. de hinc hoc per umbrae diametrum partire, et quod fuerit arcuabis ...".

Er will aus dem Schatten $s = BC$, den das Gnomon $g = AC$ (Fig. 4) wirft, die Sonnenhöhe h berechnen. Zu diesem Zwecke bildet er zuerst den Durchmesser des Schattendreieckes ABC, unter welchem er die Hypotenuse desselben versteht, in der Form $\sqrt{s^2+g^2}$, dann giebt er die Vorschrift, welche wir kurz durch die Formel

$$\sin h = \frac{g \cdot r}{\sqrt{s^2+g^2}}$$

ausdrücken. Dieselbe erhält er aber doch ohne allen Zweifel, indem er das gegebene Schattendreieck einfach auf ein solches ($\triangle A'BC'$ in Fig. 4) mit dem Radius $r = 60^p$ reduzirt, weil hierin $A'C = \sin h$ ist. Die Methode ist also eine durchaus geometrische, die sich nur wieder der Aehnlichkeit der Dreiecke bedient. Nebenbei sei bemerkt, dass die Regel, wie sie Albattâni giebt, fast wörtlich mit der im Sûrya-Siddhânta enthaltenen übereinstimmt.[1])

Mehr noch als durch diese Berechnung wurde aber Delambre zu seiner Ansicht durch das Studium der Hakimitischen Tafeln des Ibn Jûnos geführt. Ibn Jûnos († 1008) lebte in Kairo am Hofe des Fürsten Al-Hâkim aus dem Hause der Fatimiden, für welchen er astronomische Tafeln verfasste, die eines bedeutenden Ansehens genossen und die Grundlage für alle ähnlichen Werke der Araber bildeten.[2])

Die astronomischen Regeln, die Ibn Jûnos angiebt, zerfallen, was ihre mathematische Entstehungsweise anlangt, in solche, welche mit den Sätzen der sphärischen Trigonometrie, wie sie Ptolemäus besass, und wie sie die Vorgänger des Ibn Jûnos, namentlich Abûl-Wafâ, vervollständigten, erhalten wurden, und in solche, welche aus der Methode der Projektion

[1]) Sûrya-Siddhânta. Cap. III. Vers 13 u. 14. Edit. Burgess. p. 250.

[2]) Bisher ist leider nur ein Theil der 81 Capitel dieses wichtigen Werkes, nämlich Cap. IV—V, VI veröffentlicht und von Cousin ins Französische übersetzt: Notices et extraits de la bibliothèque nationale t. VII, p. 16—240. Die späteren Capitel hat Sédillot für Delambre übersetzt, der sie in seiner Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 76—156 benutzte, aber diese vollständige Uebersetzung ist nicht im Druck erschienen, so dass man noch immer ganz auf die Angaben Delambre's angewiesen ist, der sehr häufig zu viel des Eigenen hinzu zu thun scheint.

hervorgingen. Zu den letzteren gehören wieder alle jene, welche mit der Theorie der Sonne in Beziehung stehen.

Hierbei ist es nun speziell eine Aufgabe, welche Delambre als die schwierigste bezeichnet, die die Araber überhaupt gelöst haben, und die nach seiner Ansicht unbedingt die Kenntniss algebraischer Umformungen und eine gewisse Schreibweise von Formeln erfordert.[1]) Sie verlangt, aus zwei beobachteten Sonnenhöhen h' und h'' und der Differenz der Amplituden $\alpha' - \alpha'' = \varkappa$ (Amplitude ist der Winkel, den der Vertikalkreis durch den Stern mit dem ersten Vertikal bildet) die Amplituden dieser beiden Sonnenörter zu bestimmen, wenn sich die Deklination nicht merklich geändert hat.

Es sei Fig. 5 SZN der Meridian, Z das Zenith, S der Süd-, N der Nordpunkt, CO die Ost-West-Linie, also arc ZO ein Quadrant des ersten Vertikals, CP die Weltaxe, $\sphericalangle PCN = \varphi$, und Σ_1, Σ_2 seien die beiden Sonnenörter auf demselben Parallelkreise $D\Sigma_1\Sigma_2R$, dann ist arc $\Sigma_1 L = \sphericalangle \Sigma_1 CL - h'$, arc $\Sigma_2 Q = \sphericalangle \Sigma_2 CQ - h''$, $\sphericalangle LCO = \alpha'$, $\sphericalangle QCO = \alpha''$, und folglich $\sphericalangle LCQ = \alpha' - \alpha'' = \varkappa$.

Projizirt man jetzt Σ_1 und Σ_2 senkrecht auf die Meridianebene nach Σ_1' und Σ_2' und auf den Horizont nach A' und B' und zieht $A'A$ und $B'B \perp SC$, so ist $A'A = \Sigma_1\Sigma_1'$, $B'B = \Sigma_2\Sigma_2'$. Zieht man noch $A\Sigma_1'$ und $B\Sigma_2'$ und $\Sigma_2'A'' \parallel CS$, so ist $AB = \Sigma_2'A''$ und $\sphericalangle A''\Sigma_1'\Sigma_2' = \varphi$.

Das Verfahren, welches Ibn Jûnos zur Lösung der Aufgabe angiebt,[2]) ist nun (für den Radius $r = 1$) in Zeichen dargestellt folgendes: Man berechne:

1. $\sin\varkappa \cos h = Q'$,
2. $\cos h'' - \cos\varkappa \cos h' = Q''$,
3. $D = \sqrt{Q'^2 + Q''^2}$,

dann bestimme man den Winkel, dessen Sinus durch:

---

[1]) Es ist dies jene Aufgabe, auf welche sich der in Anmerk. 1, S. 22 aus Delambre angeführte Text bezieht. Auch Hankel führt dieselbe a. a. O. p. 282 unter Mittheilung der analytischen Lösung Delambre's an, lässt aber doch unentschieden, ob dieselbe auf geometrischem oder analytischem Wege erhalten worden.

[2]) Hakimitische Tafeln Cap. XXIII. Delambre a. a. O. p. 125—128.

$$4.\quad \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi}\;\frac{\sin h' - \sin h''}{D}$$

gegeben ist, er heisse x und endlich den Winkel y, dessen Sinus

$$5.\quad \frac{Q'}{D}$$

ist, dann hat man die Amplituden:

$$\alpha'' = y - x \text{ und } \alpha = \varkappa + \alpha''.$$

Da es nun Delambre nicht gelang, diese sämmtlichen Grössen direkt in der Figur nachzuweisen, so glaubte er, Ibn Jûnos habe den Hilfswinkel y eingeführt, um die Auflösung einer complicirten Gleichung zu ermöglichen, zu der er gelangt sei:[1]) aber thatsächlich finden sämmtliche 5 Grössen eine unmittelbare Interpretation, wenn man nur die Projektion auf den Horizont (Fig. 6) ins Auge fasst.

Denn fällt man (in Fig. 5 und 6) noch $A'D' \perp CQ$, so ist:

$A'D' = A'C \sin\varkappa \quad = \cos h' \sin\varkappa = Q'$, 1.

$B'D' = CB' - CD' = \cos h'' - A'C \cos\varkappa = \cos h'' - \cos h' \cos\varkappa = Q''$. 2.

somit folgt:

$$D = \sqrt{Q'^2 + Q''^2} = A'B'. \quad 3.$$

Also muss, da noch 5.

$$\sin y = \frac{Q'}{D} = \frac{A'D'}{A'B'}$$

ist,

$$\sphericalangle y = \sphericalangle A'B'D'$$

sein.[2]) Fällt man jetzt $A'E' \perp B'B$, so ist $A'E' = AB - \Sigma'_2 A''$, aber

---

[1]) Diese Gleichung lautet nach Delambre

$$\frac{\sin\varphi}{\cos\varphi}\left(\frac{\sin h' - \sin h''}{\cos h'' - \cos\varkappa\cos h'}\right) = \cos\alpha'' \cdot \frac{\sin\varkappa\cos h'}{\cos h'' - \cos\varkappa\cos h'} - \sin\alpha'',$$

und wenn man hierin $\sin\varkappa\cos h' = Q'$ und $\cos h'' - \cos\varkappa\cos h' = Q''$ und endlich $\frac{Q'}{Q''} = \frac{\sin y}{\cos y}$ setzt, so geht sie über in

$$\sin(y - \alpha'') = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi}\;\frac{\sin h' - \sin h''}{Q''} \cos\alpha. \quad \text{etc.}$$

[2]) Die geometrische Interpretation dieses Hilfswinkels rührt von Herrn M. Kutta, einem Theilnehmer an meinem mathem.-historischen Seminar her.

$$\Sigma'_2 A'' = \Sigma'_1 A'' \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = (\sin h' - \sin h'') \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi},$$

also folgt

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} \frac{\sin h' - \sin h''}{D}, \quad 4.$$

und da dieser Ausdruck nach 4. der Sinus von x ist, so ist aus $\triangle A'E'B'$ (Fig. 6):

$$\sphericalangle A'B'E' = \sphericalangle x.$$

Also erhält man schliesslich:

$$\alpha'' = y - x = \sphericalangle A'B'D' - \sphericalangle A'B'E' = \sphericalangle BB'C = \sphericalangle B'CO.$$

Man sieht also, dass die sämmtlichen anscheinend so complicirten Formeln unmittelbar aus der Projektion herausgelesen werden können.

Dasselbe ist mit einer Formel der Fall, die sich in den Regeln des Ibn Jûnos wiederholt findet[1]) und die später zur Erfindung der sogenannten „Prosthaphäretischen Methode" geführt hat, welche Jahrhunderte lang vor Erfindung der Logarithmen zur Vereinfachung trigonometrischer Rechnungen diente; ich meine die Gleichung:

$$\text{(XI)} \qquad \cos\varphi\cos\delta = \tfrac{1}{2}(\cos(\varphi - \delta) + \cos(\varphi + \delta)).$$

Um diese geometrisch abzuleiten, beachte man, dass in Fig. 7, die die Projektion der Fig. 3 auf den Meridian darstellt, $\sphericalangle DCZ = \varphi - \delta$, also $DD' = \cos(\varphi - \delta)$ und $\sphericalangle D''CZ' = \varphi + \delta$, also $D'I = \cos(\varphi + \delta)$ ist. Zieht man noch $D''D''' \parallel NS$, welche die Verlängerung von DD' in Γ schneidet, so ist $D\Gamma = \cos(\varphi - \delta) + \cos(\varphi + \delta)$, und wenn $BX \parallel NS$ gezogen wird, so ist $DX = \frac{1}{2}(\cos(\varphi - \delta) + \cos(\varphi + \delta))$.

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke DBX und ECH folgt aber

$$\frac{BD}{DX} = \frac{EC}{EH},$$

oder für $EC = 1$,

$$BD . EH = DX.$$

Aber $BD = \cos\delta$, $EH = \cos\varphi$, somit geht diese Gleichung unmittelbar in Gleichung XI über.

---

1) Vgl. z. B. Delambre a. a. O., p. 108.

In gleicher Weise lassen sich alle Formeln in den Hakimitischen Tafeln, die nicht direkt aus den den Arabern bekannten trigonometrischen Sätzen gewonnen werden, durch die Projektionsmethode geometrisch ableiten. Es scheint mir also der Weg aufgedeckt zu sein, auf dem sie, die Methode der Griechen und Inder weiter bildend, zu ihren oft ganz complicirten Formeln gelangten.

Alle diese Regeln aber, zu deren Ableitung sich die Araber der Projektionsmethode bedienten, liefern Formeln, die wir mit unserem 2. trigonometrischen Hauptsatze gewinnen würden: und eben weil ihnen die Kenntniss dieses Satzes mangelte, bedienten sie sich in solchen Fällen des erwähnten Verfahrens, ohne dass sie jedoch jemals auf den Gedanken kamen, nach einem umfassenden Theorem zu suchen, welches ihnen ermöglicht hätte, auf der Kugeloberfläche selbst zu operiren. Diesen Schritt hat, wie der folgende Paragraph zeigen wird, erst Regiomontan gethan.

§ 4. Regiomontanus.

Zu Regiomontans[1]) grossen Verdiensten an der Wiedererweckung der mathematischen und astronomischen Wissenschaften im Abendlande zählt in erster Linie die Ausbildung der Trigonometrie als eine selbständige Wissenschaft. Zwar hatte schon zwei Jahrhunderte früher der Perser Nasîr Eddîn Ṭûsi[2]) ein vollständiges System der Trigonometrie geschaffen, eine Thatsache, die erst in jüngster Zeit bekannt geworden ist,[3]) und zwar ein System, das in mancher Beziehung das des Regiomontan übertrifft, aber sein Werk ist den spanischen Arabern nicht

---

[1]) Johannes Müller, geboren in dem Städtchen Königsberg bei Hassfurt (daher sein Beiname) 1436, gestorben zu Rom 1476.

[2]) Sein eigentlicher Name ist Abû Dscha'fer Muḥammed ibn Ḥasan al Ṭusi, Nasir Eddîn ist nur ein Beiname und heisst Vertheidiger der Religion. Geboren in Tûs lebte er von 1201—1274 unter dem Eroberer Bagdads Hûlâgû, für den er die sogenannten Îlchanischen Tafeln schuf.

[3]) Dieses System wurde unter dem Titel Traité du quadrilatère, attribué à Nasireddin-el Tousy von Alexander Pacha Caratheodory zu Constantinopel 1891 herausgegeben und durch eine französische Uebersetzung zugänglich gemacht.

4*

bekannt geworden, und da Regiomontan die Grundlagen seines Wissens nur aus den Schriften dieser schöpfte, so blieb die Kenntniss desselben auch ihm fremd, so dass sein Verdienst hierdurch keineswegs geschmälert wird.

Drei arabische Schriftsteller waren es hauptsächlich, aus deren Werken Regiomontan geschöpft hat: Dschâbir ibn Aflah, den die lateinischen Uebersetzer Geber nannten,[1]) Al-Zarkâli oder Arzachel,[2]) hochberühmt unter seinen Zeitgenossen, und Al-Battâni, den wir schon kennen.

Die Werke derselben standen ihm in lateinischer Uebersetzung zu Gebote, welche aus der im 12. Jahrhundert in Toledo entstandenen Uebersetzerschule hervorgegangen waren.[3]) In seinem trigonometrischen Hauptwerke, das den Titel führt: „De triangulis omnimodis libri quinque“ und Mitte der sechziger Jahre des 15. Jahrhunderts bereits vollendet gewesen zu sein scheint,[4]) hat er sie vielfach direkt benutzt;[5]) doch verstand er es auch, ihre Lehren weiterzubilden und sie namentlich zur Lösung von Aufgaben, die für seine Zeit zu den schwierigsten gehörten, fruchtbringend zu verwerthen.

Am meisten aber zeigt sich sein Scharfsinn da, wo es ihm gelingt,[6]) als gemeinsame Quelle der vielen Regeln des Al-Battâni, von denen wir im Vorhergehenden einige kennen gelernt haben, unseren zweiten Hauptsatz der sphärischen Trigonometrie zu erkennen, den er zum ersten male aus

---

[1]) Er gehört der 2. Hälfte des 11. Jahrhunderts an und lebte zu Sevilla.

[2]) Lebte um 1080 in Toledo; unter seiner Leitung entstanden die Toledanischen Tafeln.

[3]) Vergl. M. Cantor, Geschichte. I, p. 751.

[4]) Im Jahre 1533 wurde es von Johann Schöner in Nürnberg aus Regiomontans Nachlasse im Druck herausgegeben.

[5]) Ich werde ein andermal zeigen, dass Regiomontan fast alle Hauptsätze seiner Trigonometrie seinen arabischen Vorgängern sowie dem Griechen Menelaus, zum Theil wörtlich, entnommen hat, so dass mir der Werth des vielgepriesenen Buches weniger in der Originalität der Schöpfung als vielmehr in der durchsichtigen Anordnung des Stoffes, in der systematischen Aneinanderreihung der Sätze, sowie in der Gewandtheit in Stellung und Lösung von trigonometrischen Aufgaben, die überall zu Tage tritt, zu liegen scheint. Dass er den Geber, dem er am meisten entnahm, nirgends citirt, ist ein Verfahren, das er mit allen seinen Zeitgenossen gemein hat, die das Gute nahmen, wo sie es fanden, ohne ihre Quellen anzugeben.

[6]) Regiomontan a. a. O. lib. V, prop. 2.

der Projektionsmethode heraus als einen für jedes sphärische Dreieck giltigen Satz formulirt.[1])

Ich erwähnte schon früher, dass Regiomontan in einer Note zu seiner Ausgabe des Albategnius den fehlenden Beweis für unsere Formel VIII § 2 unter Benutzung der Projektion mit Geschick restituirte, und genau dasselbe Verfahren und fast die nämliche Figur verwendet er zum Beweis seines zweiten Satzes in lib. V, so dass kein Zweifel bestehen kann, er sei bei den Studien über Al-Battāni zu jenem Lehrsatze geführt worden.[2]) Der Wortlaut, in dem Regiomontan den Satz ausspricht, führt in unserer Bezeichnung auf folgende Gleichung:

$$\text{(XII)} \quad \operatorname{sinvers} A : (\operatorname{sinvers} a - \operatorname{sinvers}(b-c)) = r^2 : \sin b \,.\, \sin c,$$

wobei r = sinus totus = dem Radius der Kugel ist, auf welcher das $\triangle ABC$ mit den Seiten a, b, c liegt.

Zur Ableitung dieser Gleichung, die identisch ist mit der in X angeführten, giebt er zwei Figuren, die die Kugeloberfläche selbst und die Projektion derselben auf eine Diametralebene (Meridian) darstellen.

Wir bedienen uns zur Darstellung seiner Ableitung unserer Fig. 3, die seine beiden Figuren vereinigt.

Sei $\triangle ZP\Sigma$ das fragliche Dreieck, so folgt, wenn man $\Sigma L \parallel SN$ zieht, die ZC in K trifft,

$$\operatorname{arc} ZD = \operatorname{arc} P\Sigma - \operatorname{arc} PZ,$$
$$\operatorname{arc} ZL = \operatorname{arc} Z\Sigma, \ \operatorname{arc} EQ = \sphericalangle ZP\Sigma$$

und:

$$1. \quad EQ' = \operatorname{sinvers}(EQ) = \operatorname{sinvers}(\sphericalangle ZP\Sigma).$$

Fällt man noch $DW \perp CZ$, $PU \perp CZ$ und $DT \perp LM$, so ist:

$$ZW = \operatorname{sinvers}(DZ), \ ZK = \operatorname{sinvers}(ZL) = \operatorname{sinvers}(Z\Sigma);$$

ferner folgt:

$$2. \quad DT = WK = ZK - ZW = \operatorname{sinvers}(Z\Sigma) - \operatorname{sinvers}(DZ)$$

und:

---

[1]) Gerade dieses Verdienst, das ich höher schätze als manches andere, findet sich nirgends in gebührender Weise gewürdigt. — In der ganzen vorhergehenden Literatur konnte ich nirgends eine Stelle finden, die beweisen würde, dass schon vor ihm irgend jemand auf diesen Gedanken kam.

[2]) Hierfür spricht auch der an dieser Stelle zum ersten mal in den Büchern über die Dreiecke auftretende Sinus versus.

$$3.\quad DB = \sin(PD) = \sin(P\Sigma),$$

sowie:

$$4.\quad PU = \sin(PZ);$$

Aber es ist, wie unmittelbar ersichtlich:

$$EQ' : D\Sigma' = r : BD$$

und

$$D\Sigma' : DT = r : PU,$$

somit:

$$EQ' : DT = r^2 : BD \,.\, PU.$$

Setzt man hier die Werthe aus den Gleichungen 1. bis 4. ein, so kommt:

$$\text{sinvers}(\sphericalangle ZP\Sigma) : (\text{sinvers}(Z\Sigma) - \text{sinvers}(P\Sigma - PZ)) = r^2 : \sin(P\Sigma) \,.\, \sin PZ;$$

eine Gleichung, die sofort in XII übergeht, wenn man die Buchstaben P, Z, Σ der Reihe nach durch A, B, C ersetzt und die Bogenlängen der den Ecken A, B, C gegenüberliegenden Seiten mit a, b, c bezeichnet. Für $r = 1$ und Einführung der Cosinusse geht diese Gleichung unmittelbar in unsere bekannte Form über.

Allerdings verwendet Regiomontan die gefundene allgemeine Beziehung nur zur Lösung der Aufgabe, aus 3 Seiten eines Dreieckes einen Winkel zu bestimmen (Lib. V, prop. 3), doch muss beachtet werden, dass das V. Buch über die Dreiecke ersichtlich unvollendet geblieben ist, sonst wäre sicher noch eine weitere Ausnutzung des Satzes erfolgt. Diese wurde ihm erst zu Theil, als ihn mehr als ein Jahrhundert später Vieta als ein Hauptaxiom zur Berechnung schiefwinkliger Dreiecke aufgestellt hatte.

Fig. 1.

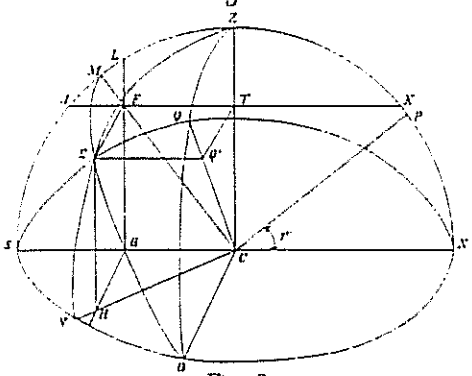


Fig. 2.

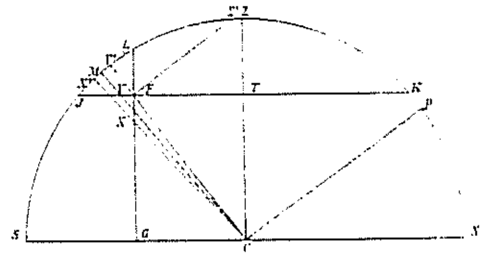


Fig. 4.

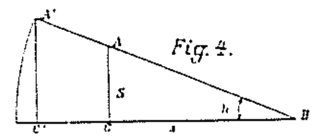


Fig. 3.

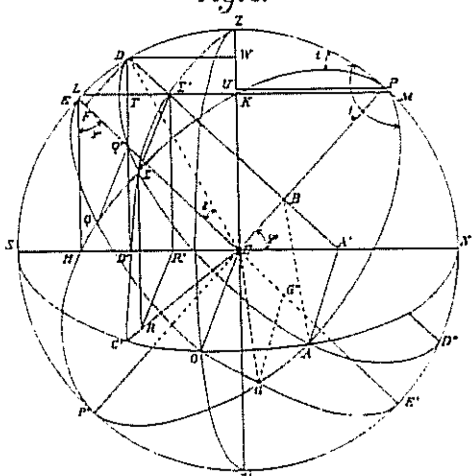


Fig. 6.

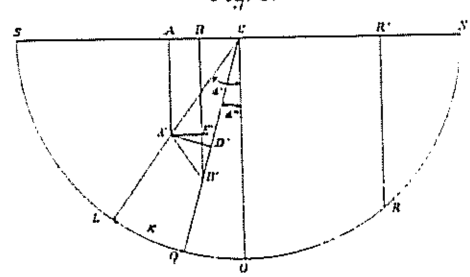


Fig. 5.

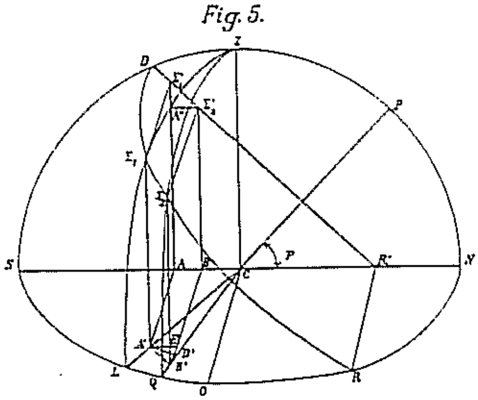
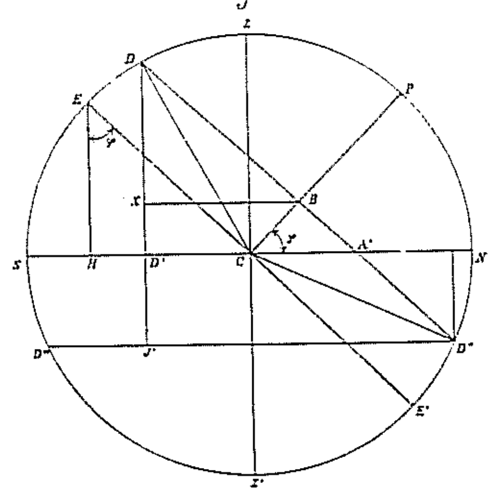


Fig. 7.



A.v. Braunmühl: Trigonometrie.

Al-Battânî sive Albatenii opus astronomicum. Ad fidem codicis escurialensis arabice editum, latine versum, adnotationibus instructum a Carolo Alphonso Nallino. Pars III. Textum arabicum continens. Mediolani 1899. 279 S. 4°. (Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, No. XL, P. III.)

Eine sehr verdienstvolle Aufgabe hat sich Herr C. A. Nallino, Prof. am orientalischen Institute in Neapel, mit dieser Ausgabe des hervorragenden arabischen Astronomen Al-Battânî, des Albategnius des Mittelalters, gestellt, von der bis jetzt der dritte Teil, den arabischen Text enthaltend, vorliegt; der erste und zweite Teil, die lateinische Übersetzung des Textes mit Anmerkungen und diejenige der Tafeln enthaltend, werden bald nachfolgen.

Diese Aufgabe war eine sehr schwierige, da nur ein einziges, mit vielen Fehlern behaftetes Ms. dieser Astronomie vorhanden ist, dasjenige des Escurials in Madrid, bezeichnet mit No. 908 (bei Casiri, *Biblioth. arab.-hispana*, I. p. 342), und bekanntlich die lateinische Übersetzung des Plato Tiburtinus (gedr. zu Nürnberg 1537 und zu Bologna 1645) eine sehr schlechte und unvollkommene ist, indem sie nur den Text und nicht auch die Tafeln umfafst; die schwierige Aufgabe wurde aber von Herrn Nallino, soweit ich die Sache beurteilen kann, ausgezeichnet gelöst, es liegt uns eine herrliche Ausgabe des arabischen Textes dieser Astronomie vor, in grofsem Quartformat mit 279 Seiten, eine Ausgabe, wie sie bis jetzt noch keinem arabischen Astronomen zu teil geworden ist; wir sind überzeugt, dafs auch die Übersetzung der Textausgabe entsprechen wird.

Den Tafeln gehen 57 Kapitel (arab. *bâb*) Text, die den Kapiteln der lateinischen Übersetzung des Plato entsprechen, voraus, und einige ungezählte, bei Plato fehlende Kapitel zur Erklärung einzelner Tafeln; auf den Text trete ich hier nicht näher ein, die Tafeln sind folgende:

1) Tafel der Chronik der babylonischen, persischen, griechischen, römischen und byzantinischen Herrscher von Nabonassar (Nebukadnezar) I. bis auf Theodosius III. (nach dem *Almagest*).

2) Tafel der Chronik der Chalifen von Muḥammed bis auf al-Muṭî' lillâh (334—363 d. H.).

3) Tafel der Mitten der Länder, worin die geographische Lage von 94 (so im Titel, in Wirklichkeit nur 93) Ländern angegeben wird, nach dem Buche, genannt *ṣûrat el-arḍ* (das Bild der Erde), das von Einigen (z. B. von Lelewel, *Géogr. du moyen âge*, T. IV) für die erst in neuerer Zeit aufgefundene ebenso betitelte Abhandlung des Muhammed ben Mûsâ al-Chowârezmî gehalten wird, von Andern (wie z. B. von C. A. Nallino selbst, s. u.) für die Geographie des Ptolemäus, in einer Übersetzung, bezw. Umarbeitung, des Tâbit b. Qorra. (Diesem wird übrigens von Ibn Abi Uṣaibi'a aufser der Übersetzung der Geographie des Ptolemäus auch ein Buch „über die Einteilung der Erde“ zugeschrieben).

4) Ohne neuen Titel folgen dann die Längen und Breiten von weitern 180 Ländern und Städten.

Diese geographischen Tafeln hat C. A. Nallino schon früher übersetzt und veröffentlicht mit reichhaltigem Kommentar, im Cosmos di Guido Cora, 12_{II} (Torino 1894—96), Fasc. VI, unter dem Titel: *Le tabelle geografiche d'Al-Battânî*.

5) Tafel der Längen und Breiten von Städten und andern bekannten Orten (festen Plätzen) Spaniens und Nord-Afrikas.

6) Bildliche Darstellung der sieben Klimata der Erde durch konzentrische Kreise (Horizontkreise), und der Azimute der Aufgänge und Untergänge der Häuser des Tierkreises im Horizont jedes Klimas.

7) Eine astrologische Tafel, enthaltend die Regenten der Termini (Planetenbezirke), diejenigen der Facies oder Decani, etc. (vergl. über diese astrologischen Kunstausdrücke meine Übersetzung aus dem *Fihrist*, in d. Abhandl. zur Gesch. d. Mathem. 6, 1892, p. 55).

8) Fixsterntafeln für das Jahr 1191 der Seleukidischen Ära (beg. am 1. Okt. 879).

9) Den Schlufs bilden Tafeln der bekannteren Fixsterne 1.—3. Gröfse, für das Jahr 1211 d. Seleuk. Ära (beg. am 1. Okt. 899).

Herr C. A. Nallino hat im arabischen Text eine Anzahl von Tafeln, besonders diejenigen, welche nur Zahlen enthalten, weggelassen, sie werden aber in die lat. Übersetzung aufgenommen werden.

Kilchberg b. Zürich, im Januar 1900. Heinrich Suter.

Al-Battânî sive Albatenii opus astronomicum. Ad fidem codicis escurialensis arabice editum, latine versum, adnotationibus instructum a **Carolo Alphonso Nallino.** Pars I. Versio capitum cum animadversionibus. Mediolani 1903. LXXX + 327 S. 4⁰. (Pubblicazioni del R. Osservatorio di Brera in Milano, No. XL. P. I.)

In dieser Zeitschrift (1_3, 1900, p. 285—286) wurde der III. Teil dieses Werkes, den arabischen Text enthaltend, einer kurzen Besprechung unterzogen, jetzt folgt nach vier Jahren auch die lateinische Übersetzung nach. Wer die 51 Bogen dieses Großquartbandes auch nur flüchtig überblickt, der wird über die ungeheure Arbeit, die in diesem Bande aufgespeichert ist, erstaunen, und deshalb den Zeitraum, der zwischen der Ausgabe der beiden Teile liegt, wohl begreifen können.

Die Vorrede umfaßt ohne das Verzeichnis der benutzten Quellen und die Addenda und Emendanda 64 Seiten, die Übersetzung des arabischen Textes nimmt 150 Seiten in Anspruch, den Anmerkungen („adnotationes") kommen die letzten 177 Seiten des Bandes zu. Vorrede und Anmerkungen enthalten eine Fülle des interessantesten Materials zur Geschichte der Astronomie und Mathematik bei den Arabern sowohl, als auch bei den Griechen, Babyloniern, Indern etc., und lassen die großen historischen und astronomischen Kenntnisse Nallinos, sowie auch die schon längst bekannten seines berühmten Mitarbeiters Giov. Schiaparelli in schönstem Lichte erscheinen; wir erhalten durch diese Arbeit eine nahezu vollständige Kenntnis des astronomischen Wissens der Araber, vollständiger und richtiger als sie bis jetzt irgendwo auseinandergesetzt worden ist.

Auf rein astronomische und auf sprachliche Fragen trete ich im folgenden im allgemeinen nicht ein, sondern überlasse die Besprechung des Werkes nach diesen Seiten hin den Fachgelehrten; ich werde nur diejenigen Punkte hervorheben, die für die Geschichte der mathematischen Wissenschaften von Bedeutung sind, und besonders auch auf gewisse Stellen meines Buches (*Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke;* Abhandl. zur Gesch. d. mathem. Wissenschaften, 10, 1900) zu sprechen kommen, die durch vorliegende Arbeit in irgend einer Weise alteriert werden.

Praefatio, p. VIII, Note 13: Die Stelle in el-Battânîs Lebensbeschreibung: *wawarada ilá Baǵdád .... fi ẓulâmât kânat lahum*, habe ich (s. mein Buch p. 46) mit Andern übersetzt durch: „Wegen der Unterdrückungen, die ihnen (nämlich ihm und den Benî el-Zaijât) zu teil wurden, zog er mit diesen nach Bagdad"; es soll aber nach Nallino (vergl. auch Dozy, *Suppl. aux dictionn.*

arabes II, 291) heißen: „er kam nach Bagdad, um einen Tribut, der ihnen (den Benī EL-ZAIJĀT) ungerecht auferlegt worden war, rückgängig zu machen."

p. XI—XVIII handelt NALLINO über Geburtsort, Abstammung, Glauben und Tod EL-BATTĀNĪS, und kommt zu dem Schlusse, dem wir nach näherer Prüfung wohl beistimmen können, daß EL-BATTĀNĪS Vorfahren, vielleicht der Vater noch, Ḥarrānische Ṣābier (wohl zu unterscheiden von den Ṣābiern des Qorāns) gewesen seien, daß er selbst aber als Muhammedaner geboren sei, was schon sein Name MUHAMMED beweise, und worauf auch schon IBN CHALLIKĀN und ABŪL-FEDĀ aufmerksam gemacht haben. Ob Battān oder Bittān ein Ort im Gebiete von Ḥarrān, oder nur ein Quartier oder nur eine Straße von Ḥarrān gewesen sei, läßt sich bis jetzt noch nicht entscheiden. Dagegen ist als sicher anzunehmen, daß der Ort, wo el-BATTĀNĪ gestorben ist, das Schloß el-Ġiṣṣ (oder Ġaṣṣ), von dem Chalifen EL-MOʿTAṢIM in der Nähe von Sāmarrā erbaut, gewesen ist, und nicht die Stadt el-Ḥaḍr, die damals schon in Ruinen lag.

p. XIX—XXIII kommt NALLINO auf die kleinern Schriften EL-BATTĀNĪS zu sprechen. Wir müssen hier die Titel zweier Schriften berichtigen, die wir (in unserm Buche p. 46) teils infolge falscher Lesarten, teils aus Unkenntnis der darin auftretenden astrologischen Kunstausdrücke nicht richtig übersetzt haben: „Über die Kenntnis der Aufgänge der Häuser nach den vier Quadranten der Sphäre" soll heißen: „Über die Kenntnis der Aufgänge der Tierkreiszeichen, die zwischen den vier Hauptpunkten der Ekliptik liegen"; es handelt sich hier um die Berechnung der sog. *directiones*, für deren Erklärung ich auf p. 313—317 der Anmerkungen verweise. „Abhandlung über die Verifizierung der Wirkungen der Konjunktionen" soll heißen: „Ein Brief über die Verifizierung der Größen der *applicationes*"; über diesen astrologischen Begriff vergleiche man p. 305—313 der Anmerkungen; überhaupt enthalten die letzten Seiten der Anmerkungen (304—327) eine Reihe von Aufschlüssen über astrologische Dinge, über die bis jetzt viele noch im Unklaren sein mögen; ich trete des Raumes halber nicht auf dieselben ein, sondern erwähne hier nur, daß nach NALLINO von den mittelalterlichen Kommentatoren astrologischer Schriften HENRICUS BATES das größte Verständnis für diese Fragen bekundet hat.

p. XX—XXIII zeigt NALLINO, was auch schon AHLWARDT (*Verzeichnis der arabischen Handschr. der k. Biblioth. zu Berlin*, V p. 274) bemerkt hat, daß der Berliner Codex 5875 nur Auszüge aus dem *Quadripartitum* des PTOLEMÄUS und keinen Kommentar EL-BATTĀNĪS dazu enthält; ferner ist der Codex 966,2° des Escorial, der diesen Kommentar enthalten haben soll, verloren gegangen.

p. XXIII—XXXI behandelt NALLINO Schriften, die EL-BATTĀNĪ fälschlich zugeschrieben werden, woraus wir folgendes hervorheben: p. XXV und auch p. XLIX nennt NALLINO RUDOLPHUS BRUGENSIS (oder BRUGGENSIS) als den Übersetzer von MASLAMAS Rezension des *Planisphäriums* des PTOLEMÄUS; es ist hier darauf aufmerksam zu machen, daß BJÖRNBO (in Biblioth. Mathem. 4_3, 1903, p. 130—133) nachgewiesen hat, daß HERMANNUS SECUNDUS der Übersetzer dieser Schrift ist, und daß als Jahr der Übersetzung 1143 (nicht 1144) zu lesen ist (p. XLIX steht richtig 1143, p. XXV aber 1144); NALLINO konnte diese Abhandlung noch nicht kennen. — p. XXVI zitiert NALLINO eine Schrift von ABŪ MAʿŠAR, betitelt *muḏākarāt* (= *colloquia*), enthaltend Antworten auf astrologische Fragen, die ABŪ SAʿĪD SĀḎĀN B. BAḤR an ihn gerichtet hatte (vorhanden in Cambridge, Nr. 1028, nach E. BROWNE, *A handlist of the muham.*

manuscr. of Cambridge, 1900); diese Schrift fehlt in meinem Buche, ich kannte damals das Verzeichnis von E. BROWNE noch nicht. — p. XXVIII—XXX gibt NALLINO meiner Ansicht nach überzeugende Gründe dafür an, daß die Werke: *Centiloquium*, *de horis planetarum*, *de ortu triplicitatum*, die einem BETHEN oder BETHEM zugeschrieben werden, nicht von EL-BATTÂNÎ stammen, was ich schon auf gütige briefliche Mitteilung NALLINOS hin in meinen *Nachträgen und Berichtigungen* (Abhandl. zur Gesch. d. mathem. Wissensch., 14, 1902, p. 164) richtig gestellt habe; daß der Name BETHEN (auch BERENI kommt vor) aber mit BELENI, BELINI (= APOLLONIUS VON THYANE) identisch sein könnte, möchte ich, entgegen NALLINO, für wahrscheinlich halten.

p. XXXI—LXIV behandelt NALLINO in erschöpfender Weise das Hauptwerk. Er scheint von seiner früheren Ansicht, die er mir brieflich mitgeteilt hat, daß das Werk nicht in zwei Ausgaben erschienen sei, zurückgekommen zu sein, denn p. XXXII bemerkt er, TÂBIT b. QORRA, der im Febr. 901 gestorben ist, erwähne schon eine Stelle aus dem 52. Kapitel, während im Codex des Escorial und in der PLATOnischen Übersetzung zwei wichtige Beobachtungen aus dem Januar und August des Jahres 901 angegeben werden; das vorliegende Werk würde also die zweite Ausgabe bilden; in diesem Sinne ist also meine Anmerkung 20ᵃ (in meinem Buche, p. 211) und die Stelle „Zu Art. 89" (in den *Nachträgen*, etc. p. 164) abzuändern. — p. XXXIII erwähnt NALLINO eine Schrift eines anonymen Schülers von AḤMED B. MUḤ. EL-SIĠZÎ, betitelt *tasṭîḥ el-ṣuwar we tabṭîḥ el-kuwar*, über die Konstruktion der Astrolabien, die noch in Leiden (1068, nicht 1078, wie NALLINO hat) vorhanden ist, und in der EL-BATTÂNÎ zitiert wird, wozu NALLINO in Note 4) die Bemerkung hinzufügt, dieses Werk fehle bei BROCKELMANN und bei mir: da die Schrift anonym ist, so habe ich sie eben grundsätzlich nicht aufgenommen. — p. XXXV spricht NALLINO in Note 5) die Vermutung aus, der HUMENUS (oder auch EUMATHIUS), dessen astronomische Tafeln (*qânôn*) von EL-ZARQÂLÎ verbessert herausgegeben wurden, und von denen noch ein Manuskript in München (Nr. 853) existiert (vergl. mein Buch, p. 109, Note d), sei der Alexandriner AMMONIUS (der Sohn des HERMIAS, Ende des 5. Jahrh.), welcher nach STEPHANUS PHILOSOPHUS (erste Hälfte des 8. Jahrh.) Tafeln für die Ära des PHILIPPUS ARIDÄUS (Halbbruders ALEXANDERS des Großen) verfaßt habe. — p. XXXVI, Note 1) zeigt NALLINO, daß die hinter GERHARDS *Theoricae planetarum* (Bologna 1480), gedruckte Abhandlung *De motu octave spere* nicht diejenige TÂBITS über diesen Gegenstand sei, wie STEINSCHNEIDER (Zeitschr. f. Mathem. 18, 1873, p. 331—338, u. a. a. O.) behauptet hat, sondern die eines Anonymus; ferner trage die Schrift, die 1518 in Venedig herausgegeben wurde, und die von STEINSCHNEIDER ebenfalls als diejenige TÂBITS *De motu octave spere* hingestellt wurde, den Titel: *Tebith de imaginatione spere;* meine Angaben (*Nachträge und Berichtigungen*, p. 163) sind also in diesem Sinne zu berichtigen. — p. XXXIX widerlegt NALLINO die oft wiederholte irrtümliche Behauptung, EDM. HALLEY habe aus den Beobachtungen EL-BATTÂNÎS die säkulare Beschleunigung der Mondbewegung hergeleitet; eine solche habe erst 1749 R. DUNTHORNE durch Vergleichung der damaligen Mondbewegung mit den Angaben EL-BATTÂNÎS vermutet. — Weiter kommt dann NALLINO noch auf unrichtige Auffassungen über EL-BATTÂNÎS Leistungen bei LALANDE, BAILLY, MONTUCLA und DELAMBRE zu sprechen, besonders der letztere hat bekanntlich aus EL-BATTÂNÎS trigonometrischen Formeln mehr herausgelesen als darin steht, wir kommen hierauf später noch zurück. — p. XLI kommt NALLINO auf die Quellen zu sprechen, auf die sich EL-BATTÂNÎ in seinem Werke stützt, rühmt seine große Bescheidenheit und seine Ehrfurcht vor seinem großen Vorbilde PTOLEMÄUS, dessen Fehler er stillschweigend, oder ihren Urheber sogar entschuldigend (vergl. p. 127—128 der Übersetzung) verbessert. Er erwähnt dann, wie EL-BATTÂNÎ geflissentlich technische Ausdrücke indischen und persischen Ursprungs vermeide; so kommt bei ihm weder *auǵ* (= *Apogeum*), noch *ǵaib* (= *sinus*), noch *buht* (= ungleiche tägliche Bewegung der Planeten) vor, die sich bei andern arabischen Astronomen finden. Dann vergleicht NALLINO das Werk EL-BATTÂNÎs mit dem *Almagest*, die Fehler und die Vorzüge des einen und andern hervorhebend, spricht von der oft schwer verständlichen Ausdrucksweise des Verfassers, die auch an dem scharfen Urteile schuld ist, das REGIOMONTAN und DELAMBRE, besonders das 26. Kapitel betreffend, abgegeben haben. — Es mag auch von Interesse sein zu erfahren, welcher Instrumente sich EL-BATTÂNÎ bei seinen Beobachtungen bedient hatte; er erwähnt an verschiedenen Stellen das *Astrolabium*, das Sehrohr (*umbûb* = *tubus*), das hier zum ersteumal bei den Arabern erwähnt wird, den *Gnomon*, den Himmelsglobus mit fünf Ringen, das *Triquetrum* oder die parallaktischen Lineale, den Mauerquadranten und die Sonnenuhren. Was den *tubus* WALAFRIED STRABOS anbelangt, den NALLINO ebenfalls zitiert (p. 272), so muß hier bemerkt werden, daß sich diese Notiz auf eine Arbeit P. MARTYS im Einsiedler Schulprogramm von 1856/57 stützt, betitelt: „Wie man vor 1000 Jahren lehrte und lernte"; nun stammt aber nach einer brieflichen Mitteilung MARTYS an den Verfasser dieser Besprechung (vergl. Zeitschr. f. Mathem. 29, 1884; hist.-litterar. Abteil. p. 178 f.) diese Arbeit nicht aus einem wirklich vorhandenen Tagebuche STRABOS, sondern ist größtenteils ein Produkt der Phantasie MARTYS, das immerhin in gewissen Punkten einer historischen Grundlage nicht entbehrt, denn in der Tat existiert im Codex 18 der St. Galler Stiftsbibliothek (aus dem 10. Jahrh.) p. 43 ein Bild eines Mönchs, der auf einem Schemel stehend durch ein langes Fernrohr nach dem Himmel blickt (in Holzschnitt reproduziert in den Mitteilungen der antiquarischen Gesellschaft zu Zürich 19, 1877).

Die Trigonometrie AL-BATTÂNÎs. Wir fassen unter diesem Titel alles zusammen, was wir in der Vorrede, der Übersetzung und den Anmerkungen für diese Besprechung der Erwähnung wert gefunden haben.

p. XLVI—XLVIII anerkennt NALLINO, daß erst in v. BRAUNMÜHLS *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie* die Fehler, die DELAMBRE und andere hierin begangen haben, erkannt und verbessert worden seien. Wir unterlassen es also, hier das zu wiederholen, was in dem genannten Werke sich hierüber befindet, und geben nur noch einige Zusätze, die v. BRAUNMÜHL bei Unkenntnis des arabischen Textes entgehen mußten.

Den *Sinussatz* für das ebene Dreieck spricht allerdings EL-BATTÂNÎ noch nicht als allgemein gültigen Satz aus; es findet sich aber doch eine Formel, in der er enthalten ist: p. 85 (Kap. XL) gibt EL-BATTÂNÎ zwei Lösungen der Aufgabe, die Entfernung des Mondes von der Erde zu berechnen, die aber durch eine Lücke im Text bei PLATO von Tivoli zu einer unverständlichen zusammengeflossen sind; diese Lücke haben nun NALLINO und SCHIAPARELLI in sehr geschickter und der Wahrheit ohne Zweifel entsprechenden Weise ergänzt, die erste Lösung lautet nun: „Multipliziere den Radius (der Erde) mit dem Sinus der scheinbaren Zenitdistanz (des Mondes), und teile das Produkt durch den

Sinus der Mondparallaxe, was sich ergibt, ist die Distanz des Mondes von der Erde", also

$$d = \frac{r \cdot \sin z}{\sin p}.$$

Nallino hält es für wahrscheinlich, daß el-Battânî diese Formel aus zwei rechtwinkligen Dreiecken erhalten hat, und gibt p. 265 eine dementsprechende Ableitung. Hierzu ist nun zu bemerken, daß Nallino in den *Addenda* (p. LXXIII) uns eine für die Geschichte der Mathematik bei den Arabern höchst wichtige Notiz bringt, die zuerst Nallino selbst (vergl. p. 181) und leider auch mir entgangen ist, daß nämlich der Sinussatz für das ebene Dreieck schon von el-Bîrûnî (gest. 1048) und nicht erst von Naṣîr ed-dîn ausgesprochen worden ist: in seiner *Chronologie der alten Völker* (Arab. Text von E. Sachau, p. 184, englische Übersetzung von demselben, London 1879, p. 166) heißt es in ungezwungener Übersetzung aus dem Arabischen: „Es ist aber denjenigen, welche die Geometrie studiert haben, schon bekannt, daß das Verhältnis einer Seite zu einer andern Seite in einem Dreieck gleich ist dem Verhältnis des Sinus des der einen Seite gegenüberliegenden Winkels zum Sinus des der andern Seite gegenüberliegenden Winkels." El-Bîrûnî stellt also diesen Satz als einen den Geometern schon bekannten hin; wäre es da nicht möglich, daß ihn auch el-Battânî schon gekannt hätte? Diese Stelle el-Bîrûnîs, auf die also Nallino zum erstenmal aufmerksam gemacht hat, ist geeignet, uns zu der Annahme zu verleiten, daß alles was in dem trigonometrischen Lehrgebäude *(šakl el-qaṭṭâ')* des Naṣîr ed-dîn uns geboten wird, schon vor ihm den arabischen Mathematikern bekannt gewesen sein möchte.

Wir finden auch bei el-Battânî (p. XLVII, p. 78—79, Kap. 39) eine astronomische Aufgabe, in welcher der Fall vorkommt, in einem ebenen Dreieck, von welchem zwei Seiten und ein Gegenwinkel gegeben sind, die dritte Seite direkt zu berechnen, er tut dies nach der Formel

$$a = \frac{b \cos C}{r} + \sqrt{c^2 - \frac{b^2 \sin^2 C}{r^2}},$$

welche Nallino für aus der Figur des *Almagestes* (V, 13) abgeleitet hält und auch selbst wieder ableitet (p. 255—256). —

Wie im *Almagest*, so findet man auch bei el-Battânî die vier ersten Fundamentalformeln für das rechtwinklige sphärische Dreieck, aber die Tangente stets durch sin : cos ersetzt, da er wohl die beiden Funktionen tg und cot kannte, für dieselben aber nur Tafeln für die Gnomonlänge 12^p (statt 60^p, wie der Radius bei den Sinustafeln angenommen ist) zur Bestimmung der Sonnenhöhe dienend, berechnet hatte. Bekanntlich hat dann Ḥabaš, el-Battânîs Zeitgenosse, Tangenten- und Cotangententafeln für den Radius $= 60^p$ berechnet. — Daß el-Battânî auch den sphärischen Sinussatz für das rechtwinklige Dreieck gekannt habe, hält Nallino, aus verschiedenen Formeln zu schließen, für ziemlich sicher (sehr wahrscheinlich hat ihn Ṯâbit b. Qorra schon gekannt); wir haben nur seine Verweisung auf Formel α) (p. 183) zu beanstanden:

$$\text{sin differ. horizon.} = \frac{\sin h . \sin \varphi}{\cos \varphi}$$

kann nicht durch Anwendung des sphärischen Sinussatzes auf ein rechtwinkliges Dreieck entstanden sein; ebenso handelt es sich p. 194, worauf Nallino ebenfalls verweist, um den Sinussatz für das schiefwinklige Dreieck und nicht um denjenigen für das rechtwinklige.

Die meisten Formeln aber leitet EL-BATTÂNI nach der Projektionsmethode ab, d. h. aus Orthogonalprojektionen der Himmelskugel auf den Horizont und auf den Meridian. Besonders wichtig sind die Formeln, die er auf diese Weise zur Bestimmung eines Stückes eines sphärischen Dreieckes findet, von dem zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gegeben sind; vor allem hervorzuheben ist hier die Formel des 26. Kapitels (p. 37—40 und 200—204), durch welche EL-BATTÂNI die Bogendistanz zweier Sterne darstellt, und welche, wenn man den Radius $= 1$ setzt und die modernen Bezeichnungen einführt, in unsere heutige Formel übergeht:

$$\cos \text{dist.} = \sin \beta \sin \beta' + \cos \beta \cdot \cos \beta' \cdot \cos (L - L')$$

wo β und β' die Breiten und L und L' die Längen der beiden Sterne sind. Die Lösung ist von derjenigen des GEORG AMIRUCIUS (vergl. S. GÜNTHER, *Studien zur Gesch. der math. und phys. Geographie*, 1877, p. 307; v. BRAUNMÜHL, *Vorlesungen über Gesch. d. Trigonometrie*, I, p. 134; und CANTOR, *Vorlesungen*, II², p. 416—417) nicht wesentlich verschieden; statt wie AMIRUCIUS (vergl. die Figur a. a. O.) die Sehne cd nach der Formel $cd = \sqrt{bd^2 - bf^2 + fc^2}$ berechnet, verwandelt EL-BATTÂNI diese in $\sqrt{(fc + bf)(fc - bf) + bd^2}$ oder $\sqrt{bc \cdot de + bd^2}$, also in eine für die Berechnung einfachere Formel; die Sehnen bc, de und bd berechnet EL-BATTÂNI auf trigonometrische Weise, so ist z. B. $bc = 2 \sin \left(\frac{L - L'}{2}\right) \frac{\cos \beta}{r}$ usw., während AMIRUCIUS nur Sehnentafeln anwendet. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß AMIRUCIUS seine Lösung derjenigen EL-BATTÂNIs entnommen hat. Dieselbe Aufgabe wird von EL-ḤASAN B. 'ALI aus Marokko (vergl. SÉDILLOT, *Traité des instrum. astron. des Arabes*, Paris 1834, T. I, p. 321—322) und in den *Prolegomena* zu den Tafeln ULÛĠ BEGS (Übersetzung v. SÉDILLOT, Paris, 1853, p. 116—119) mit Hilfe rechtwinkliger sphärischer Dreiecke gelöst. Alle diese Lösungen beweisen zur Genüge, daß den arabischen Astronomen, wie schon v. BRAUNMÜHL (*Vorlesungen über Gesch. d. Trigonometrie* I, p. 53) richtig bemerkt hat (entgegen DELAMBRE, dem die neuern bis auf v. BRAUNMÜHL gefolgt sind), der sphärische Cosinussatz nicht bekannt war.

Wir müssen hier noch auf einen für die Geschichte der Trigonometrie nicht unwichtigen Punkt eintreten. Wir haben oben gesehen, daß EL-BATTÂNI es vermeidet, Tangenten und Cotangenten in seine Formeln einzuführen; in auffallendster Weise zeigt sich dies bei der Formel, die EL-BATTÂNI im 5. Kapitel für die Rektaszension der Sonne oder irgend eines Punktes der Ekliptik mit der Deklination δ gibt:

$$\sin x = r \cdot \frac{\sin \delta \, . \, \cos \varepsilon}{\cos \delta \, . \, \sin \varepsilon}$$

wo ε die Schiefe der Ekliptik bezeichnet. Nun teilt uns NALLINO p. 163 mit, daß ḤABAŠ, der nach ihm ein Zeitgenosse von EL-BATTÂNI gewesen sein soll, diese Formel in folgender Weise gibt:

$$\sin x = r \cdot \text{tg}\, \delta \cdot \cot \varepsilon.$$

Also in einem Werke, das, wie NALLINO selbst zugibt, nur wenig später (höchstens 10 Jahre) als die Astronomie EL-BATTÂNIs veröffentlicht wurde, treten die genannten Funktionen, die letzterer geflissentlich vermeidet, in den astronomischen Formeln auf. Diese Erscheinung läßt sich nur auf zwei Arten erklären: entweder

6*

wurden sofort nach dem Erscheinen der Astronomie des BATTÂNI Tangenten- und Cotangententafeln für den Radius = 60ᵖ hergestellt, oder die Tafeln, die das Berliner Manuskript 5750 dem ḤABAŠ zuschreibt, sind nicht von diesem, sondern von einem spätern Astronomen. Nun teilt mir NALLINO, dem ich meine Zweifel hierüber geäussert hatte, in einem Briefe so gewichtige Gründe für die Echtheit der Berliner Tafeln des ḤABAŠ mit, daß ich gezwungen bin, die erste der beiden Annahmen als die richtige anzuerkennen. ḤABAŠ, in dessen noch vorhandenen „erprobten" oder „arabischen" Tafeln wir zum erstenmal Tangenten und Cotangenten für den Radius = 60ᵖ angewendet finden, wird also erst nach 925 gestorben sein; in diesem Sinne sind also meine Angaben (in meinem Buche p. 12—13) zu ändern; ebenso soll es in Anmerkung 5ᵇ (ibid. p. 208) heißen, das Berliner Ms. enthalte die „erprobten" Tafeln des ḤABAŠ.

p. XLIX—LX spricht NALLINO über die Übersetzungen des vorliegenden Werkes, erwähnt die verlorene des ROBERTUS RETINENSIS, die noch vorhandene des PLATO von Tivoli, und eine spanische, von der noch ein Exemplar in Paris (Biblioth. arsenalis Nr. 8322) existiert. — p. L, Note 3) wird ein Fehler WÜSTENFELDS rektifiziert, der auch in unser Buch (p. 46) übergegangen ist, daß ROBERTUS RETINENSIS nur die Tafeln EL-BATTÂNIS und zwar nach einem Auszuge, den MASLAMA EL-MAĠRIṬÎ aus denselben gemacht hatte, übersetzt habe; wie viel er vom Werke EL-BATTÂNIS übersetzt hat, ist nicht bekannt, und MASLAMA hat nur die Tafeln der Gleichungen der Sonne, des Mondes und der fünf Planeten aus dem Werke EL-BATTÂNIS ausgezogen. Der Fehler mag daher kommen, daß ROBERTUS die Tafeln EL-BATTÂNIS für alle mittleren Bewegungen dem Meridian von London angepaßt und herausgegeben hat. — p. LVII stellt NALLINO die Behauptung STEINSCHNEIDERS richtig, der Kommentar des AḤMED B. JÛSUF B. EL-DÂJE zum *Centiloquium* des PTOLEMÄUS sei nicht von JOH. HISPALENSIS, sondern von PLATO von Tivoli ins Lateinische übersetzt worden, weil der erstere in seinen Zeitangaben sich nie der arabischen Zeitrechnung bedient habe; nun weist aber NALLINO nach, daß in der Übersetzung des ALFRAGANUS, die unbestritten von JOH. HISPALENSIS stammt, in verschiedenen Codices das Datum der Vollendung in arabischer Zeitrechnung angegeben ist; die Übersetzung des Kommentars zum *Centiloquium* ist also, wie es bis auf STEINSCHNEIDER immer geschehen ist, dem JOH. HISPALENSIS zuzuschreiben.

Auf die Beschreibung des Codex des Escorial, die NALLINO p. LX—LXII gibt, trete ich hier nicht ein.

p. LXVI. NALLINO hält den Namen ABÛ MUḤ. ʿABDELĠABBÂR B. ʿABDELĠABBÂR EL-CHARAQÎ, den wir in unserm Buche (p. 116, Art. 276), als den unrichtigen betrachtet haben, für den richtigen dieses Autors, und nicht ABÛ BEKR MUḤ. B. AḤMED B. ABÎ BIŠR EL-CHARAQÎ, was wahrscheinlich aus der Verwechslung unseres Autors mit dem berühmten Juristen letztern Namens (gest. 1138/39) entstanden sein wird.

p. LXXVI weist NALLINO nach, daß das dem ṮÂBIT b. QORRA zugeschriebene Werk *De quantitatibus stellarum* etc., das in verschiedenen Exemplaren noch vorhanden ist, sehr wahrscheinlich unecht sei.

p. LXXVIII und p. 301 erwähnt NALLINO das von EL-BIRÛNI in seiner *Chronologie* (Übersetzung von E. SACHAU, p. 322) zitierte, von den Arabern dem PTOLEMÄUS zugeschriebene Werk *Introductio ad artem sphaericam*; er vergißt hinzuzufügen, daß nachgewiesen ist, daß dieses Werk die in einer spätern Umarbeitung noch griechisch vorhandene *Isagoge* des GEMINUS ist (vergl. die

Ausgabe derselben durch C. MANITIUS, Leipzig, 1898); die von EL-BIRÛNÎ zitierte Stelle findet sich leider infolge einer Lücke nicht im griechischen Text, dagegen im lateinischen der Codices von Dresden und Florenz (Laurent. 168), aus denen MANITIUS die erwähnte Lücke ergänzt hat (l. c. p. 286).

Es folgt nun p. 1—150 die lateinische Übersetzung des Textes des BATTÂNÎ (ohne die Tafeln); auf eine Vergleichung dieser Übersetzung mit dem arabischen Texte trete ich, wie ich schon im Anfange bemerkt habe, hier nicht ein, ich hebe nur das große Verdienst NALLINOS hervor, den wahren Wortlaut und Sinn mancher verdorbener Stellen des Textes richtig erkannt, und uns so eine tadellose, die PLATONische hoch überragende Übersetzung dieses wichtigen Buches gegeben zu haben.

Zu p. 10—11, wo über die ganzen Sehnen und Sinusse, die also EL-BATTÂNÎ *chordae integrae*, bezw. *chordae* nennt, gehandelt wird, gibt NALLINO p. 154—156 Erläuterungen, die sich besonders auf die Geschichte der Wörter *jyâ* (oder *jîvâ*) = *ǵaib* = *sinus* beziehen; wir heben hieraus eine bis jetzt noch nicht gegebene Richtigstellung einer Übersetzung ATHELARDS heraus; dieser gab in den Tafeln des CHOWÂREZMI *ǵaib ma'kûs* durch *ǵaib*[1]) *diminutus* wieder, es soll aber heißen *ǵaib versus* = *sinus versus*; auch *ǵaib planus* für *ǵaib mustawi* ist keine gute Wiedergabe, besser wäre *ǵaib rectus*; es scheint, als ob ATHELARD diese Ausdrücke nicht verstanden habe. — Zu p. 11 bemerkt NALLINO in Note c) p. 156, daß das Berliner Ms. 5752 die Sinustafeln des IBN JÛNIS von Minute zu Minute berechnet enthalte.

p. 12—13 (Kap. IV) handelt von der Schiefe der Ekliptik; hierzu macht NALLINO p. 157—162 interessante Zusätze, aus denen wir entnehmen, daß den arabischen Astronomen nach EL-BATTÂNÎ, wie z. B. 'ABDERRAḤMÂN EL-CHÂZINÎ und NAṢÎR ED-DÎN EL-ṬÛSÎ die Abnahme der Schiefe der Ekliptik wohl bekannt war; der letztere knüpft eine Reihe von Folgerungen an diese Tatsache an.

Zu p. 23 (Kap. XI) macht NALLINO p. 185 in Note 1) die Bemerkung, die Ansicht v. BRAUNMÜHLS (*Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie* I, 52 Note 1), daß REGIOMONTAN die Beweise des ALBATEGNIUS, die in der Druckausgabe nicht angeführt sind, doch kannte, sei nicht richtig; für REGIOMONTAN war es keine große Schwierigkeit, die Beweise selbständig zu finden.

p. 36—37 (Kap. XXV). Daß die Formeln dieses Kapitels sämtlich falsch sind, zeigen NALLINO und SCHIAPARELLI p. 197—199; sehr wahrscheinlich liegt hier eine spätere Einschiebung in den Text vor.

p. 40—42 (Kap. XXVII) spricht EL-BATTÂNÎ über die Länge des Jahres und erwähnt, daß die Ägypter und Babylonier die Jahreslänge zu $365^d\ 6^h\ 12^m$ angenommen hätten; NALLINO weist in den Anmerkungen hierzu (p. 204—209) nach, daß wenigstens die Babylonier (Chaldäer) der spätern Zeit (c. 100 v. Chr.) das siderische Jahr gekannt haben, und daß es wahrscheinlich von ihnen auf die Inder und Perser übergegangen sei; er führt aber auch die neuesten Arbeiten von F. X. KUGLER an (*Die babylonische Mondrechnung* etc., Freiburg i. Br. 1900, p. 91), aus denen hervorgeht, daß die Babylonier schon im 3. und 4. Jahrh. v. Chr. die Länge des siderischen Jahres zu $365^d\ 6^h\ 13^m\ 43^s$ angegeben haben. — p. 42 gibt EL-BATTÂNÎ den Zeitpunkt seiner Beobachtung eines Herbstäquinoctiums in Raqqa an; nach den Tafeln R. SCHRAMS (*Hilfstafeln für Chronologie*, in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften

1) ATHELARD übersetzte das Wort *ǵaib* nicht.

zu Wien (mathematische Klasse) 45, 1882) fand dasselbe im Jahre 882, am 18. September, 11^h 49^m statt (Greenw. Zeit). NALLINO weist nach, daß die Angabe EL-BATTÂNIS mit derjenigen SCHRAMS bis auf 1^h 10^m stimmt: gewiß ein ausgezeichnetes Resultat, wenn man die astronomischen Hilfsmittel jener Zeit in Berücksichtigung zieht! Und nicht ausgeschlossen ist, daß auch in den Berechnungen SCHRAMS ein Fehler liegen könnte.

p. 44 (Kap. XXVIII) wird über die eigene Bewegung des Apogeums gesprochen, die EL-BATTÂNÎ, wie schon DELAMBRE richtig bemerkt hat, infolge der schwierigen Beobachtung der Länge des Apogeums nicht erkannt hat; hierzu zitiert NALLINO p. 217 eine Stelle ABŪ'L-ḤASANS von Marokko (SÉDILLOT, *Traité des instrum. astron. des Arabes* I, p. 132), die bis jetzt unberücksichtigt geblieben ist, nach welcher EL-ZARQÂLÎ eine Vorwärtsbewegung (im Sinne der Zeichen) des *Apogeums* von 1° in 299 Jahren gefunden habe, was mit der heutigen Beobachtung von 11,46″ per Jahr sehr schön übereinstimmt; allerdings nahm EL-ZARQÂLÎ diese Bewegung wie die Präzession periodisch vorwärts und rückwärts gehend an.

p. 49 (Kap. XXIX). Aus den letzten Sätzen dieses Kapitels schließt SCHIAPARELLI (p. 223, Note d), daß EL-BATTÂNÎ zwei wichtige Facta schon erkannt habe, nämlich daß erstens die Zeitgleichung sich langsam mit der säkularen Bewegung des Apogeums ändere, und daß zweitens die Ansicht des PTOLEMÄUS von der Unveränderlichkeit des Abstandes des Sonnenapogeums vom Frühlingspunkte falsch sei.

p. 56—63 (Kap. XXX) werden von EL-BATTÂNÎ zwei Sonnen- und zwei Mondfinsternisse besprochen; p. 226—237 zeigt SCHIAPARELLI, daß die Angaben EL-BATTÂNIS mit den Berechnungen von OPPOLZER, GINZEL und SCHRAM recht schön stimmen. — p. 236 bemerkt NALLINO, daß EL-BATTÂNÎ im Gegensatz zu PTOLEMÄUS die Variabilität des scheinbaren Sonnendurchmessers erkannt habe, er gibt als Minimum 31′ 20″, als Maximum 33′ 40″ an.

p. 77 (Kap. XXXIX) wird von den *Parallaxen* gehandelt; bekanntlich hatte PTOLEMÄUS die Parallaxen aller fünf Planeten als unmerklich erklärt; diesem widersprechen EL-FARGÂNÎ und EL-BATTÂNÎ wenigstens in Bezug auf Merkur und Venus; hierzu führt NALLINO (p. 252) eine Stelle ǦÂBIR B. AFLAḤS an (lib. VII, p. 103), worin dieser mit Recht PTOLEMÄUS angreift, weil er der Sonne eine Parallaxe von 2′ 51″ zuschreibe, den näher an der Erde sich befindenden Planeten Merkur und Venus aber keine.

p. 85—92 (Kap. XLI) kommt EL-BATTÂNÎ auf die schwierige Aufgabe, die Zeit der ersten Sichtbarkeit der Mondsichel nach dem Neumonde zu berechnen; SCHIAPARELLI gibt zu diesem nicht leicht zu verstehenden Kapitel einen interessanten Kommentar (p. 266—268), an dessen Schlusse er bemerkt: „Tota haec theoria ingeniosissime et elegantissime condita est . . . . Tamen hodie etiam difficillimum est melius facere".

p. 99—100 (Kap. XLIII) wird die Fläche der verdunkelten Mondscheibe bei einer Mondfinsternis berechnet; SCHIAPARELLI gibt p. 276 eine sehr schöne Ableitung der Regeln EL-BATTÂNIS und nennt dessen Lösung mit Recht „vere elegantissima".

p. 115 (Kap. XLVII). Das in der lateinischen Übersetzung des PLATO an zwei Stellen vorkommende, bis jetzt unverständliche Wort *effregion* lautet im arabischen Text nicht an beiden Stellen gleich, sondern an der ersten Stelle *afigijûn* (= ἀπόγειον), an der zweiten *ferigijûn* (= περίγειον); sie sind von el-Battânî aus dem ins Arabische übersetzten *Almagest* hinübergenommen.

p. 120—124 (Kap. L) handelt über die Entfernungen der Planeten von der Erde; Nallino gibt hierzu eine Reihe von Stellen arabischer und griechischer Autoren wieder (p. 286—289), aus denen wir nur eine hervorheben: el-Bîrûnî erwähnt in seiner *Indischen Chronik* (Edit. Sachau, Text II, p. 234—236, Übersetzung II, p. 68—69) ein Buch des Ptolemäus, betitelt *el-manšûrât* (= *res vulgatae*); Nallino vermutet, daß dies die *Hypotyposes* des Proklus seien; hierzu ist nur zu bemerken, daß dieses Werk des Proklus in der arabischen Literatur nirgends genannt wird, und daß in demselben Ptolemäus mehrmals zitiert wird, was die arabischen Autoren, und besonders einen Bîrûnî auf den Gedanken hätte bringen sollen, daß dasselbe nicht von Ptolemäus herstamme; immerhin ist die Möglichkeit von Nallinos Hypothese nicht ausgeschlossen.

p. 123 finden sich Angaben über die scheinbaren Durchmesser von Sonne, Mond und der Planeten, die von den übrigen im Werke vorkommenden sich hierauf beziehenden Zahlen sehr abweichen; p. 290—292 zeigen Schiaparelli und Nallino überzeugend, daß diese Stelle von einem Westaraber interpoliert worden ist.

p. 126 (Kap. LII) spricht el-Battânî über die Theorie der Trepidation der Fixsterne und verwirft sie; p. 298—304 gibt Nallino eine Reihe von Stellen aus griechischen und arabischen Astronomen wieder, um die Geschichte dieser Theorie zu beleuchten; die arabischen Astronomen schöpften sie teils aus griechischen, teils aus indischen Quellen; Abraham bar Chijjâ berichtet, daß die Weisen Indiens, des oströmischen Reiches und der Chaldäer diese Vorstellung von der Hin- und Herbewegung der Fixsterne gehabt hätten; el-Betroǵî (Alpetragius) und Abraham Zachut führen als Gewährsmann den mythischen Astrologen Hermes an. Die ostarabischen Astronomen ließen diese Theorie bald nach 1000 fallen, bei den Westarabern und im christlichen Abendland hielt sie sich viel länger.

p. 128 (Kap. LIII) wird von der sogenannten *revolutio annorum* gehandelt. Dieser so oft vorkommende astrologische Ausdruck, den ich in meinem Buche mit „Umlauf der Jahre" übersetzt habe, wäre nach Nallino (p. 304) besser durch *conversio* (= Umwandlung) *annorum* wiederzugeben; er gibt dazu folgendes Beispiel: „Jemand ist am 26. Ailûl 1100 (der Seleucid. Ära) um $17^h\ 45^m$ geboren, da die Sonne im Grade x der Ekliptik stand, es wird der Zeitmoment gesucht, in welchem im Jahre 1126, da der Betreffende 26 Jahre zurückgelegt hat, die Sonne zum selben Punkte zurückkehrt". Diese Berechnung wird also *conversio annorum nativitatum* = Umwandlung der Geburtsjahre genannt; für Ereignisse der Völker, Städte, etc. heißt die analoge Berechnung „Umwandlung der Jahre der Welt".

p. 139—141 (Kap. LVII) gibt el-Battânî eine interessante Beschreibung einer Armillarsphäre, zu der Schiaparelli eine entsprechende Zeichnung in vorzüglicher Weise entworfen hat. p. 143—144 werden die parallaktischen Lineale beschrieben.

Es folgen nach dem LVII. Kapitel acht Anhänge, welche Nallino, den vierten und sechsten ausgenommen, als echt betrachtet, obgleich sie in der Übersetzung des Plato fehlen; da sie sich meistens auf die Tafeln beziehen, hat sie wohl Plato wie diese selbst weggelassen.

p. 310, Note 3: In meinem Buche (*Die Mathematiker und Astronomen der Araber*, p. 14, Z. 21 v. o.) ist nach NALLINO statt „*Almagest*übersetzung", die RABBAN EL-ṬABARÎ gemacht haben soll, zu lesen „Übersetzung des *Quadripartitum*"; dementsprechend sind auch Z. 26 v. o. die Worte in der Klammer „sollte heißen: ISḤÂQ B. ḤONEIN" zu streichen, denn ḤONEIN hat in der Tat das *Quadripartitum* übersetzt.

p. 318 bespricht NALLINO EL-BATTÂNÎs Berechnung des Azimutes der Qibla; es ist richtig, daß EL-BATTÂNÎs Formel (p. 137) nur eine angenäherte ist, sie entspricht eben der einfachen Konstruktion, die er auf der Sonnenuhr (l. c.) gibt. In der Herleitung der genauen Formel für das Azimut der Qibla, die NALLINO hierauf folgen läßt, begeht er aber zwei Fehler, indem er erstens das Dreieck ABC als bei C rechtwinklig voraussetzt, während ja die Ost-Westlinie auf dem Meridian des Beobachtungsortes und nicht auf demjenigen von Mekka senkrecht steht, und zweitens $\cos A = R \cdot \frac{\sin AC}{\sin AB}$ statt $= R \cdot \frac{\operatorname{tg} AC}{\operatorname{tg} AB}$ setzt; so kommt er auf die Formel: $\cos \text{az} \cdot = R \cdot \frac{\sin (L-L') \cos \varphi'}{\sin \text{dist.}}$ statt auf die richtige: $\cos \text{az} \cdot = R \cdot \frac{\sin (L-L') \cos \varphi}{\sin \text{dist.}}$.

Zum Schlusse dürfen wir einen wesentlichen Vorzug dieses ausgezeichneten Werkes nicht unerwähnt lassen: es ist dies die Korrektheit der Wiedergabe fremdsprachlicher Zitate; ein Vorrecht, das bekanntlich seit langer Zeit die deutschen Gelehrten für sich in Anspruch genommen haben, ist, wie gewiß alle unparteiischen Leser zugestehen werden, mit dieser Leistung glänzend durchbrochen worden; das haben wir nur den großen Sprachkenntnissen NALLINOs und seinem gewissenhaften und sorgfältigen Arbeiten zu verdanken.

Möchten andere arabische Astronomen und Mathematiker bald eine Ausgabe erhalten, wie sie hier EL-BATTÂNÎ zu teil geworden ist.

Kilchberg, b. Zürich. HEINRICH SUTER.

Rezensionen.

Al-Battānī sive Albatenii opus astronomicum. Ad fidem codicis escurialensis arabice editum, latine versum, adnotationibus instructum a **Carolo Alphonso Nallino.** Pars II. Versio tabularum omnium cum animadversionibus, glossario, indicibus. Mediolani 1907. XXXI + 413 S. 4°. (Pubblicazioni del. R. Osservatorio di Brera in Milano, No. XL. P. II.)

Dieser zweite Teil des nun vollständig vorliegenden Werkes enthält sämtliche Tafeln, die in den Ausgaben von 1537 und 1645 fehlen, mit ausführlichem, für die Geschichte der Astronomie wiederum sehr wichtigem Kommentar, ein arabisches Glossar, einen „Index geographicus“ und einen „Index historicus et rerum“.

Die lange Pause zwischen dem Erscheinen des ersten und zweiten Teiles dieses Werkes kann man wohl begreifen, wenn man die Größe und die Schwierigkeit der Arbeit zu schätzen vermag, die besonders durch die Nachprüfung der Tafeln, die wegen der großen Menge der Zahlenfehler notwendig war, dem Herausgeber aufgebürdet wurde. Diese Fehler wurden sehr vermehrt durch den Umstand, daß die Zahlen des arabischen Textes nicht durch die arabischen Ziffern, sondern nach der älteren Weise durch die Buchstaben des Alphabetes bezeichnet wurden, die durch das Fehlen oder Verwechseln von diakritischen Punkten oft ganz unrichtig gelesen werden konnten. Auch durch Übertragung der ursprünglich orientalischen Zahlbezeichnung durch Buchstaben in die etwas abweichende okzidentalische (maghrebinische) sind viele Fehler entstanden. Um diese Fehler zu verbessern, mußten in erster Linie die ptolemäischen Tafeln zu Hilfe gezogen werden; da aber bei diesen verschiedene Größen, wie z. B. die Schiefe der Ekliptik, anders angenommen waren als bei Al-Battānī, so mußten, um allfällige Fehler des letzteren verbessern zu können, sämtliche Angaben nach den Formeln der sphärischen Astronomie neu berechnet werden. Ferner fehlen bei Ptolemäus in verschiedenen Tafeln die Sekunden, die Al-Battānī öfters berücksichtigt hat, oder Ptolemäus hatte die Angaben bloß von 3° zu 3° oder 6° zu 6° oder 10° zu 10° berechnet, während Al-Battānī sie von Grad zu Grad machte, da mußte also eine große Zahl von Interpolationen gemacht werden. In dieser mühsamen Verbesserungsarbeit wurde Nallino von seinem Mitarbeiter, dem gelehrten Astronomen G. Schiaparelli in Mailand, aufs kräftigste unterstützt.

Bei dieser Gelegenheit wollen wir darauf aufmerksam machen, daß Al-Battānī sich keineswegs, wie dies schon behauptet worden ist, als bloßen sklavischen Nachschreiber des Ptolemäus erweist, sondern daß er in verschiedenen

6*

Punkten als Korrektor desselben erscheint. Abgesehen davon, daß er, wie wir oben gesehen haben, gewisse Tafeln für kleinere Intervalle als PTOLEMÄUS berechnet und oft auch noch Sekunden hinzufügt, richtet er wieder andere Tafeln praktischer ein, wie z. B. die Planetentafeln (S. 108—137), wo er zwei für sich einzeln unnütze Kolonnen des PTOLEMÄUS zu einer einzigen brauchbaren zusammenzieht; oder er gibt den Tafeln oder Kolonnen verständlichere, ihrem Inhalte entsprechendere Titel (s. S. 238). Auch eigene Tafeln, die im *Almagest* keine Analoga haben, stellt AL-BATTĀNĪ auf, so (S. 59) für die Längen der Tage unter den verschiedenen Polhöhen von 0^0— 60^0 von $30'$ zu $30'$; es ist für jede dieser Polhöhen der Überschuß der halben Tageslänge des längsten Tages über 12^h hinaus in Graden ($15^0 = 1^h$) gegeben; ferner Tafeln der Zeitgleichung (S. 61—64), Tafeln der ungleichen Bewegungen der Sonne und des Mondes zur Zeit der Konjunktionen und Oppositionen (S. 88) und andere.

Gehen wir nun zur Besprechung einzelner Partien des Buches über.

Im Verzeichnis der von NALLINO benutzten orientalischen Quellen erwähnt er (S. XIII—XIV) auch das Buch „Tāǵ el-azyāǵ wa ghunyat al-muḥtāǵ" von ABŪ 'ABDALLĀH MUḤ. B. ABĪ'SH-SHUKR AL-MAGHRABĪ (ich folge in der Wiedergabe arabischer Wörter der NALLINOschen Transkription). Ich sprach in meinem Buche *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke* (S. 156) die Vermutung aus, daß der Autor der bedeutende westarabische Mathematiker YAḤYĀ B. MUḤ. B. ABĪ'SH-SHUKR AL-MAGHRABĪ sei, indem durch die Schuld der Abschreiber das „Yaḥyā" ausgefallen sein möchte. NALLINO kommt, auf Stellen des geographischen Teiles des Buches gestützt, zu der Ansicht, daß dasselbe doch eher dem Vater des YAḤYĀ zuzuschreiben sei; oder dann müßte, wenn meine Ansicht richtig wäre, YAḤYĀ dasselbe vor seiner Reise nach dem Osten geschrieben haben.

In den „Addenda et Emendanda" (S. XVI—XXXI) gibt NALLINO einige wertvolle Zusätze und Verbesserungen zu den drei Teilen, woraus wir folgendes erwähnen: S. XVI teilt NALLINO nach FR. BOLL mit, daß von der lateinischen Übersetzung des Buches des SHĀDHĀN B. BAḤR, betitelt „mudhākarāt" (= colloquia) ein sehr schöner Kodex in München (Clm. 826) und ebenso ein solcher in Brüssel (1464) existiere. Ich muß hier einen Fehler berichtigen, der mir bei der Besprechung des ersten Teiles dieses Werkes (Biblioth. Mathem. 5_3, 1904, S. 79) passiert ist, wo ich dieses Buch dem ABŪ MA'SHAR statt dem SHĀDHĀN B. BAḤR zugeschrieben habe, welche Verwechselung dem Umstande zuzuschreiben ist, daß das Buch astrologische Gespräche zwischen ABŪ MA'SHAR und SHĀDHĀN enthält. — S. XX vernehmen wir, daß von den für die Geschichte der Astrologie wichtigen Werken, die dem mythischen HERMES zugeschrieben werden, auch das im *Fihrist* und anderen arabischen Quellen genannte „(erste) Buch der Breite des Schlüssels (der Geheimnisse) der Gestirne" [nicht, wie ich im *Mathematiker-Verzeichnis* (Abhandl. z. Gesch. d. Mathem. 6, 1892, S. 19) übersetzt habe: Über die Breite, erster Schlüssel der Gestirne] arabisch noch vorhanden ist, und zwar im Besitze von Dr. GRIFFINI in Mailand, der über dessen Inhalt nächstens eine Abhandlung veröffentlichen wird. Am Schlusse dieses Buches wird erwähnt, daß dasselbe im Jahre 125 d. H. (743 n. Chr.) ins Arabische übersetzt worden sei; also jedenfalls eine der ältesten Übersetzungen, die, wenn die Angabe richtig ist, zugleich ein Beweis dafür wäre, daß die astrologischen Werke vor den wissenschaftlichen übersetzt worden sind. — Aus S. XXI—XXII ersehen wir, daß merkwürdigerweise bei griechischen Geometern vom Range eines HERON und PROKLUS die Ansicht bestand, EUKLIDES habe die Teilung eines Kreises in 15 gleiche Teile nur oder hauptsächlich deshalb in sein Werk aufgenommen, weil die Ekliptik vom Äquator um die Fünfzehneckseite abstehe, d. h. mit ihm einen Winkel von 24^0 bilde! PROKLUS sagt auch noch (*Comment. in primum Eucl.* ed. FRIEDLEIN, S. 268—269), daß der 7. Satz des ersten Buches der Elemente nicht etwa bloß deswegen aufgenommen worden sei, weil er für den Beweis des 8. Satzes (3. Kongruenzsatz) notwendig sei, denn diesen könne man auch ohne jenen beweisen, sondern weil er zum Beweise des Satzes unentbehrlich sei, daß drei Finsternisse nicht in gleichen Zeitintervallen aufeinander folgen können. — S. XXV—XXVII weist NALLINO aus Stellen des Buches „De l'ascension de l'esprit sur la forme du ciel et de la terre" von BAR-HEBRÄUS (herausgegeben und übersetzt von F. NAU, Paris, 1899—1900) und aus dem *Introductorium* des ABŪ MA'SHAR nach, daß sehr wahrscheinlich die Araber des 9. Jahrhunderts ein Buch gekannt haben, das sie dem PTOLEMÄUS zuschrieben, das den arabischen Titel „kitāb al-manshūrāt" (das Buch der ausgebreiteten [Dinge]) hatte, und das über die Entfernungen und Größen der Himmelskörper gehandelt hat. Wie wir schon bei Besprechung des ersten Teiles bemerkt haben, vermutet NALLINO, es möchten dies die *Hypotyposes* des PROKLOS (herausgegeben mit den *Hypotheses* des PTOLEMÄUS von HALMA, Paris 1820) sein; wir können jetzt dieser Ansicht besser zustimmen als früher.

Die Tafeln (S. 1—188) *und die Erläuterungen dazu* (S. 191—296).

Unter den 36 verschiedenen Tafeln befinden sich 4 chronologische und geographische, 12 trigonometrische und sphärisch-astronomische, 20 rein astronomische, und zwar beziehen sich von diesen 10 auf Sonne und Mond, 7 auf die Planeten, 3 auf die Fixsterne. Wir können nicht alle besprechen, sondern werden nur einige uns von besonderem Interesse scheinende hervorheben.

Über die geographischen Tafeln (S. 33—54) haben wir bereits bei der Besprechung des dritten Teiles (Biblioth. Mathem. 1_3, 1900, S. 285) kurz berichtet. Könnte Nr. 216 (S. 48) nicht Nasā oder Fasā sein, das irrtümlicherweise in der ersten Silbe mit einem langen a geschrieben worden wäre? Für Fasā (in der Nähe von Shīrāz) würde die Länge ungefähr stimmen.

S. 55 und 56 finden wir die Sinustafeln von 30' zu 30' berechnet bis auf die Sekunden genau für den Radius = 60^p (für r = 1 bis auf 5 Stellen nach dem Komma genau). In 180 Minuten- und Sekundenzahlen fand NALLINO im Kodex nicht weniger als 74 Fehler, die natürlich mit Hilfe unserer Tafeln leicht, aber immerhin mit bedeutender Arbeit zu verbessern waren. — S. 60 befindet sich eine Kotangententafel für den Radius (Gnomon) = 12^p, von Grad zu Grad berechnet.

Von den *astronomischen* Tafeln erwähnen wir zunächst die Tafeln der Bewegungen der fünf Planeten (S. 24—28), und zwar der mittleren Bewegungen (d. h. der gleichförmigen Bewegungen im Äquanten) der drei oberen Planeten, und der Anomalien (d. h. der Bewegungen auf dem Epizykel vom Apogeum an gerechnet) der zwei unteren Planeten, beide für je 30 Jahre, dann per Jahr, per Monat, per Tag und sogar per Stunde berechnet.

In den Tafeln der Parallaxen der Sonne (S. 93—94) gibt AL-BATTĀNĪ merkwürdigerweise die PTOLEMÄischen Werte, obgleich er die Distanz der Erde von der Sonne anders annimmt; er fügt dann hinzu, diesen Werten des

Ptolemäus sei jeweilen der 18. Teil derselben hinzuzufügen. Warum Al-Battānī diese Addition nicht selbst ausgeführt hat, ist nicht einzusehen.

In einigen Tafeln, wie z. B. in denjenigen der Rektaszensionen der Tierkreiszeichen (S. 61—64) zeigt sich eine Abweichung vom gewöhnlichen Wege, die auch auf andere arabische Astronomen übergegangen ist, nämlich die Rektaszension von 0° des Steinbocks statt von 0° des Widders an zu zählen. Dieser Usus läßt sich, wie Nallino (S. XVII) bemerkt, auf Theon von Alexandria zurückführen, dessen Handtafeln den Arabern bekannt gewesen sind.

Für den Herausgeber war wohl die schwierigste Partie des ganzen Buches die Erklärung der Abweichungen der Planeten in der Breite und ihre Berechnungen (die Tafeln der Breite befinden sich S. 140—141, die Erklärungen dazu S. 247—255). Die Ptolemäische Darstellung ist so schwer zu verstehen, daß frühere Geschichtschreiber der Astronomie dieselbe teils unrichtig aufgefaßt (Delambre), teils ganz übergangen haben (Wolf). Nallino hat dieses schwierige Kapitel meisterhaft behandelt und uns damit das Verständnis des *Almagestes*, besonders der sechs ersten Kapitel des 13. Buches, wesentlich erleichtert. Er schlägt für die Ableitung der zur Berechnung notwendigen Formeln selbstverständlich den modernen trigonometrischen Weg ein und findet mit Hilfe von drei Formeln die maximale Breite der drei oberen Planeten, die zusammengesetzt ist aus der Neigung der Ebene des Deferenten zur Ekliptik und der Neigung der Ebene des Epizykels zu der des Deferenten. Für die zwei unteren Planeten ist die Sache komplizierter, die Abweichung in der Breite hängt von drei Faktoren ab: erstens von der Neigung der Ebene des Deferenten zur Ekliptik, welche Neigung hier im Gegensatz zu den oberen Planeten variabel ist; zweitens von der ebenfalls variabeln Neigung der Verbindungslinie des wahren Apogeums und Perigeums des Epizykels zur Ebene des Deferenten; drittens von der Neigung desjenigen Durchmessers des Epizykels, der die Punkte der mittleren Distanzen verbindet (also auf dem vorhin genannten Durchmesser senkrecht steht) zur Ebene des Deferenten. Auch für diese Neigungen stellt Nallino trigonometrische Formeln auf. Dann gibt er noch zwei Berichtigungen von Angaben Delambres und A. Häblers (*Die Lehren des Cl. Ptolemäus von den Bewegungen der Planeten;* Zeitschr. f. Mathem. 45, 1900, Hist. Abt. S. 171, 192, 198). Der letztere war der Ansicht (S. 198), Ptolemäus habe seine Theorie für die Abweichung der Planeten in der Breite in den *Hypotheses* anders und einfacher dargestellt als im *Almagest*. Nallino weist aber nach, daß Häbler hierin sich geirrt habe, daß Ptolemäus in den *Hypotheses* nur eine summarische Übersicht über seine Planetentheorie gebe und dabei allerdings von drei kleinen epizyklischen Kreisen spreche, von denen aber zwei für die mathematisch-astronomische Begründung gar keine Bedeutung haben, sondern bloß der philosophischen Erklärung halber beigezogen worden seien, so daß also nur der dritte der eigentliche, die Erscheinungen erklärende Epizykel sei.

Der Sternkatalog Al-Battānīs (S. 144—177) enthält 533 Sterne und bildet eine Auswahl aus demjenigen des Ptolemäus, der 1025 Sterne aufzählt. Die Epoche für die angegebenen Örter ist der 1. März des Jahres 880. Im Vorwort (S. VII) bemerkt Nallino, er habe aus der ihm erst nach dem Drucke der Tafeln bekannt gewordenen spanischen Übersetzung noch einige Verbesserungen ziehen und besonders eine Lücke im Sternkatalog (die Sterne des Schiffes [Argo], der Wasserschlange [Hydra] und die ersten Sterne des

Bechers [Crater]) ausfüllen können; die Ergänzung gibt er S. 274—277 der Adnotationes. Er hat auch aus verschiedenen Stellen dieser spanischen Übersetzung schließen können, daß die Übersetzer nach dem arabischen Text, nicht nach der PLATOnischen Übersetzung übersetzt haben müssen. AL-BATTĀNĪ fügt den Sternlängen des PTOLEMÄUS $11^0\,10'$ hinzu, dies war aber zu wenig, er hätte $11^0\,25'$ hinzufügen sollen; er beachtete eigentümlicherweise nicht, daß PTOLEMÄUS beim Vergleiche seiner Beobachtungen mit denjenigen des HIPPARCH und des MENELAUS eine Präzession von 1" in 100 Jahren angenommen hatte, während er selbst eine solche von 1" in 66 Jahren voraussetzte. — Wir müssen hier noch eine wichtige Berichtigung NALLINOS mitteilen. A. BJÖRNBO hatte bekanntlich (Biblioth. Mathem. 2_3, 1901, S. 196—212) auf verschiedene Stellen arabischer und mittelalterlicher Astronomen, sowie auf die schlechte PLATOnische Übersetzung AL-BATTĀNĪS gestützt, den Schluß gezogen, „daß AL-BATTĀNĪ entweder ein astronomisches Werk von MENELAUS, oder wenigstens Nachrichten, die wir nicht kennen, über ein solches besaß". Durch diese Ausgabe NALLINOS und seinen Kommentar verliert diese Ansicht nun völlig ihre Berechtigung. Für einen Fehlschluß, den A. BJÖRNBO beging, ist übrigens auch die PLATOnische Übersetzung nicht verantwortlich zu machen. Auf die Bitte BJÖRNBOS hin hat nämlich Herr Oberbibliothekar AUMER in München die Textausgabe NALLINOS zu Rate gezogen und danach die Übersetzung PLATOS verbessert. Nach dieser „Verbesserung" gab BJÖRNBO an, AL-BATTĀNĪ habe $11^0\,50'$ zu den Längenangaben des PTOLEMÄUS hinzugefügt; so steht es allerdings in der PLATOnischen Übersetzung (11 gradus et dimidium ac tertium $= 11^0 + \frac{1}{2}{}^0 + \frac{1}{3}{}^0 = 11^0\,50'$), aber im arabischen Text von NALLINO steht (S. 188) die richtige Lesart: aḥad ʿashar ǵuz'an wa niṣf al-thulth, d. h. 11^0 und die Hälfte des Drittels (eines Grades) $= 11^0\,10'$. NALLINO gibt noch in einer Note die falsche Lesart des Ms. des Escurial, und doch hat Herr AUMER das Richtige übersehen.

Als letzte Tafeln erwähnen wir diejenigen der Elongationen der fünf Planeten von der Sonne in den verschiedenen Zeichen des Tierkreises und für die Polhöhe 36^0, welche zur Bestimmung der Zeiten des Verschwindens und Sichtbarwerdens der Planeten beim Auf- und Untergang der Sonne dienen. PTOLEMÄUS (*Almagest* XIII, 10) gibt für die Berechnung dieser Tafeln eine Regel, welche NALLINO (S. 258) in heutiger trigonometrischer Form ausgedrückt hat; in derselben kommt die Breite der Planeten vor, aber herauszufinden, wie diese berechnet worden ist, wollte dem so außerordentlichen Erfindungs- und Darstellungstalent NALLINOS und SCHIAPARELLIS auf dem Gebiete der rechnenden Astronomie nicht gelingen. Die Tafeln AL-BATTĀNĪS weichen auch wesentlich von denen des PTOLEMÄUS ab, stimmen aber mit denen des arabischen Astronomen ḤABASH und mit denen der ALPHONSinischen Tafeln ziemlich überein. Erst nach den mühsamen Studien, die NALLINO dieser Frage gewidmet hatte, fand er, daß sich die gleichen Werte, wie sie AL-BATTĀNĪ hat, in den Tafeln THEONS (III, S. 16—29 der Ausgabe HALMAS) finden. Aber auch THEON sagt nichts über die Art und Weise, wie er bei der Berechnung dieser Tafeln vorgegangen sei; diese Frage ist also bis jetzt eine ungelöste.

NALLINO fügt (S. 299—307) noch einige Tafeln bei, die sich im Ms. des Escurial befinden, aber nach seiner Ansicht unecht sind. Unter diesen befindet sich eine sogenannte astrologische Rose, welche in konzentrischen Kreisen die Regenten (Domini) der Grenzen (Termini), der Triplizitäten für Tag und Nacht, der Dekane (Facies), der Häuser des Tierkreises und der Erhöhungen (exaltationes) verzeichnet. Für diejenigen, die sich für die Astrologie interessieren, sind die von NALLINO hierzu gegebenen Erklärungen (S. 309—314) recht orientierend.

Den Schluß des Werkes bilden ein arabisches Glossar (S. 319—358), ein Index geographicus (S. 359—372) und ein Index historicus et rerum (oder Namen- und Sachregister, S. 373—413). In das Glossar hat NALLINO im allgemeinen nur diejenigen Wörter und Bedeutungen aufgenommen, die man in den großen Lexika von FREYTAG, DOZY und LANE nicht findet; es bildet daher einen wertvollen Beitrag zur arabischen Lexikographie und ist für jeden unentbehrlich, der sich mit Studien über arabische Mathematik und Astronomie beschäftigt.

Es mögen schließlich einige Auslassungen und Druckfehler verzeichnet werden, die mir beim Studium des Werkes zu Gesicht gekommen sind. Im „Index historicus" sind von den in den beiden „Conspectus librorum orientalium etc." vorkommenden Namen nicht alle Seitenangaben berücksichtigt worden; so fehlt unter NAU die Seitenangabe LXV, unter SACHAU LXV, unter RUDLOFF LXV, unter DE GOEJE LXVI und II, XII, unter SÉDILLOT junior LXVII, unter WÜSTENFELD II, XII, unter DIETERICI II, XIII etc. MEHREN II, XII, der Herausgeber von AD-DIMASHQĪ, ist ganz vergessen. — Von Druckfehlern habe ich zu nennen: S. XIX, Z. 5 v. u. lies 338 statt 339; S. XX, Z. 2 lies Einteilung statt Einleitung; S. 269, Z. 12 lies 880 statt 888; S. 322, Z. 4 lies Der statt Das; S. 398, 2. Kol. unter NAU lies 14 statt 13.

Unser Endurteil fassen wir in folgende Worte zusammen: eine ungeheure Arbeit liegt in den drei Bänden dieser Ausgabe aufgehäuft, eine Arbeit, die die gerechte Bewunderung eines jeden erregen muß, der dieses Werk genauer studiert. Wir lernen mit seiner Hilfe den größten arabischen Astronomen gründlich kennen und damit auch richtig schätzen; durch dasselbe ist uns aber auch der *Almagest* des PTOLEMÄUS wesentlich näher gerückt; wir begreifen erst jetzt recht, daß den arabischen Astronomen und denjenigen des christlichen Mittelalters das Studium des *Almagestes* als das letzte und höchste gelten mußte. Die Araber haben dieses Buch gründlich studiert, und sie verdienen es, daß der Name, den sie ihm gegeben, bis heute geblieben ist und weiter bleiben werde. Mit dieser Ausgabe ist eine notwendige Vorarbeit für eine höchst wünschenswerte neue Übersetzung und Kommentierung des PTOLEMÄischen Werkes in eine oder mehrere der vier Hauptsprachen geleistet.

H. SUTER.

IL « KITĀB AL-FARGHĀNĪ » NEL TESTO ARABO

E NELLE VERSIONI

Il compendio della μεγάλη σύνταξις di Tolomeo, che Aḥmed ben Moḥammed ben Kathir (detto al-Farghānī da Farghāna sua patria e fiorito a mezzo circa il III. secolo dell'Egira, IX. dell'E. V.) compose in 30 brevi capitoli, è conosciuto sotto il titolo di « Elementi astronomici » dopo che Iacob Golius per primo lo studiò e discepoli ed eredi suoi lo pubblicarono ad Amsterdam il 1669 sotto questo doppio titolo: كتاب محمد بن كثير الفرغاني في الحركات السماوية وجوامع علم النجوم بتفسير الشيخ الفاضل يعقوب غوليوس « *Muhammedis Fil. Ketiri Ferganensis qui vulgo Alfraganus dicitur Elementa Astronomica Arabice et Latine. Cum notis ad res exoticas sive orientales, quae in iis occurrunt opera Jacobi Golii. Amstelodami apud Johannem Jansonium a Waasberge, et Viduam Elizei Weyerstraet 1669* ».

Il volume contiene tre indici (capitoli, argomenti trattati nei capitoli, nomi delle città del cap. IX.) oltre a una breve prefazione del tipografo in otto pagine non numerate; la versione latina: pp. 1-109; le note di Golio ai primi nove capitoli: pp. 1-306, di cui le pp. 75-306 dedicate ai primi quattro climi del cap. IX.; di nuovo un indice delle cose trattate nelle note; il testo arabo, in fine, per 109 pagine.

L'opera del Golius è veramente ammirabile, per il suo tempo, per quanto, e in ogni parte, incompiuta, tranne forse la versione latina che rimane ancora quasi perfetta e dal punto di vista scientifico e dal punto di vista critico. Credetti quindi opportuno raccogliere alcune note che sintetizzassero quanto dal 1669 in poi si scrisse e si studiò intorno a questo prezioso libretto di al-Farghānī.

Manoscritti.

I mss. che contengono il testo arabo non sono più che quattro:

1° Il Bodleiano (B) di Oxford descritto nel *Cat. Mss. Bibl. Bodleianae*, vol. I, 879.1 e ora segnato « *Arch. Seld. A. 11* », c. 2 r.–37 v.

2° Leidense (L) CX di carte 76 (de Jong, *Cat. codd. orient. Ac. Lugd. Bat.*).

3° Cairino (K) della Biblioteca Khediviale del Cairo: Catalogo arabo, vol. V, p. 310: miqāt, miscellanea 194, 1°.

4° il Parigino (P) della Bibliothèque Nationale « ms. ar. 2504 c. 111 r.–c. 143 v. ».

Il primo è scritto con un chiarissimo nasḫī, su carte ciascuna di 23 linee, con pochissime cancellazioni, poche correzioni o aggiunte marginali e qualche interlineazione latina a c. 18 r. v. e 19 r. È datato in fine, c. 37 v., con queste parole: فرغ منه يوم ٢٤ شعبان سنة ٦٨٧ « 24 Sa'bān 687 (= 1288 E. V.) ». Il Cat. mss. orient. Bibliothecae Bodleianae (T. I, 879.1°) lo descrive così: « Codex Bombycinus, anno Hegirae 687, Christi 1288 exaratus, quo comprehenduntur: Elementa astronomica, quae Muhammed ben Kethīr Ferganensis, qui vulgo Alfraganus dicitur, composuit et in XXX capita diduxit. Constat opus 36 foliis ... ». Ho riferito le precise parole del Catalogo per servirmene poi trattando delle versioni.

Il Leidense viene così descritto dal de Jong (*Cat. codd. orient. Bibl. Ac. Lugd. Bat.* sotto il nro. CX): « Codex in 8° maiori 152 paginarum, in charta gossyp. scriptus charact. نسخي maiore et valde perspicuo, additis omnibus vocalibus. Ligatura recenti compactus est orientalem in modum et bene conservatus. Nihil notatum reperitur, unde aetatem aut nomen scribae discamus, attamen codex mihi videtur esse ex antiquioribus. Continet كتاب في الحركات السماوية وجوامع علم النجوم محمد بن كثير الفرغاني الحاسب qui saec. H. 3° floruit. Golius huius libri editionem ex ipso nostro codice paravit, ut collatio me docet et codicis margo confirmat, quippe qui passim eius manus comparet ».

Ho potuto studiare diligentemente questo codice e credo ancor io che proprio di esso si sia valso il Golius, e si come in tutti i raffronti che farò appresso dovrò riferirmi all'edizione del 1669, credo necessario notare subito i passi nei quali, con maggiore o minore ragione, l'editore si è allontanato dal manoscritto.

L. c. 1 r. كتاب الفرغاني في الحركات السماوية وجوامع علم النجوم	G. p. 1 كتاب محمد بن كثير الفرغاني في الحركات السماوية وجوامع علم النجوم
c. 1 v. هذا الكتاب الفه محمد بن كثير الفرغاني الحاسب في جوامع علم النجوم واصول الحركات السماوية وهو ثلثون فصلا	p. 2 ابتدا الكتاب محمد بن كثير الفرغاني في اصول علم النجوم
Da c. 1 v. l. 5 a c. 3 v. l. 15: Elenco dei XXX capp.	Manca in Golius.
c. 5 v. ابريليوس . . . سطمريوس اقطبريوس نمريوس دقمريوس	p. 3 lin. 19 a p. 4 linn. 2-3 ابريليس . . . سبطنبر اقطوبر نونبر دقنبر
c. 14 r. l. 15 ستة ابراج	p. 17 l. 13 ستة بروج
c. 11 r. . . . يرتفع فيها	p. 20 l. 12 يرتفع فيهما
c. 20 r. عند موفاة قطب	p. 26 l. 4 عند موازاة قطب
c. 27 v. ثم عمر علي بحر	p. 26 l. 17 ثم عمر في بحر
c. 28 r. ورسوف	p. 37 l. 7 وارسوف
c. 28 v. اسروشنة	p. 37 l. 13 اشروسنة
c. 29 r. l. 15 بلاد الخزر	p. 38 l. 15 بلاد الخزر
c. 29 v. الذي عرفناه	p. 39 l. 6 الذي عرفنا

c. 29 v. l. 14 في مطالع البروج واختلافها في الافلاك المستقيمة التي هي افاق دايرة الاستوي وفي الافلاك المايلة التي هي افاق الاقاليم	p. 39 l. 11 في مطالع البروج واختلانها في الافلاك المستقيمة وفي الافلاك المايلة
c. 55 v. ومنها في صورة البروج في ناحية الجنوب عن فلك البروج ثثماية وستة عشر كوكبا ولنصف . . .	p. 75 l. 15 ومنها في حدود الصور البروج ثثماية وستة واربعون ومنها في ناحية الجنوب عن فلك البروج . . .
c. 56 v. من صورة قيطورس	p. 76 l. 14 من صورة قنطورس
c. 66 v. عند الغروب طلوع	p. 92 l. 6 عند الطلوع طلوع
c. 70 r. لزحل احد عشر جزا	p. 98 l. 16 لزحل احد عشر جزا ونصفا
c. 76 v. تم الكتاب بحمد الله ومنه وصلى الله علي محمد واله اجمعين	p. 109 l. 15 تم الكتاب بمن الله وحمده

Ho tralasciato di notare altre piccole divergenze: Golius cambiò qua e là, sopra tutto per esigenze grammaticali, la punteggiatura del manoscritto, e fin qui era nel suo pieno diritto. Il fatto d'essersi egli allontanato dal testo anche quando, come nel principio o nella fine, non se ne vede nessunissima ragione, permette di fare due ipotesi: o Golio conobbe qualche manoscritto oltre il Leidense, o più tosto si valse di versioni per ricostruire a modo suo il testo arabo.

La seconda mi pare più attendibile, avendo riscontrato una certa somiglianza tra la versione ebraica di Antoli e le lezioni di Golius, il quale a p. 1 delle note cita il Christmann che tradusse in latino il testo ebraico di Antoli.

Noterò da ultimo che le carte del ms. Leidense hanno ciascuna 15 linee; che dal cap. VIII. in poi i numeri dei capitoli sono segnati con lettere alfabetiche e allo stesso modo sono contrassegnati i sette climi nei capitoli VIII. e IX.

Il ms. P. viene descritto così nel Catalogo della Bibliothèque Nationale: « 2504,3 (fol. 116 v.) هيئة الفرغاني Traité d'astronomie en trente chapitres, par Abou 'l-'Abbâs Aḥmad ibn Moḥammad ibn Kathīr (m. بشير) al-Farghāni. C'est probablement (sic!) l'ouvrage que l'on designe sous le titre de الفصول الثلاثون 'les trente sections'. Commencement: هذا كتاب جوامع النجوم واصول الحركات السماوية وهي ثلثون فصلا ».

Il trattato veramente incomincia a c. 116 r., il quale però ha semplicemente il titolo هيئة الفرغاني, e il principio è diverso da quello che riferisce il catalogo, come vedremo appresso. Il ms. non è datato, ma non è difficile fissare una data approssimativa; poichè, cominciando dal nostro trattato, si alternano anche in quelli che seguono fogli bianchi e giallicci della stessa tecnica. Ora il trattato che segue immediatamente quello di al-Farghānī, per quanto tracciato con altri caratteri, sembra fatto per andare ad esso unito e porta la data dell'anno 1174 dell'H. (= 1760-1761 E. V.).

La scrittura è più africana che *nasḫī*, mancano spesso i diacritici, sono innumerevoli gli errori e le lacune.

Il ms. K infine è accennato più che descritto nel luogo sopra citato del Catalogo arabo della Khediviale del Cairo con queste parole: كتاب في جوامع النجوم والحركات السماوية لاحمد بن محمد الفرغاني تم كتابة سنة ٨٨٥ (= 1480)

Quasi come un quinto manoscritto si potrebbero considerare alcuni passi del كتاب الاعلاق النفيسة di Ibn Rustah (*Kitāb al-A'lāk an-nafīsa VII auctore Abū Alī Ahmed ibn Omar Ibn Rosteh ... ed. M. J. De Goeje. Lugduni Batavorum, 1892.* – Bibl. Geogr. Ar., pars VII), i quali passi sono trascritti letteralmente da al-Farghānī.

La prima parte incomincia a pag. 9, lin. 21, dell'ediz. di Leiden (قال احمد بن محمد ابن كثير الفرغاني في كتابه المترجم بكتاب علل الافلاك انه لا اختلاف بين العلماء في ان السما على مثال الكرة ...), e va sino a pag. 17, lin. 3, comprendendo i capp. II. III. IV. e V. Da pag. 96 a pag. 98 (fine) è riportato un secondo passo: il cap. IX; ma questa volta la fonte non è citata.

Versioni.

La più nota di tutte è (dopo, s'intende, quella del Golius) la versione di Iohannes Hispalensis, uscita già a mezzo il secolo XVI., in tre edizioni.

La prima è un incunabolo dell'anno 1493: « Brevis ac perutilis compilatio Alfragani astronomorum peritissimi, totum id continens quod ad rudimenta astronomica est opportunum ».

Consta di carte 30; nell'ultima (30 v., l. 12-19) delle quali leggiamo: « opus preclarissimum consumatissimumque introductorium in astronomiam explicit quod peritissimus Alfraganus edidit. Et heremitarum huius temporis decus: ac celeberrimus phisicus; mathematicusque probatissimus mira diligentia ac magno cum labore emendavit. Impressum Ferrarie arte et impensa Andree galli viri impressorie artis peritissimi. Anno incarnationis verbi .1493. die vero tercia septembris ».

Una seconda edizione uscì nel 1537: « Continentur in hoc libro Rudimenta Astronomica Alfragani item Albategnius Astronomorum peritissimus de motu stellarum, ex observationibus tum propriis, tum Ptolemaei omnia cum demonstrationibus Geometricis et Additionibus Ioannis de Regiomonte. Item oratio introductoria in omnes scientias mathematicas Ioannis de Regiomonte, Patavii habita cum Alfraganum publice perlegeret. Eiusdem utilissima introductio in Elementa Euclidis. Item Epistola Philippi Melanthonis nuncupatoria, ad Senatum Norimbergensem. Omnia iam recens prelis publicata. Norimbergae anno M.D.XXXVII.

La terza ed ultima è del 1546: « Alfragani astronomorum peritissimi compendium, id omne quod ad Astronomica rudimenta spectat complectens, Ioanne Hispalense interprete. Nunc primum pervetusto exemplari consulto, multis locis castigatius redditum. Parisiis. Ex officina Christiani Wechelii. M.D.XLVI ».

Dirò subito che queste tre edizioni non differiscono gran che fra di loro; la seconda e la terza specialmente non hanno che poche leggerissime divergenze, che noterò in seguito, nell'esame del testo.

L'edizione di Norimberga, non ostante i molteplici titoli, non ha maggior importanza di quella di Parigi. La parte di al-Battānī (Albategnius) non ci riguarda. L' « oratio introductoria » non si occupa di al-Farghānī che per nominarlo, di passaggio, due o tre volte; tutto il resto non ha relazione con il nostro autore.

Il traduttore viene nominato soltanto nell'edizione di Parigi, ma non si deve per questo dubitare che si tratti di Iohannes Hispalensis, perchè abbiamo la testimonianza dei mss. più antichi; testimonianza tanto più preziosa per il fatto che essa ci fornisce gli elementi onde stabilire, per questa versione, una data sicura.

In fatti un ms. di Oxford (Coxe, *Coll. Corp. Christi*, pars II, nro. 224.2) ha questo *explicit*: « Perfectus est liber Alfragani in scientia astrorum et radicibus motuum coelestium interpretatus a Iohanne Hispaniense atque Linensi (= Lunensi) et expletus est XX. et V. mensis lunaris anni arabum quingentesimi XXVIII existente XI. mensis die Marcii CLXX ».

Un altro manoscritto (Paris, Ancien fonds latin, 7377 B) termina così: « Interpretatus in Luna a Iohanne ac expletus est anno vigesimo die mensis antiqui (= quinti) lunaris anni Arabum quingentesimi XXVIII existente diei mensis martii CLXX ». Questo, scorrettissimo, e così pure il precedente, vanno confrontati con l'*explicit* del *ms. Saint-Victor latin 848* e di qualche altro (cfr. W. Schum, *Beschreibendes Verzeichniss der Amplonianischen Sammlung nro. 373* e *nro 351, 28°*) i quali portano la data al DXXIX. Così soltanto si raggiunge l'accordo fra le ère citate: in fatti il 24 ǵumādà 1° (quinto mese) del 529 dell' Egira corrisponde all'11 marzo 1173 dell' era spagnuola e all' *11 marzo 1135 dell'E. V.* (cfr. Chasles, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XIII, p. 513-514; Wüstenfeld, *Die Uebersetzungen arabischer Werke in das Lateinische seit dem XI. Jahrhundert*. Göttingen 1877. XXII. Band der Abh. der Kgl. Ges. der Wiss. zu Göttingen, p. 26-27; M. F. Woepke, *Notice sur* *quelques mss. arabes relatifs aux mathématiques*... J. A. P. 1862, tomo 19, serie 5ª, p. 113 segg.).

Intorno a Iohannes Hispalensis siamo scarsamente informati. Steinschneider (*Cat. libr. Hebr. in Bibl. Bodleiana*, 1403) cita alcuni luoghi nei quali è chiamato Abendehut, Abendeath, Abendana, e questo lascia supporre che il nome di lui, prima del passaggio al cristianesimo, fosse Ibn Davud, cioè figlio di David. Il suo nome poi fu certo J. Hispanensis Lunensis come vien chiamato nel sopra citato ms. di Oxford, poi che, secondo l'uso arabo, il nome del paese d'origine accompagna, precedendolo, il nome della città.

Date precise non si possono portare; ma fiorì di certo nel secondo ventennio del sec. XII.

L'Hispalensis tradusse sopra tutto opere d'argomento astronomico e astrologico (circa 20), oltre al *De anima* di Ibn Sina (Avicenna) per incarico ricevuto da Raimondo arcivescovo di Toledo. Questa versione si interessa anche perchè egli vi si dichiara ancora *Ioannes Avendehut israëlita.*

Non si conosce la data della versione di quest'opera, ma è certamente anteriore a quella di al-Farghānī.

Un esame di tutte le opere da lui tradotte trovasi nell'opera citata di Wüstenfeld: *Uebersetzungen* ecc., p. 25 sgg.

Pure non volendo entrare nell'esame del testo, debbo notare che la versione di I. Hispalensis è considerata a torto come un compendio dell'opera di al-Farghānī. Non si deve, infatti, pensare che le parole « brevis ac perutilis compilatio Alfragani » o simili, accennino all'opera del traduttore latino; invece si vuol significare che fu al-Farghānī stesso a comporre un compendio dell'Almagesto in trenta capitoli; e, d'altra parte il fatto che il primo capitolo è dato in forma monca, non autorizza a estendere il giudizio a tutto il resto dell'opera che, in realtà, è completa come quelle di Gerardo da Cremona e di Iacob Antolī.

Ho studiato soltanto le due edizioni di Norimberga e Parigi, che cito con le lettere N. e P., precedute da I. H. = Iohannes Hispalensis.

C'è un'altra versione data da parecchi manoscritti (rimasta fino a quest'anno inedita) e con questo titolo: *Liber aggregationis scientiae stellarum et de principiis coelestium motuum quem Ametus filius Ameti qui dictus est Alfraganus compilavit, triginta continens capitula.*

Il Woepke (I. A. P 1862, t. XIX, s. 5, p. 116) ne cita parecchi manoscritti della Nazionale di Parigi, fra i quali due vanno particolarmente rammentati:

1° Il *7281 ancien fonds latin* (c. 1 r.–15 v.) è intitolato *Liber Alfragani Tiberiadis secundum translationem graecam.* È uguale agli altri, e quindi non sembra che si possa parlare di versione greca. Tiberiadis poi è certamente una corruzione di *Ketiriadis* « figlio di Kathīr » come a punto si chiamava al-Farghānī.

2° Il *ms. 7400 ancien fonds latin*, in fronte alla colonna prima della prima carta *recto*, ha scritto in caratteri rossi il titolo seguente: « Incipit liber de aggregationibus stellarum scientiae, et principiis celestium motuum quem ametus filius ameti qui dictus est alfraganus compilavit 30ª continens capitula a magistro Girardo cre. translatus de arabico in latinum ». — A c. 16 r., *b* del medesimo si legge: « Explicit liber ameti filii ameti qui dictus est alfraganus ».

Il catalogo dei mss. invece ha così: « *Alfragani* liber de aggregationibus stellarum motumque coelestium principiis, ex arabico sermone in latinum conversus a *Gerardo Carmonensi* » (*Catalogus codicum manuscriptorum bibliotecae regiae*, t. IV, p. 352, col. 1).

Questo manoscritto è l'unico che porti il nome del traduttore, il quale non sottoscrisse mai le sue versioni, tanto che in un elogio latino di lui (ms. Vaticano 2393, c. 97 v. col. 2) si sentì il bisogno di riparare a tal mancanza: « Ne igitur magister gerardus sub taciturnitatis tenebris lateat, ne fame gratiam quam meruit admictat, ne per presumptuosam rapinam libris ab ipso translatis titulus infligatur alienus, *praesertim cum nulli eorum nomen suum inscripsisset*, cuncta opera ab eodem translata ..... [quisquis] per hanc inscriptionem citius inveniat et de eo securior fiat ».

Nell'elenco delle opere tradotte troviamo poi *Liber al-*

fagrani continens capitula XX[X] e *Liber almagesti tractatus XIII* [1] (cfr. B. Boncompagni, *Della vita e delle opere di Gherardo da Cremona ..... e di Gherardo da Sabbionetta.* Roma 1851, p. 3-4.

D'altra parte sappiamo ch'egli voltò di arabo in latino gli *Elementi astronomici* di al-Farghānī, anche da una nota delle opere astronomiche da lui tradotte, che trovasi manoscritta nel codice Ashmoleano 357 dell'Università di Oxford, a c. 57 v. del quale si legge: « Isti sunt libri astronomiae quos transtulit gerardus cremonenses de arabico in latinum: *liber alfagrani 30 capita, liber almagesti 13 tractatus* ecc. ».

Non avendosi memoria di altri che abbiano tradotto al-Farghānī, credo di non avergli attribuito senza ragione la versione contenuta nel cod. Mediceo Laurenziano Pl. 29-9 uguale a quella del *7460 a. f. l.* sopra citato, e, ora che scrivo, in corso di pubblicazione.

Anche di questa versione noterò tutte le particolarità più innanzi, quando esaminerò il testo.

Va notata però subito la scrupolosa esattezza della versione di Gherardo; esattezza che, talvolta, non giova al testo latino e lo rende un po' contorto e persino oscuro, quando vuol seguire anche l'ordine delle parole del testo arabo [2]. Ma questo che è certamente un difetto per chi considera l'opera dal solo punto di vista stilistico, è poi anche un pregio, e grandissimo, perchè solo così possiamo ricostruire fedelmente un testo arabo perduto e assai migliore di quelli che ci sono rimasti.

Fra tutte le versioni assorge a grande importanza quella ebraica di Jakob Antōli.

Sul conto dell'Antōli o Anatōli siamo poco informati. Riferirò questo passo di « Gallia Iudaica » (*Dictionnaire géo-*

[1] Le opere da lui tradotte sono circa 70, come può vedersi nella citata opera del Boncompagni e in Wüstenfeld, *Uebersetzungen* etc. p. 55 segg. Visse dal 1114 al 1187.

[2] « Sein Latein ist ziemlich Arabisch » (Kästner, *Geschichte der Mathematik*, vol. II, p. 260).

graphique de la France d'après les sources rabbiniques par Henri Gross, trad. par Moïse Bloch. Paris 1897, p. 374). « Un parent des Tibbonides Jacob Abba Mari ben Simon ou Siméon ben Anatoli, appelé aussi simplement Jacob Anatole, le célèbre auteur du ספר מלמד התלמידים ' Aiguillon pour les disciples ' (ed. Lick. 1866) commentaire philosophico-homilétique sur le Pentateuque, demeurait certainement à Naples dans la première moitié du XIII^{e} siècle, vers 1222-1235. Soutenu par l'empereur Fréderic II, qui lui payait une pension annuelle, il traduisit dans cette ville, en collaboration avec Michael Scot, plusieurs ouvrages arabes en hébreu (Munk, *Mélanges*, 335; Perles, *Salomo ben Adereth*, 13) ».

Il Perles non aggiunge molto a questo. Sono però interessanti e preziose le notizie nel testo e nelle note (p. 49 e segg.); ma non riguardano il ס" אלפרגאני.

Questa versione ebraica ci è pervenuta in un numero grandissimo di manoscritti. Citerò i seguenti: Berlino 116 (v. *Die Handschriften-Verzeichnisse der königlichen Bibliothek zu Berlin*. II. Band: *Verz. der Hebr. Hss.* von M. Steinschneider, Berlin 1878, S. 96); Bodleiano Hunt. 414 (cfr. il *Catalogus* dello Steinschneider, e Neubauer, *Cat. of the Hebrew Mss. in Bodl. Library*, 2006[11], 2013[1], 2014, 2164[2]); Michael'sche Bibl. (che fa parte della Bodleiana) 48, 49, 85 (M. Steinschneider, *Catalog der M. B. nebst einem Register zum Verzeichnis der Hss.* Hamburg 1848); Mediceo-Laurenziana di Firenze, pl. 88, c. 28 e Conventi soppressi 70; München 46 (M. Steinschneider, *Die hebr. Hss. der K. Hof- und Staatsbibliothek in München*. München 1875, p. 92); Paris 1021-1022, 1044; Vaticano 385, 398, 391, 498: Wien 176 (*Die Hss. hebr. Werke der k. k. Hofbibliothek zu Wien beschrieben von* Albr. Krafft und S. Deutsch. Wien 1847); Firenze, Nazionale Centrale, fondo principale, II, VI, 26 (cfr. Cassuto, *Nuovi manoscritti ebraici della Biblioteca Nazionale di Firenze*, Giornale della Società Asiatica Italiana. vol. XXI, anno 1908, pp. 102-103).

Altri sono citate dallo Steinschneider in *Die Hebräischen Uebersetzungen des Mittelalters und die Juden als Dolme-*

tscher. Berlin 1893, § 343, p. 554-556. — Uno ancora che ho un poco esaminato, è posseduto dalla Biblioteca del Collegio Rabbinico Italiano in Firenze.

Ho scelto, per lo studio mio, il Vat. 385, perchè potei ottenerne facilmente una copia fotografica e perchè mi era necessario confrontarlo con la versione che ne fece il Christmann [1].

Riguardo alla derivazione di questa versione ebraica, furono espresse opinioni opposte e talvolta anche da uno stesso autore. M. Steinschneider, per esempio, si esprime una volta così: « Die von ihm benutzte lateinische Uebersetzung ist nach Christmann, die längst edirte des Joannes Hispalensis. Ich hatte noch keine Gelegenheit, die hebr. unedirte Uebersetzung mit der gedruckten des Joh. Hisp. zu vergleichen; doch fällt mir jetzt die grössere Uebereinstimmung mit jener *anonymen* lateinischen auf [della Palatina d'Heidelberg citata dal Christmann, p. 5], und es wäre wohl möglich, dass Anatoli, der in Neapel im Auftrag Friedrichs II. arbeitete, die letztere benutzt hätte ». ZDMG, XVIII, 148.

Nel suo *Cat. Libr. Hebr. in Bibl. Bodl.* col. 1181 enumera fra le opere voltate in ebraico dall'Anatoli gli « *Elementa astronomica* [ex versione Latina Johannis Hispalensis, consulto textu arabico] ».

In *Die Hebr. Uebersetzungen des M. A.*, p. 556 poi, afferma che Antoli « hat *ohne Zweifel* zuerst nach Gerard's Uebersetzung gearbeitet, der wahrscheinlich auch hier in K. 3 (wie in der Uebersetzung von de Crepusculis des ibn Heitham) die arab. Wörter אלשפק und אלפגר beibehalten hat ».

Finalmente in una monografia apparsa nei *Sitzungsberichte*

[1] Questo ms. non è (come mi era stato assicurato) nè buono, nè, tanto meno, autografo. Il ms., invece, del Collegio Rabbinico Italiano (finito il 29 Sivân 5095 = 1335) che conoscevo a pena quando scrissi questo articolo (anche perchè mi era difficilissimo leggerlo), è risultato, dai confronti con il Vaticano (assai simile ai Laurenziani e a quello della Nazionale di Firenze), il migliore ch'io conosca. Potrò servirmene per confronti e correzioni grazie a Hirsch Peretz Chajes, che volle, con somma benevolenza, informarmi sulle lezioni dei passi che riporto.

dell'Accademia di Vienna, 1902 (*Die europäischen Uebersetzungen aus dem arabischen*) egli si esprime così (p. 22, nro. 46.53) sotto *Gerard von Cremona*: « Alfragani (al-Fargani oder Fergani), de aggregationibus scientiae stellarum: eine Hebräische Uebersetzung wahrscheinlich aus dieser latein. (*nicht aus Joh. Hispalensis*) . . . von Jakob Anatoli ».

Una simile incertezza si trova già in Christmann, il quale mentre afferma che quando l'Antoli cita il *Liber Romanorum*, « ita vulgatam Latinam Ioannis Hispalensis versionem vocat » (p. 6), non può tuttavia tacere di un'altra versione che « Longe melior et perfectior incerti tamen auctoris extat in Bibl. Palatina . . . . . quae translationi Hebraeae magna ex parte respondet. Et descripta est a Friderico monacho Ratisponensi, ordinis S. Benedicti, in monasterio S. Emeranni et absoluta anno domini 1447 in die Goaris confessoris » (ib.).

Però un esame anche superficiale del testo di Giovanni da Siviglia basta per respingere l'opinione che di esso intenda parlare l'Antoli quando cita la נסחת הרומיים.

È necessario però fare subito alcune osservazioni. Anatoli dice (come vedremo) העתקתי אותו מפי נוצרי אחד. Queste parole non sono troppo chiare e dànno campo a ipotesi diverse [1].

Christmann tradusse: « transtuli *e libro* cuiusdam christiani » e poi annotò (p. 6) che Antoli si servì della versione latina « quam se *opera* cuiusdam Christiani se nactum esse in proemio profitetur ». Nella traduzione e nella nota si trovano riferite le due ipotesi sull'origine della versione, già che dobbiamo domandarci proprio se l'Antoli tradusse « e libro cuiusdam christiani » o pure « operā cuiusdam christiani ».

Che il נוצרי אחד fosse Michael Scotus [2] (rammentato in diversi luoghi di altre versioni dell'Antoli; cfr. Perles, *Salomo ben Adereth*, pag. 49 e seg.) non mi sembra molto

---

[1] Nei ms. si alternano le lezioni על פי e מפי.

[2] M. Steinschneider, ZDMG, XVIII, p. 148. Intorno a Michael Scotus (o Scottus) vedi F. Wüstenfeld, *Uebersetzungen*, pp. 99-107.

probabile, perchè la designazione è un po' troppo vaga, trattandosi di una tale persona; per quanto l'*explicit* dell'opera, in cui si riafferma che essa è stata tradotta da Jakob מפי פקח מפקחי הנוצרים, rammenti un dotto di grande rinomanza. Essa però non è dell'Antoli. Ad ogni modo non mi par dubbio che l'Antoli avesse dinanzi a sè un testo latino, e precisamente quello di Gherardo, già che nella maggior parte dei casi l'accordo fra le due versioni è perfettissimo e non possibile a raggiungere quando si fosse trattato di semplice tradizione orale; mentre, d'altra parte, le divergenze (e sono sempre aggiunte estesissime), fanno pensare che sia intervenuto qualche dotto di astronomia a far deviare (se pur ne aveva di bisogno) il traduttore dal retto cammino.

Di queste divergenze tratterò poi a lungo.

Isak Abu 'l-Cheir (אבואלכיר) ci ha dato un commento ad al-Farghānī פירוש אלפרגני che si conserva a Leiden: Warn. 68 (Steinschneider, *Cat. codd. Hebr. Bibl. Acad. Lugduno-Batavae.* Lugduni-Batavorum 1858, p. 284-285) e nella Bodleiana cfr. il *Cat.* del Neubauer no. 2014, 2015. Ivi (no. 2013[4]) è citato anche un altro commento di Jehudà ibn Verga.

Un altro commento è quello di Moshè Chandali conservato in due mss.: Monaco 246 (Steinschneider, *Die hebr. Handschriften der k. Hof- u. Staatsbibliothek in München,* 1875, p. 92) e Firenze (Nazionale Centrale, Fondo principale II, VI, 26, cc. 2 r.-67 v.); questo secondo è unito alla versione di al-Farghānī di Jacob Antoli.

Ci fu, da tempo, chi s'incaricò di voltare in latino la traduzione ebraica e l'opera uscì con questo titolo: J. Christmann, *Muhamedis Alfragani Arabis Chronologica et Astronomica elementa e Palatinae bibliothecae veteribus libris versa expleta et expolita* . . . Francofundi M.D.XC.

Come versione essa è molto infelice già che il testo ebraico non è quasi mai reso con fedeltà; tuttavia, considerata per sè, è ancora utile perchè, astronomicamente, quasi sempre sicura.

E con questo basta delle versioni.

Vediamo ora il testo e anzi tutto il titolo del trattato. Questo è così dato dai vari manoscritti arabi e dalle versioni:

B. ثلثون فصلا في اصول علم النجوم

K. فصول الفرغاني في علم الوقت والهيئة

L. كتاب الفرغاني في الحركات السماوية وجوامع علم النجوم

P. هيئة الفرغاني

R. كتاب المترجم بكتاب علل الافلاك

H. ספר אלפרגאני

J. H. Astronomica et astrologica rudimenta.

G. Cr. Liber aggregationis scientiae stellarum et de principiis coelestium motuum.

Anche con tanti elementi (e, anzi, a punto per questo) non mi sembra possibile ricostruire il titolo originale. Probabilmente il trattato non ne aveva nessuno e solo con il tempo lo si sarà chiamato o كتاب الفرغاني o كتاب الثلاثين فصلا.

Quasi lo stesso devo dire della *basmala* e delle parole che precedono l'indice dei capitoli. Trascurando la prima che non ha importanza alcuna, vediamo le altre che ci vengono riferite così:

B., P. هذا الكتاب في جوامع (علم B) النجوم واصول حركات السماوية وهو ثلثون فصلا.

K., L. هذا الكتاب الفه محمد بن كثير الفرغاني الحاسب في جوامع علم النجوم الخ.

G. ابتدا الكتاب محمد بن كثير الفرغاني في اصول علم النجوم

H. זה הספר הנקרא אלפרגאני על שם מחברו והוא לקוח על דרך הקצור מספר אלמגסטי להודיע תכונת הגלגלים ומהלכי הכוכבים ידיעת קבלה [1].

---

[1] H. P. Chajes mi avverte che 'Azarja de'Rossi nel suo מאור עינים lo cita come תכונת אלפרגאני (Mantova, c. XXIII, p. 94 *a*) con queste parole: כי בספר תכונת אלפרגאני הערבי לא נעתק ללשון רומי רק נעתק בתכונת אלפרגאני ללשון הקדש... Cfr. anche p. 137 *a*: שער סוף הערבי ראשו לא הנעתקת ללשון רומי שחסרו בה הדברים האלה אבל הנעתקת ללשון הקדש.

Nessun elemento ci viene fornito da J. H. che incomincia con un « Index differentiarum (= capitoli) huius libri », e nè pure da Gherardo che alla frase riferita di sopra aggiunge subito: « quem Ametus composuit filius Ameti qui dictus est Alfraganus 30 continens capitula ».

L'elenco dei capitoli è dato uniformemente dai mss. arabi e dalle versioni, tranne l'ebraica. In questa, in fatti, troviamo un capitolo nuovo che porta il numero V. (באשר השמש והירח והכוכבים כלם כדוריים); il comune VII. (في خواص اقسام الربع المسكون وذكر المواضع التي تطلع عليها الشمس شهورا لا تغيب عنها وتغيب عنها شهورا لا تطلع) è diviso in due: VIII. (con lo stesso argomento che il testo arabo ha per il VII.) e IX. (במקומות הנשארים מן הרובע שהם בלתי היושבים איך הם סגולתם ומה שיקרה בם). Fra il IX. e X. (= XI. e XIII.) è inserito un'altro capitolo nuovo a fatto (באשר המזלות שנים עשר לא פחות ולא יותר). Sembra che manchi il nostro cap. XX., quello delle *mansioni* lunari; ma, in vece, H. unisce i capp. XIX. e XX. in uno solo; il XXII., in modo tanto singolare, da far dipendere proprio da questo punto la grande importanza della versione dell'Antoli.

Il 1° capitolo — per quel che riguarda il contenuto — è dato quasi allo stesso modo dai mss. arabi, dalla versione ebraica e dalla latina di Gherardo da Cremona. L'ordine, in vece, non è lo stesso in tutti, poi che mentre L. P. H. e Cr. ci dànno da prima l'elenco dei mesi arabi e la spiegazione del calendario relativo, quindi successivamente i mesi siriaci romani, persiani e copti, B. K. hanno questo altro ordine: da prima i mesi e giorni persiani, poi gli altri nell'ordine dato dai codici. Bisogna notare di più che il capitolo incomincia con un accenno ai mesi arabi (عدة شهور العرب اثنى عشر فاما شهور الفرس...) e che questi sono poi riferiti semplicemente così: واما شهور العرب فهي من المحرم الي ذي الحجة وهي شهر ثلثون وشهر...

Quest'ordine e questo procedere spiccio non mi sembrano di gran peso per la critica del testo; ed, evidentemente, si tratta di un errore, per quanto sembri strano l'incontrarlo identico in due manoscritti che poi dopo pochi capitoli si palesano tanto diversi.

Di punti particolari, del primo capitolo, basti notare i seguenti:

H. dopo aver dato il numero dei giorni dell'anno על האמת soggiunge: לדעת בה חדשה ללבנה תשצג חלקים כשתמנה חומש יום ושתותו יצא לך ה שעות ותתסד חלקים והשנה אשר יתחברו בה אלו השברים יהיו..... Quest'aggiunta non ha riscontro in altre traduzioni. Il ms. del C. R. I. ha semplicemente על האמת והשנה אשר...

Un'aggiunta invece che deve farsi al testo dato dal Golius (p. 3, l. 7) è quella che dànno B. K. H. Cr., i quali, giunti al mese siro كانون الاول, notano وليلة الخمسة والعشرون منه ليلة الميلاد. Questo non dovrebbe far maraviglia, perchè (come notava il Christmann, p. 14 n.) « Alfraganus ex Syris Christianis didicit, Christum natum esse nocte praecedente diem 25 decembris », e poi non è esagerato affermare che questa nota è tanto ovvia quanto quest'altra, di poi, al mese di gennaio; واول يوم منه يوم القلندس, contro la quale (omessa pure da L.) non si solleva dubbio alcuno.

Un elemento importante per la critica, ci fornisce un passo dei mss. B. e K. a proposito del mese شباط, dove si dànno, l'una dopo l'altra, due differenti lezioni, delle quali la seconda è la comune. Parlando del mese siriaco شباط B. K. hanno يعد في ثلث سنين ثمانية وعشرين يوما وفيه الكبس في كل اربع سنين يوم فتكون سنتهم ثلثماية وخمسة وستين يوما وربع يوم فاذا تم كبس ذلك اليوم كانت سنتهم ثلثماية وستة وستين يوما نسخة اخري... Questo accenno a un altro esemplare dimostra che un archetipo di B. K. fu scritto tenendo innanzi due esemplari, come dirò appresso.

Vanno pure notate altre cose. H. enumera tutti i giorni della settimana così: הראשון להם אלאחד אלתניאן אלתליתה ואלרבעה ואלכמיש ואלגמעא ואלסבאת.

Un simile modo di contare i giorni delle settimane è conforme all'uso arabo, per cui i giorni sono على اسابيع come s'esprime al-Cazwīnī (*Kosmographie*, I Theil, v٩) senza nomi speciali a ciascuno, tranne il sesto (يوم الجمعة). Per i nomi che ciascuno aveva in antico si può consultare A. Fischer, *Die altarabischen Namen der sieben Wochentage*, in ZDMG, L., 220 segg.

I nomi dei mesi copti vengono dati da L. nella forma memfitico-greca e da B. K. P. nella tebano-araba. Inutile dire che la forma di L. non si può accettare, perchè gli arabi l'usano solamente quando si riferiscono all'era di Nabonassar, mentre l'altra è più generale e vige ancora in Egitto (cfr. al-Battānī, I, p. 209, n. 3 e p. 243).

Gherardo riferisce in modo molto spiccio del calendario persiano, notando semplicemente i nomi dei mesi, il numero dei loro giorni e di quelli dell'anno, aggiungendo poi: « Et quidem Persae nominant dies suorum mensium istis nominibus ». I nomi invece mancano! E mancano anche in H. che nulla fa seguire a ויקראו הפרסיים שמות ימי החדש כך וכך.

Il נוסחת הערב non ha qui giovato al buon Antoli! Però bisogna notare che dodici giorni portano nomi uguali a quelli dei mesi, e forse a questo voleva alludere Gherardo.

I. Hispalensis ci dà un capitolo primo assai breve, che mette conto riferire integralmente:

« Alfragani astronomi, differentia prima, de annis Arabum « et Latinorum. — Numerus mensium Arabum et Latinorum « est duodenus. Menses Arabum incipiunt ab Almuharam, « qui est 30. dierum. Secundus est Saphar, et est 29. dierum, « et sic de coeteris, unus semper ex 30. et alter ex 29. « Fiunt itaque sex menses perfecti et sex imperfecti, eruntque « dies anni 354. per numerum absolutum, id est sine fra- « ctione. Enumeratis autem fractionibus augentur semper dies « anni in omnibus 30. annis per undecim dies, fitque portio « unius anni, in quo restauratur haec fractio iis diebus quinta « et sexta unius diei, sicque fiunt dies anni certissime 354. « et quinta et sexta pars unius diei. Fiuntque menses anni « in quo restauratur haec fractio 7. perfecti, et 5. imperfecti.

« Numerus autem dierum horum mensium accipitur per « numerum certissimum dierum de coniunctione Solis et Lunae « per medium cursum eorum. Sed per visionem Lunae novae « per augmentationem et diminutionem fit diversus, quia pos- « sibile est, ut sint menses perfecti succedentes se, et simi- « liter imperfecti. Accidit enim ut non semper sit primus « dies mensis per numerum medium et per visionem idem, « id est, per motum verum vel visum. Accidit enim quan- « doque ut sint idem cum fuerint aequati per longitudinem « temporis. Sciendum autem est, quod dies Arabum (quibus « numerantur menses) sunt septem. Primus dies dominicus « incipit a tempore occasus Solis in die sabbati, et finitur « tempore occasus in die dominica, et similiter de aliis, in- « cipiunt ab occasu Solis et desinunt in occasum Solis. Po- « suerunt enim Arabes initium cuiuslibet diei cum nocte « sua ab hora occasus Solis, eo quod dies mensis accipiuntur « ab hora ortus Lunae, et ortus Lunae fit tempore occasus « Solis. Apud Graecos vero et Romanos, et coeteras gentes « quae non utuntur in mensibus suis visione Lunae, dies « praecedit noctem, id est, fit initium uniuscuiusque dierum « cum nocte sua ab ortu Solis usque in ortum Solis sequen- « tis diei. Et Arabes incipiunt menses suos a Luna et annum « a Sole. Nomen vero annorum sive mensium Graecorum, « vel Aegyptiorum, et aliarum gentium, praetermisimus, quia « iam *alibi* de eis tractavimus ». (P. p. 5-6 ; Nor., c. 2 v.).

Questo *alibi* non si spiega tanto facilmente, come, del resto, non si spiega l'intero capitolo. Da una parte si può supporre che I. Hispalensis disponesse solamente di un codice imperfetto e dovesse quindi ricorrere a un trattato analogo a quello di al-Farghānī ; mentre, d'altra parte, vien fatto di pensare, alle tante versioni di opere astronomiche fatte dal nostro A. a una delle quali, assai nota, egli volle riferirsi con questo *alibi*, per non ripetere cose dette forse di recente.

Noto da ultimo che B. aggiunge, in fine del capitolo, فاعلم ذلك ; aggiunta questa che si ripete alla fine di quasi tutti i capitoli, quando non è sostituita da espressioni analoghe.

Per i tre capitoli che seguono abbiamo, come dissi, un elemento di più per la critica del testo: la trascrizione che ne fa ibn Rustah. Però i dati che esso ci fornisce non sono di molta importanza.

Le novità di grande importanza (apparente, almeno) abbiamo, in vece, nella versione ebraica, a partire dal secondo capitolo, a mezzo il quale, dopo affermato il più o meno lungo apparire o celarsi delle stelle a seconda della distanza dal punto intorno al quale s'aggirano, con ordine costante quasi تديرها كرة واحدة (G. p. 9, l. 4), H. soggiunge: ואמשול לך משל על מה שנראה אנחנו בארץ מן הפרות הדשות ישימו להן בגורן יתד והוא כמרכז ויקשרו אותם בו ויקשרו להן גם כן אחרות כנגדן ויסבבו קצתם אל קצת וכל מה שרבו הבהמות והפרות הוא יותר מבואר וסבובו בנקודת המרכז ומה שרחק מהמרכז יראה לעין ממהר ההליכה ומה שקרב מהמרכז תראה תנועתו מתאחרת ובהגיע אשר הוא בקצה אל המקום אשר התחיל ממנו בהליכה יגיע הקרוב אל המרכז אל המקום אשר התחיל ממנו.

Nè il ms. Vaticano (c. 96 r.), nè gli altri che ho consultati, hanno, *nel testo*, o una nota o un segno che distingua questo passo, di sapore tanto scolastico, dai precedenti o dai seguenti [1].

A lo stesso modo, verso la fine del cap. III (G. p. 12, l. 14) è inserito un altro passo più lungo del precedente, dopo ripetuto che la terra è sferica (יתבאר כי הארץ בכל חלקיה כדורייה) וכי גבנונית הארץ היא אשר הסתירה ממנו מה שיהיה גלוי והראהה מה שהיה נסתר ואמת כי היא אשר תסתיר האור עד שיהיה החשך אשר היא הלילה ואלו היתה הארץ משולשת או

[1] Talvolta, dopo simili passi, alcuni mss. aggiungono *in margine* che essi non si trovano sul testo arabo; ma bisogna domandarsi se si tratta di una postilla dell'Antoli o di note di studiosi o copisti. Il fatto che non tutti i mss. sono d'accordo, mi fa accettare la seconda ipotesi.

מרובעת או פשוטה היתה עליית הכוכבים על כל אנשי הארץ בזמן
אחד והיתה השמש כשעלתה ראה אותה כל מי שהיה על שטח
הארץ ההיא והיה נכנס האור כדור והחשך כדור אבל אנחנו נראה
החשך יתחיל מן המזרח מעט מעט כשיעור מה שיסתירו חלקי הארץ
השמש אצלנו אלשפק והוא אחר צאת הכוכבים ויש במערב אור
הרבה וכזה אלפגר והיא עת עלות השחר במזרח בבקר והחשך
במערב עד שתעלה השמש מעט מעט מחלקי הארץ אשר יסתירוה
אצלנו וזה מופת שכלי ובטל מה שאמרו האחרים והראיה על
בטולו עוד כי חצי היום בכל מקום מן הארץ הוא בעבור השמש
על ראשם וזה בעת היות צל כל דבר בתכלית קצורו ואחר שהוא
כבר נראה חצי היום בשוה בעת שעלתה השמש אחר בכל מקום
מן הארץ יתחיל הצל בתוספת ההצות היום השני זה נמצא לעין
במזרחית הארץ ומערביה וזה גדול ראיה כי הארץ אינה שטוחה.
ואלו היתה כן עברה השמש אצל קצתם לשעה תלך מהיום שלהם
ואצל אחרים ב׳ שעות ול״ג ולפחות וליותר ולי״א תלכנה
מיום עם אחר

Nel capitolo IV., i mss. non ci dànno lezioni molto diverse da quelle del Golius. Il solo Ibn Rustah (p. 13) cambia del tutto il senso di una espressione che altrimenti si riterrebbe esatta, per quanto un po' strana, sostituendo al بحبال di quesli due luoghi: من يسكن بحبال e من يسكن بحبال ذلك الموضع الموضع البعيد الخ (G. p. 13, ll., 12 e 14), l'avverbio بحيال (*in faccia*), come del resto ha pure Gherardo: *in oppositione*.

Nella versione ebraica troviamo invece differenze grandissime.

Il testo arabo (Golius. p. 13, l. 9-10) ha: فباضطرار ان تكون الارض في وسط السماء وان اوضح ما استدل به الخ.

Antoli invece ha così: אם כן בהכרח תהיה הארץ באמצע השמים וזה כי הארץ [1] באמצע הפלך כנקודה מן העגולה

[1] L'espressione באמצע השמים וזה כי הארץ si trova solo nel ms. C. R. I.

והאויר מקיף בה ואם היה על זולת זה וסר מרכז ממרכז הכדור וכדור הפלך עולה או יורד לא היה משתוה היום והלילה ובעבור שהיא באמצע השמים הוא שהשטח[1] אשר יחלוק השמים לשני חצאים הולך על מרכז הארץ שהוא מרכז השמים ולפי מה שיראה מן השמים הוא חציו והוא ו מזלות לא זולת זה הורה כי השטח אשר יעבור בו הראות על הגלוי מן הארץ עד קצות האופק אין בינו ובין השטח אשר יעבור במרכז הארץ התחלפות מורגש ולזה לא יהיה שיעור מה שבין מרכז הארץ ובין הגלוי ממנה מורגש אצל שיעור השמים ואלו לא היתה הארץ באמצע השמים... Poi segue per breve tratto il testo arabo fino dove si afferma che جميع الناس في جميع النواحي من الارض تظهر لهم من السماء ابدا ستة بروج وتغيب عنهم ستة ابدا (Golius, p. 13, l. 17-18), quindi prosegue: ואלו היתה נוטה מן המרכז למזרח או למערב ראה מי שעליהם הכוכבים אצל מזרחיהם גדולים ממה שהם אצל מערביהם וראה אותם מי שאצל מערביהם גדולים ממה שהם אצל מזרחיהם והארץ בלתי מתנועעת ואלו [היתה] מתנועעת אם היתה יורדת לעולם לא היה משיג הדבר הקל כמו הנוצה והתבן וזולת זה כי הדבר הכבד ממהר הירידה יותר מן הקל ואלו היתה מסבבת התחייב שאם יהיה יורה המורה חץ נכח ראשו כנגד השמים שלא יפול החץ רק במערבו ואם יצא העוף מקנו כנגד המערב לא ישוב אל קנו לעולם כי הארץ יותר ממהרת ממנו והוא אשר תקח הצד אשר עלה ממנו העוף ואם הלך העוף נכח המזרח התחייב שלא ישיג העוף את קנו אבל ישיג אותו הקן למהירות הארץ כי היא סבבת בכל יום ולילו פעם אחת ואלו היתה הארץ עולה לעולם לא היה טבעה מה שהיא עליה מן ההרכבה בקור וביובש כי מדרכה הירידה ואינה חמה ולא רטובה ולא נראה זה לאחד מן הקדומים

[1] Il ms. C. R. L. ha: באמצע השמים השטח אשר... .

עד עתה והתבאר בזה כי הארץ באמצע השמים והיא קיימת ולא תתנועע ימין ושמאל וכי התנועה לשמים ועוד אבאר מה שאזכיר במדת הכוכבים כי הכוכב הקטון שיושב בשמים מן הכוכבים הקיימים הוא גדול מן הארץ.....

Continua conforme al testo arabo (Golius, p. 14. l. 13–p. 15, lin. 4), quindi aggiunge: ופנים אחרים אם היתה הארץ עולה או יורדת לא יהיה מהלכה לצד אחד יותר יואר מהלכה לצד אחד כי כל צד ממנה אצל השמים במעלה אחת שוה במרחק המהלך וכל נופל מן השמים לארץ היא ממקיף העגולה אל המרכז וכל עולה ממנה הוא יוצא ממרכז עגולה אל מקיפה וכמו שלא יאמר שמקיף העגולה למעלה ממרכזה ולא מרכזה למעלה מן המקיף כן לא יאמר כי הארץ ממעל לשמים ולא שמים ממעל לארץ אבל השמים ממעל ממי שהוא על הארץ והארץ תחת מי שעליה משוכנים מכל צד כדי שיובן מה שעל ראשם מעלה ומה שתחת רגליהם מטה והתבאר כי היא במרכז ואין קוי הראות מתחלפים וכי הם קוים שוים באמת להבטה אל הכוכבים והשמש והירח ויהיו כל המביטים מביטים מן המרכז ומבואר הוא כי אין שעור למרחק מקומות הארץ קצתם מקצת כי אין שעור לארץ אצל הפלכים כי כל הולך ומביט ממרכז הולך ומביט

Segue un capitolo V. che non troviamo nè in nessun manoscritto arabo nè in nessuna versione:

באשר השמש והירח והכוכבים כלם כדוריים ראייה הירח ונאמר כי השמש כדור והירח והכוכבים ואלו היו שטוחים. והביט אליהם מביט מגולת נכוחיות לא יראה עגוליהם שלמים והיה הכוכב כשיהיה במזרח ראהו מי שהוא במערב חצי עגולה וכזה עגולה מי שהוא באמצע השמים וכל מה שקרב התעגל וחסר עגולו אצל מי שהוא במזרח עד שיראהו מי שהוא במערב עגולו מתעגל ויראה אותו מי שהוא במזרח חצי עגול כי הוא יראה עצמו אז נראה שטוח אחר

שהיה עגול ידמה לסוהרה ואם חשבו שהוא יעלה לצדו יתחייב שנראהו כאשר יהיה נוכח ראשינו יותר גדול כי הצד כשיהיה עולה כל מה שהלך על שטח הארץ תראה העונה עד שתשתוה על ראשינו ונראה אותה אנחנו והיינו אז רואים השמש והכוכבים כשהשתוו יותר גדולים ממה שהיו כשיתחיל לעלות ואין [אנו] ראים מזה דבר אבל נראה בכל המקומות עגול שלם כי הכדור מכל צד שיביט אלנו המביט יראהו כדור שלם ועגול שוה. הנה התבאר בזה שהכוכבים והשמש והירח כדוריים כלם ואין אנחנו צריכים לביאור יותר מזה לבעל לב משכיל ואמנם הירח אורו הוא מאור השמש בזמן שיבא גשמו נכחי לשמש מאיר בשעת החבור וכשיהיה כך יהיה גשמו אשר הוא קרוב אלינו אפל כי הירח אז הוא בין השמש והארץ וכאשר יקדם לשמש לצד מזרח תעבור האורה אליו כפי מהלכו ויקדר ממנו ממה שימשך למזרח ונוסף האור בו ממה שימשך למערב כי השמש אז נוטה ממנו לצד האור ונראהו צורה דומה לקשת אמנם כאשר תהיה השמש במזל דגים ובטלה אז עם זה יהיי קרני קשת הירח קרובים להיות נכוחיים לאופק כמו שהוא כתוב בשער כֹּו

Il cap. XXVII. qui citato è il comune XXV. e il passo è il seguente: [والقمر] انـــه يستضي من نور الشمس الواقع عليه فيكون نصف بسيط جرمه المقابل للشمس مضيا فاذا كان مع الشمس كان كل نصفه المظلم مقابلا لنا لان القمر يصير بين الارض والشمس فاذا سار فتقدم الشمس الي المشرق انتقل الضياء فيـــه بحسب سيره فانكسف عنه مما يلي المشرق وزاد فيه الي مـــا يلي المغرب فانحرف حينيذ الضياء الينا فراينا منه شكلا شبيها بالقوس ' اما اذا كانت الشمس في برجي الحوت والحمل فعند ذلك يكون طرفا قوس الهلال قريبين من موازاة الافق لان فلك البروج حينيذ يكون منتصبا عند الافق واما اذا كانت الشمس في السنبلة والميزان فعند

ذلك يري الهلال منتصبا لان فلك البروج يكون في ابعد الميل عند الافاق (Golius, p. 93, ll. 2-15)[1].

Credo opportuno notare che quando 'al-Farghāni cita sè stesso, usa espressioni un po' vaghe: « come dicemmo nel principio del libro », « come dicemmo altrove » e simili. Mai poi vengono ripetuti interi passi con riferito persino il numero del capitolo!

Per tutto il capitolo V. si ha una grande incertezza di lezione, e anche Ibn Rustah vi porta qualche contributo. Però in generale, si tratta di varianti che non è difficile ridurre a una lezione unica; soltanto il passo riguardante la declinazione dello zodiaco dal circolo equinoziale è dato molto discordemente. Il codice L. afferma di essa che è علي ما وجده بطلميوس ثلثة وعشرون جزءا واحدي وخمسون دقيقة اذا كانت الدايرة ثلثماية وستين جزا واما بالقياس الممتحن الذي قاسه المامون رحمة الله عليه واجتمع عليه عدة من العلماء فهي ثلثة وعشرون درجة وخمس وثلثون دقيقة (Golius, p. 18, l. 8-13; L, c. 14 v.–c. 15 r.).

Per la prima parte le varianti sono queste: H. invece di على ما وجده بطلميوس, ha כפי מה שזכר החכם בטלמיוס; K. dà unicamente ثلثة وعشرون جزءا. Per la seconda B. K. e Cr. invece di المامون hanno يحيى بن ابي منصور في ايام المامون e tralasciano la رحمة الله عليه che dànno (d'accordo, come nel resto, con L. anche P. e R.; poi R. allontanandosi da tutti gli altri, dà non già خمس وثلثون دقيقة, bensi ثلاث وثلثون دقيقة, proprio come Iohannes Hispalensis, del quale riferisco tutto il passo, per dimostrare quanto sia difficile precisare e distinguere le famiglie dei codici: « ..... Secundum quod

[1] Il ms. C. R. I. ha כמו שנזכר בשער כ״ו, ma con ciò non si toglie la determinazioue precisa. Potrebbe però trattarsi di una aggiunta del traduttore o del copista.

invenit Ptolemaeus 23 graduum et 51 minutorum. Probatione autem certissima, quam probavit Almeon, qui interpretatur securus vel pacificus sive fidelis et convenerunt in ea complures sapientum, quod est vigintitrium graduum et triginta trium minutorum » (Parigi, p. 16). L'ed. di Norimberga (c. 52), uguale nel resto a quella di Parigi, in vece di « 23 graduum et 51 minutorum » ha « viginti quatuor minutorum » ! Forse si volle intendere 24°. E in fine noterò che H. segue, in tutto il passo, L., ma però omette رحمة الله عليه .

Con la fine del V. capitolo termina, senza alcun cenno, la lunga citazione di Ibn Rustah (p. 17), il quale copierà poi (p. 94 segg.) l'intero capitolo X. pure senza accennare alla fonte.

Il cap. VI. non offre una grande varietà di lezioni. Noterò solo che K. pone l'estremo limite abitabile a nord dove يرتفع القطب الشمالي عن الافق ستة وثلاثون جزءا mentre gli altri mss. e le versioni dànno, e con ragione, ستة وستين جزءا .

Lo stesso codice K. aggiunge, in fine del capitolo وبالله التوفيق , analogamente a B. che ha il solito فافهم ذلك .

Verso la metà del capitolo seguente (Golius, p. 26, l. 14), la versione ebraica pone termine al suo cap. VIII. e ne incomincia un IX., che è poi la seconda parte del nostro VII.

השער התשעי במקומות הנשארים מהרובע אשר הם בלתי מיושבים
איך הם סגולתם ומה שיקרה להם ונאמר סגולת המקום שיהיה בו
גובה הקוטב על האופק יותר...

Quasi subito dopo, mentre tutti i mss. arabi dànno come proprietà di questo luogo l'essere ارتفاع القطب فيها عن الافق اكثر من بعد مدار السرطان من القطب . Gherardo dice, con maggiore esattezza: « ... plus longitudinis revolutionis *capitis cancri* a polo ».

I dati intorno alla misurazione del grado astronomico e alle varie dimensioni della terra offrono, evidentemente, una certa varietà, nei diversi manoscritti arabi e, più ancora, nelle versioni.

Il passo relativo alla misurazione del grado, è dato così dal ms. L. (Golius, p. 30, l. 14 segg.): فنجد ... حصة الدرجة

الواحدة من دور الفلك يكون من استدارة الارض ستة وخمسين ميلا
وثلثي بالميل الذي هو اربعة الف ذراع السودا علي ما امتحن في
ايام المامون رضوان الله عليه واجتمع على قياسه عدة من العلماء

Il codice B., invece di ستة وخمسين, dà ستة وستين, e per insistere meglio su questo dato vi scrive sopra le cifre corrispondenti (וד), ma poi l'applica soltanto per i primi calcoli, mentre per gli altri si serve del comune.

In generale poi i traduttori non hanno compreso la frase بالذراع السودا. Cr. traduce « secundum cubitum aequale » ; I. H. « cubita per gradus aequales » ; H. אמה באמה בינונית, e aggiunge: .....לפי מה שנבחן אצל בטלמיוס ובימי אלמאמון ; Christmann (p. 36) traduce, a modo suo, « cubita ... prout cubitum accipitur in mensura media. Cubitum habet sex palmos communes ut cum Almamone plurimi sapientes testantur » ; e, finalmente, una versione latina che, come ho detto, cita il Christmann, ha così: « Cubitum autem sic invenerunt, posuerunt enim grana sex hordei contigua in uno ordine: et spatium quod dicta sex grana hordei occupant, appellaverunt pollicem: et de 4 pollicis (*sic*) fecerunt palmum, et de 4 palmis fecerunt cubitum » (Chr., p. 42).

La lezione di I. H., Cr. e H. si spiega supponendo un الاسوا in luogo di السودا, ciò che però non toglie l'errore, poichè è appunto il *braccio nero* di 24 dita (non, come traduce il Golius, il *regio* che è di 32) che moltiplicato per 4000 dà il miglio (= m. 1479,5).

In quanto poi alla versione citata dal Christmann, siccome io non esito punto (fondandomi su i passi che Chr. stesso riferisce in sunto) a identificarla con quella di Gherardo da Cremona (anche perchè non abbiamo memoria di altri traduttori), credo che il passo citato non sia che una glossa, passata dal margine nel testo, e come testo ritenuta da Federico monaco che scrisse il codice e da Christmann che se ne servì.

Il diametro della terra viene, appresso, fissato in 6500 miglia *circa*. La versione dell'Hispalensis uscita a Norimberga nel 1537 (c. 8 r.) spiega così questo *circa*: « Videlicet 6491 milliaria ». Questa aggiunta manca nell'edizione di Parigi.

La superficie terrestre è, secondo al-Farghānī, circa 132.600.000 miglia quadrate. B. cancella nel testo مایة الف الف واثنان وثلثون الف الف وستمایه الف e scrive in margine ١٨٣٣٤..., cifra che si fonda sul grado di 66 $^2/_3$ miglia.

I. H. ha nell'edizione di Norimberga: « 132 millia millium et sexcenta millia milliariariorum fere videlicet 132.415.364 pro quantitate qua mensuratur milliarium in milliario, idest per mensuram quamdam habentem in unoquoque latere milliarium unum » (c. 8 r.). L'edizione di Parigi (pag. 28) dà 100.600.000 e omette l'altra cifra.

Nel primo clima la latitudine si conta, secondo i mss. arabi e I. H., dal punto dove il polo s' eleva dodici gradi; Cr., invece, e, per conseguenza, H. hanno 12° $^1/_3$ $^1/_4$. — Per il secondo, mentre anche Cr. e H. s'accordano con i mss. arabi nell'asserire che nel mezzo del clima il polo s'eleva di 24° 10', I. H. (N. c. 8 v., P. p. 30) ha invece « ... 24 graduum et quartae partis unius gradus ».

Secondo L. (Golius, p. 33, ll. 13-14) e K., il limite massimo di latitudine del 3° clima è raggiunto dove il giorno più lungo conta 14 $^1/_2$ ore. P. ha semplicemente 14 ore; B., Cr., H. hanno 14 $^1/_4$ ore. — L'estensione del V. clima è di 210 miglia.; I. H. è il solo che abbia 212. Nel mezzo del clima VII. il polo s' eleva di 48° $^2/_3$ secondo Cr. e H. mentre tutti gli altri hanno concordemente 48 $^2/_3$ $^1/_4$. L'estensione totale dei climi è, secondo i mss. arabi, e così pure secondo Cr. e H. 2140 miglia; I. H. (N., c. 9 r., P., p 31) dà la cifra enorme di 20400 miglia. Questo errore comune alle due ediztoni di Parigi e Norimberga, dimostra in quale stretta relazione esse stiano.

I nomi di paesi e città dati nel capitolo X. non si possono tutti identificare con sicurezza e alcuni vanno indubbiamente corretti seguendo Yāqūt. Il Golius che diede una straordinaria estensione alle note di questo capitolo, non giunse che fino al clima 5°, dove appunto si trovano moltissime difficoltà. Lo riferirò, nella lezione che mi pare migliore, e con tutte le varianti, per dare un'idea delle condizioni in cui ci è pervenuta l'operetta di al-Farghānī:

والاقليم [a] الخامس يبتدي من المشرق من بلاد ياجوج [b] ثم يمر علي شمال [c] خراسان [d] وفيه [e] من المدن هناك [f] الطراز [g] وهي مدينة التجار ونواكت [h] وخوارزم [i] واسفيجاب [k] والشاش وطراربند [l] واذربيجان وكور وارمينية وبرذعة ونشوي [m] وسيسجان وارزن وخلاط ويمر في بلاد الروم على خرشنة وقرة [n] وورومية [o] الكبرة ثم يمر بسواحل [p] بحر الشام مما يلي الشمال ثم علي بلاد الاندلس حتي ينتهي الي بحر المغرب ،

Non ho citato la versione ebraica perchè non è possibile metterla a confronto con gli altri testi, tanto è diversa.

האקלים החמישי יתחיל מן המזרח במדינת סרסאן וארמיניאה וארץ תורכסתאן ומלמטה ורומה עיר הרומיים הגדולה ודרום מדינת אנדלוס וקרטבה ומה שקרוב מרומה מעירות הרומיים ומדינת איטליא ואפרינה וקוסטנטינה אשר לרומיים ונפל אמצעו בקירוב בן ארמיניאה וקרוב מצפוני בקירוב ארהגיל

Questa è, tranne leggeri cambiamenti, la lezione del ms.

---

a) L. P. om. و . — b) L. R. om.; I. H. (c. 9 v., p. 35): « Quintum clima incipit *a regionibus Magos* ». — c) R. agg. بلاد . — d) Cr. *Characen*; I. H. *Coracem*. — e) R. وفيها . — f) R. om. — g) Cr. *Aleres*; I. H. *Acurem*. — h) L. نواكث ; K. مواكت ; P. واكت ; Cr. *Thukebet*; I. H. *Naziechil*. La lezione di R. è نويكت e l'ho accettata solo per l'autorità del De Goeje, non già perchè abbia potuto identificarla. Yaqūt non la cita neppure. — i) R. la pone dopo اذربيجان . I. H. *Chorarisme*. — k) B. è senza diacritici; L. واسجاب (sic); P. وعماد وشماس ; R. واسبيجاب ; K. والسنجاس ; Cr. *Astiaba*; I. H. *Istiab*. — l) L. K. طرنرند ; P. الطارنيدة ; B. è illegibile; Cr. *Altarabind*; I. H. *Catabit*. — m) P. واسرى وبلنوس (sic). — n) B. ومرة . — o) R. الرومية الكبيرة . — p) R. بساحل .

Vaticano; ma gli altri ne differiscono ben poco. Anche il ms. del C. R. I. non si accosta molto al testo arabo.

Fra il cap. IX e il X la versione ebraica ha un capitolo nuovo:

השער השנים עשר באשר המזלות יֹבֹ לא פחות ולא יותר
ולמה הוחלו בטלה אמנם המזלות הראשון שהתבונן בצורתם הוא
בטלמיוס החכם והוא באר כל צורה שבשמים בשמה ובאר הדרומי
ממנה והצפוני ואזור הגלגל ואלו יֹבֹ צורה הם באזור הגלגל בהכרה
מראות העין ובעבור שהשמש והירח והכוכבים הֹה לא ירוצו רק
באלו היֹבֹ מזלות לא יעברו וכאשר השיגו אחרית תאומים ישובו
יורדים מצפן וכאשר השיגו אחרית קשת ישובו יורדים מדרום
וידענו כי המזלות אשר בגלגל ירוצו בהם הכוכבים הם היֹבֹ לא פחות
ולא יותר ואמנם בטלה הוחל בו שהגלגל עגול וכל עגול אין
ראשית לו אבל בעבור כי השמש תשנה הזמנים בתנועתה במזלות
וכאשר סבבה בטלה תהפוך הזמן אל בריאות ונעימות וזהרה הארץ
וכאשר סבבה בשור נוסף החום ובתאומים יתחזק החום וכל מה
שבאה במזל ישתנה ענין המזל האחד בכל אופק מן האופקים ולֹא
ישתוה היום והלילה רק בסבבה בראש טלה ובראש מאזנים התחייב
שתהיה ה התחלה מעת שהוחל התוספת היום על הלילה והיתה
ההתחלה במה שנוסף היום על הלילה ראשון ממה שנוסף בה
הלילה על היום לפי שהיום מאיר והלילה מחשיך והאור כחיים
והלילה כמות והיום חיי לעולם והתחייב שיוחל ממזל אשר בסבוב
השמש בראשיתו נוסף היום על הלילה

Un'altra aggiunta considerevole si trova in fine del cap. X:

ועליות טלה ודגים באקלים הרביעי יֹטֹ מעלות ויֹבֹ דקים ושור
ודלי כל אחד מהם כֹבֹ מעלות ומֹוֹ דקים תאומים וגדי כל אחד מהם
כֹטֹ מעלה ויֹזֹ דקים סרטן וקשת כל אחד מהם לֹהֹ מעלה וטֹוֹ דקים
אריה ועקרב כל אחד מהם לֹוֹ מעלה ובֹ דקים בתולה ומאזנים כל

אחד מהם לו מעלה וכה דקים ועליות טלה ודגים בעגול הישר כל
אחד כז מעלה ונ דקים שור ודלי כל אחד כט מעלה ונד דקים
תאומים וגדי כל אחד לב מעלה ויו דקים סרטן וקשת כל אחד
כמו תאומים וגדי אריה ועקרב כמו דלי ושור בתולה ומאזנים כמו
טלה ודגים וזה כלו העולה בשתי שעות ואשר הוסיף באקלים הרביעי
על קו השווי מצאנו בקצת עליות באקלים הרביעי מעגול השווי ה
הלקים ולה [1] דקים ותהיה הקשת שלה ט חלקים וזה [מה] שבין האופק
קו השווי ואופק האקלים הרביעי   וכפלנו זה והלקנו על טו מעלה
שהם שעור שעה בינונית והיה שעה וחומש וזה תוספת טלה ומצאנו
עליות גלגל שור ז חלקים וה דקים והקשת שלה ו חלקים ומה
דקים וכפלנום והיו יג חלק והצי [חלק] והלקום על טו והיו הצי שעה
ושליש והלק מטו וזה תוספת שור על טלה   ומה שנאמר מב
השעות והצי אשר הוסיף האקלים הרביעי על קו השווי הוא תוספת
[סרטן] תאומים וזה ב חמשי שעה והסר כפי מה שהוסיף תאומים והסר
אריה כפי מה שהוסיף שור והסר בתולה כפי מה שהוסיף טלה
עד שהשתוה והלילה בראשית מאזנים עוד יתחיל היום בהסרון
והסר מאזנים כפי מה שהוסיף טלה   ויהסר עקרב כפי מה שהוסיף
שור והסר קשת כתוספת תאומים ויוסיף גדי כשעור הסרון קשת
ויוסיף דלי כהסרון עקרב ויוסיף דגים כהסרון מאזנים וישתוה הלילה
והיום   עוד יבא השמש בטלה וישוב הענין כשיהיה וזה מתמיד
לא יתחלף על [2] הארץ לעולם כל זמן כשיהיה זה עד תכליתו על
זה הענין ואין אלוה רק האלוה אשר ברא אותו והוא מגיעו.

Un'altra ancora è in fine del cap. XI:

ונזכיר זמני שעות המזלות אמנם כשיבא השמש בטלה [3] זמני
שעות טו וזמני שעות ראש שור יו והצי וכשתרצה עד עת זמני

[1] Il ms. C. R. I. ha לז.
[2] Ms. C. R. I.: בכל.
[3] Ms. C. R. I.: בראש טלה.

שעות יום מימים שבין ראש טלה וראש שור עיין מה שבין זמני
ראש טלה וראש שור תמצא זמן מעלה והצי וזה צ̇ דקים והחלק
זה על ל̇ ומה שיצא הוא תוספת כל יום בקרוב וכזה תעשה
כאשר ביאת השמש בשני מולות תחלקנו ותעשה כמו
שהגדתי   ודע כי הזמן מעלה והמעלה ס̇ דקים כאשר הגדנו לפני
זה וכבא השמש בראש תאומים הזמנים יז̈ והצי ושמינית   ובראש
סרטן יח̈ ושמינית ובראש אריה יז̈ והצי ושמינית ובראש בתולה יו̈
והצי ובראש מאזנים טו̇ ובראש עקרב יג̈ והצי ובראש קשת יב̈
ושלש שמינית ובראש גדי יא̇ וז̇ שמיניות ובראש דלי יב̇ וג̇ שמיניות
ובראש דגים יג̈ והצי וזה כל זמני האקלים הרביעי   ותדע ערת
הלוקתך מה שבין ביאת השמש בכל שני מולות כמה שהגבלנו
אם יוסיפו או יחסרו ואם הזמנים יוסיפו הוסף אתה [מה שיצא לך]
ואם יחסרו תחסר מה שיצא לך בחלוק

Il movimento che il sole compie da occidente a oriente è, secondo i codici arabi, Cr. e H., di circa 59′ ogni giorno (Golius, p. 50, ll. 7-8); I. H. in entrambe le edizioni (N, c. 13 r.; P, p. 32) ha invece 60′ circa.

Poco appresso (p. 51, ll. 9-10) P. afferma che la sfera lunare si muove من المشرق الي المغرب, mentre gli altri mss. hanno semplicemente الي المغرب, frase che manca in H. di fronte al من المغرب الي المشرق attestato da Gherardo.

Il movimento giornaliero del centro dell'epiciclo lunare nell'eccentrico verso oriente, è di 14° 23′ per tutti i mss. arabi e per Cr., H.; I. H. solo (N, c. 13 v., P, p. 52) afferma che è di 34° 25′ (cf. Golius, p. 51, ll. 17-18).

Sulla fine del cap. XV. (Golius, p. 63, l. 14 segg.) s'incontra una certa varietà di dati e anche di lezioni. A quella data dal cod. L. d'accordo con B., K., P., fanno riscontro I. H. (N., c. 16 v., P., p. 64) che attribuisce a Marte e Mercurio rispettivamente 22 e 31 gradi in vece di 17 e 13; per la distanza poi dal sole verso oriente e occidente il solo H. dà 47 in luogo di 48 gradi. — La versione di Gherardo continua a questo punto: « In Saturno est a statione prima usque ad longitudinem propinquiorem 66 partes in duplo ergo eius usque ad stationem secundam erit retrogradus et sic in aliis ». Nulla di simile troviamo presso gli altri.

Più innanzi, in fondo al cap. XVI., abbiamo pure un po' di varietà. Per i primi dati, nell'Hispalensis manca ogni accenno a Venere; per i secondi L. (G, p. 65, l.9) dà erroneamente per Marte 39 $^1/_6$ contro 39 $^1/_2$ di tutti gli altri; e B. cambia solo l'ordine mettendo per ultimo الزهرة.

Il cap. XVII. tratta del tempo che impiegano i pianeti a percorrere i vari circoli: epiciclo, eccentrico, zodiaco.

Per il primo (detto da Gherardo *orbis revolutionis*) si assegnano ordinariamente alla luna 27 giorni, 13 $^1/_3$ ore. I. H. ha invece: « Luna ambulat circulum brevem 26 diebus et horis 13 et tertia unius horae fere » (N., c. 17 r., P., p. 66); mancano poi i dati per Marte e per Mercurio, mentre l'ed. P. (p. 66) dà 3 mesi e 26 giorni, N. dà 3 mesi e 16 giorni.

Sempre per la luna il ms. B. sbaglia la punteggiatura (come altrove) e invece di 27 dà 29.

Per la rivoluzione nell'eccentrico i dati sono esatti solo in P., Cr., H., dagli altri essendo dati così:

B. 29 giorni, ore 7 $^1/_2$ $^1/_5$
L. 27 giorni, ore 9 $^1/_2$ $^1/_4$
I. H. (N., c. 17 r.) 27 giorni, ore 11 $^1/_2$ $^1/_4$
I. H. (P. p. 66) 29 giorni, ore 12 $^1/_2$ $^1/_4$;

mentre invece

P., Cr., H. hanno 27 giorni, ore 7 $^1/_3$ $^1/_5$.

Un errore hanno pure poco appresso L., P., quando affermano che Saturno percorre lo zodiaco in 7 giorni meno del tempo che impiega nell'eccentrico, mentre B., K., Cr., H., I. H. dànno 9 giorni.

Pure altre cifre, in fine del cap. XVIII. sono date un po' discordemente. La lezione di L. è questa: وللزهرة علي ارصاد بطلميوس في المجسطي ستة اجزا وثلث واما غير المجسطي فتسعة اجزا'. Anzi tutto sarà preferibile seguire B., P., Cr. i quali invece di واما غير hanno واما في غير; I. H. poi ha questa lezione incompleta: « Veneris quoque sex graduum et tertia unius, et Mercurii 4 graduum secundum probationem Ptolemaei in almagesto. Iamque etc. » (N. c. 18 r., P. p. 74).

Il punto che, sopra tutti, interessa nella versione ebraica è nel suo cap. XXII. (ms. V. c. 119 v., l. 10–c. 123 r., l. 18) dove troviamo, messi di fronte, la versione latina e un codice arabo, differente da tutti quelli che conosciamo e ci sono rimasti, notoci solo per testimonianza dell'Antoli, e senza riscontro nelle versioni latine.

Stimo utile trascriverlo qui per intero, perchè anche la prima parte (sebbene, in fondo, non riferisca altro che il testo arabo del capo XIX.) servirà a identificare con sicurezza il נסחת הרומיים, l'*exemplar romanum* di Christmann.

שער שנים ועשרים « מהעתקת נסחת הרומיים » במספר
הכוכבים הקיימים ומחלוקותם כפי שעורי גדלם וספור מקומותם
מן הגדולים שבהם והם טו ונאמר עתה במספר הכוכבים הקיימים
ונאמר שעוריהם כפי מה שמצאו החכמים בחקירותם ונאמר שמות
הכוכבים הגדולים שבהם ומקומותם בשמים בזמננו זה כי תנועת
מהלכם בכל ק שנה חלק אחד ונאמר שהחכמים השיגו בחקירותם
על הכוכבים הקיימים שהיתה השגתם אפשרית בכלי המחקר עד
האחרון שיוכלו לראות לצד דרום באקלים הז והלקו שעורי גדלם
בו חלקים ושמו הגדולים שבכלם שני הכלביים ופרס נופל ולבב
אריה ואלו הם בשעור הגדול   והקטנים מאלו מעט במו אל
פרקדין והגדול אשר בבנאת[1] עיש ואלו הם בגודל השני ואחר כן
הלכו הלוך והסור עד שהגיעו לשעור הו והוא האחרון שהיתה בו
ההשגה אפשרית ומצאו בגודל הראשון טו ככבים ובשני מה
ובשלישי רח וברביעי תעד ובחמישי ריז ובששי סג מהם ט אפלים
וה עננים ומהם אלהקעא ואלנהתרה כוכבי הקעא והם קטנים
דומים לעבים ומצאו כל אלו הכוכבים שלקחנו בעין אלף וכב מהם
מגלגל המזלות שס ומהם בצורות המזלות שמו ומהם בצד דרום שיו

[1] Il ms. C. R. I. ha בבנות.

ונאמר מקומות הכוכבים שהם בשעור הראשון בלבד שהם טֹוֹ
מהם במזל טלה כוכב אחד שהוא בסוף צורת הנהר ומהלכו
קרוב למהלך סוהיל ובשור כוכב אחד אדום שהוא כעין השור
ונקרא אלדבראן ובתאומים אחד ונקרא אלעיוק והוא כוכב אדום
ומהלכו קרוב לראש השוכנים באקלים הדֹ ואחד שהוא ברגל
השמאלית לתאומים והוא כוכב אדום והוא גובה כתף הימנית
מתאומים ואלסהרא הימנית והוא נקרא אלעבור וסוהיל שהוא
בצורת הספינה והוא קרוב לסהרא הימינית והוא בסוף תאומים
ושניהם ימצעו הרקיע בשעה אחת ובסרטן אלסהרא השמאלית
והוא נקרא אלגומיזה ובאריה לב אריה שהוא בחצי גלגל
המזלות והוא מהלך השמש ובבתולה זנב אריה והוא נקרא
אלסרפא ובמאזנים אלסאמך אלעזלי והוא ביד השמאלית מבתולה
ואלסאמאך אלראמיח והוא כוכב אדום ומהלכו קרוב לנקודת
הראש וכוכב שהוא על הרגל הימנית מצורת דג גדול והוא מן
הכוכבים האפלים ומהלכו קרוב ממהלך סוהיל ובקשת נשר [פורח]
נופל ומהלכו על הראש ובדלי כוכב אחד והוא סוף זנב הסוס ובערב
דנב אלפרס וכוכב אחד בפי הדגים הדרומי ומהלכו קרוב למהלך
זנב העקרב והוא נקרא אלשאולה אלאקולוטי אלו הם הכוכבים
הגדולים שבגלגל «ובנסחת הערב ענין אחר והוא זה»[1] ואמנם
הכוכבים הקיימים כפי מה שהסכימו עליו בטולמיום וזולתו מן
החכמים כפי מה שנראה להם מן הכוכבים באקלים הגֹ הצפוניים
מהם והדרומיים ומה שהוא באזור הגלגל וחלקו שעוריהם בגודל
והעיד בטלמיום שגלגל המזלות סובב סביב גלגל כוכבים הקיימים
וגלגל כוכבים הקיימים הציו צפוני והציו דרומי והצפוניים הם מראש
טלה עד סוף בתולה והדרומיים ממאזנים עד סוף דגים וכמו כן כל

[1] I vari mss. dànno per i nomi delle stelle e il loro numero lezioni diverse; ma non credo opportuno riferire anche solo le varianti dei mss. di Firenze.

כוכבי הגלגל צפוניים ודרומיים הם מח צורות ונתחיל בצפוניים
וראשון בצורותם הדוב הקטן כפי מה שימשך לקוטב הצפוני
וכוכביו ז עוד הדוב הגדול הוא אל צד השוה היום וכוכביו
כז עוד התנין וכוכביו לא וד כוכבי התושבת עואיר בראש
התנין עוד אלמתלהב והוא קיקאוס בלשון יון [1] ראשו לצד
קו השווי ורגליו לפני הקוטב וכוכביו יא ואצלו שני כוכבים
אינם בצורות עוד אלגול הראשון הוא לצד הקוטב ואחת מידיו
על דרך אלמגרה שהיא קרובה אל הקוטב ועל ירכו אלסמאך
אלראמח כלומר נושא הרמאה וכוכביו כב עוד אלאכליל הצפוני
והוא אלפניא המאיר [2] וכוכביו ח עוד אלגאתי ראשו אל קו
המשווי ורגליו לצד הקוטב הצפוני וכוכביו כח זולת הכוכבים אשר
על ראש ההרב עוד אלסלחפה והוא הנשר הנופל והוא לצד
מה שימשך לקוטב הצפוני וכוכביו י עוד אלרדף הוא התרנגולת [3]
ראשו לצד קו המשווי והמזרח ואחת מכנפיו אל הקוטב הצפוני
וכוכביו יז עוד בעלת הכסא והיא צורת אשה יושבת על כסא
ראשה לצד קו המשווי ורגליה לצד הקוטב הצפוני וכוכביו יג ובה
הכף המפרכסת עוד נושא ראש אלגול לצד קו השווי וכוכביו כו
עוד הרועה והוא מחזיק בצאן אל מול קו השווי וכוכביו יד ובו
אלעיוק [4] עוד מחזיק בחיה ראשו לצד הקוטב הצפוני ורגליו אל

[1] L'edizione veneziana dell' Almagesto (« *Almagestum Cl. Ptolemei Pheludiensis Alexandrini Astronomorum principis: Opus ingens ac nobile omnes Celorum motus continens. Felicibus astris eat in lucem: Ductu Petri Liechtenstein Coloniensis Germani. Anno Virginei Partus 1515. Die 15. Ja. Venetiis ex officina eiusdem litteraria* ») ha precisamente (c. 78 v.): « Stellatio Cheichius latine et ipse est inflammatus ».

[2] Almagesto (c. 79 r.): « Stellatio Coronae septentrionalis: et est Alfeta ».

[3] « Stellatio Euristim: et est volans: et iam vocatur gallina, et dicitur Euristim quasi redolens ut lilium ab ireo ». Almag., c. 79 v.

[4] « Stellatio retinentis habenas: id est alaioc: et nominatur latine antarij et etiam alaanac: id est collarium ». Id., c. 80 r.

צד קו השווי וכוכביו כד והחיה עמו ראשה אל הקוטב וזנבה אל
המזרח וכוכביו יח אלסרי והוא בלשון יון אלופיניים [1] ראשו למזרח
ואחריתו למערב והוא ה כוכבים עוד הנשר המעופף צורה אחת
ונשר עומד על הסהר כנפיו אל קו השווי וראשו אל מזרח וזנבו אל
מערב וכוכביו ט והפרד והוא החץ והנשר עומד על החץ [2]
ויקרא עוד אלעקהב עוד אלדלפין והוא אריה ים ראשו אל הקוטב
הצפון וכוכביו י ובו כוכב אלמנכב והוא קשר הזרוע הנקרא בלעז
קוברי והוא ד כוכבים עוד ראש פרס והוא בלשון יון ברוטומא
ובו ד כוכבים יקרא ראש אלנאקה וימשך אחריו חצי פרס ולו ב
כנפים והם צורה אחת ראשו אל הקוטב הצפוני וכנפיו אל צד קו
השווי וכוכביו ב ובו אלפרגאן והוא שני המריקים ועוד אשה
שלא ראתה בעל מעולם ראשה אל מערב ורגליה אלמזרח
וכוכביו כג עוד המשולש וכוכביו ד כלל הצורית הצפוניות
כא והכוכבים שס [3] עוד נזכיר המולות והם אזור הגלגל הראשון טלה
וכוכביו יג ובו אלשרטין ואלבטין שור כוכביו לג ואלדבראן
בשרש קרט ואלתריא בגבו וכמו כן אלסרטין קרני טלה ואלבטין
אילתו תאומים כוכביו יח ובו קדמות הזרועות ואלההעא
ואלנעא סרטן כוכביו ט ובו אלשדה אריה כוכביו כז ובו
אלטרף ואלגבהא והוא לב אריה ואלזידא ואל סרפא בתולה
כוכביו כו ובו אלענא ואלסמאך ואלעול מאונים כוכביו ה
ובו אלגפר עקרב כוכביו כא ובו אלזיינא ואלאכליל ואלקולאב

---

[1] L'Almagesto (c. 80 v.) ha così: Stellatio Istiusc: et nominatur arabice alahanere et est nun ». Altre lezioni di mss. sono: אלופיטו e אלופ:טם.

[2] Nel ms. della Nazionale centrale di Firenze, manca הפרד הוא החץ והנשר עומד על החץ. Però, prima, ha עומד על החץ in luogo di עומד על אלסהר.

[3] Almagesto (c. 81 v.): « Omnes ergo stellae quae sunt in parte septentrionali sunt trecente et sexaginta una ».

ואלשולה קשת כוכביו לא ובו אלנפר[1] גדי כוכביו כה ובו סעד
דבה וסעד בלג דלי כוכביו מב ובו סעד אלסעוד דגים
כוכביו לד ובו אלפראגן ואלדשא כלל כוכביו אשר בצורות
המולות שמו[2] ומה שהזכרנו שהוא במולות מחנות הירח יחתוך כל
לילה מחנה אחת בקרוב ואלו מה שבגלגל הדרומי מן הצורות
הראשון אלתמסה והוא פתוסן בלשון סוריניין ויאמר לו אלפרס והוא
הסוס בקביל אלבטין מפאת דרום למורח כוכביו כב עוד אל
הסאן מקביל המורח כוכביו לה והכוכב אשר יקרא אלמראם ברגלו
עוד אלנהר והוא בצורת היה ולו זנב כזנב דג וכוכביו לד עוד
הארנבת וכוכביו יג עוד אלכלב הגדול והוא כלב אלגבאר
וכוכביו כה עוד אלשער אלעמיצא והיא צפונית והיא בפי כלב
אלגבאר והוא מקביל סרטין לפאת דרום עוד אלכלב הקטן ובו
ב כוכבים ובכתפו אלשער אלעבור עוד אלחרפא והיא הספינה
תחתיה מקביל הקוטב הדרומי וראשה ואמצעה בקביל קו השווי
וכוכביו מה וסוהיל אלקצה המנהיג שלה עור החיה והיא
אלשגאע גבה אל קו השווי ופניה אל הקוטב הדרומי וראשה אל
מורה וזנבה אל מערב וכוכביה כה והכוכב אלפרד והוא
בצורת אלקאקאה והוא בלשון יון כראתיר ראשו לפאת מערב
והחרתיו לקוטב הדרומי רחב מופלא על זולת מצב כוכביו ז
עוד העורב והוא אלאבקע פניו אל מערב ורגליו אל מורה וזנבו
אל מערב ופיו אל דרום ותארו מתרחבת איננו נצב וכוכביו ז עוד פי
אטכוס והוא נושא אלסבע הוא אריה ופניו לפאת מערב וחציו אדם
וחציו סוס ורגלי הסוס לצד הקוטב ובידו הימנית חרב הרומה והיד

[1] Il ms. Vaticano e quello della Nazionale di Firenze hanno: וכוכביו ה; ma la cifra è sbagliata, e non è che presa sopra da מאונים alla quale pure si attribuisce אלנפר.

[2] L'Almagesto, invece, ha (c. 85 v.): « Omnes ergo stellae orbis signorum sunt trecenta et quinquaginta ».

האחרת אחוה באריה ואריה מתאחו ברגל ובתוך ידו כוכביו לֹוֹ
והוא אלסבע צורה אחת וזה אלסבע   עוד צורת אלפהר כלומר
הנמר וזנבו לפאת מזרח וראשו אל קו השווי וקצה זנבו אל קוטב
דרום כוכביו יֹטֹ   עוד המתחבה הנפילה ראשה אל קוטב דרומי
ורגליה אל קו השווי וכוכביו חֹ ובתוכה כאור אש מתלהב   עוד
אלאבליל הדרומי והוא אלפנא הדרומית לה שני רגלים לפאת
מערב   וצורת זה אלאכליל כפול נמשך הקוים וכוכביו יֹגֹ עוד
הדג אלגנובי ראשו לפאת מערב וצורת הכנף אשר ממעל לזנב
לפאת מזרח וזנבו לצד הקוטב הדרומי ובאמצעו עקוד כבר בלען
נחש וכוכביו יֹאֹ   וכלל הצורות הדרומיות טֹוֹ   ומספר הכוכבים
שֹיֹזֹ   וכל הכוכבים אשר נגלגל אלף וכֹבֹ

Quindi l'Antoli continua: עוד הזכיר בנסחת הערב מה שנזכר בנסחת הרומיים כפי מה שהקדמנו ועוד השלים זה השער במה שייחד לו שער בנוסחת הרומיים וכן כתבו הרומיים. Segue il nostro comune capo XX. sulle mansioni lunari.

Questo tratto di passaggio c'insegna dunque che il manoscritto arabo usato dall'Antoli non tralasciava il capitolo XIX. ma gli premetteva quello che ora abbiamo riportato e poi univa in uno solo e quanto riguardava le stelle di prima grandezza e le mansioni lunari [1]. Questo non senza una ragione, già che prima sta giustamente la trattazione generale delle stelle e poi in particolare di quelle che hanno speciale importanza.

Ma, in realtà, possiamo credere all'esistenza e originalità di questo manoscritto arabo? Ne parlerò più innanzi.

[1] Christmann (p. 108) traduce così l'ultimo passo riferito: « Hisce subiungit codex Arabicus, ea quae commemorantur in exemplari Romano: haec autem nos cum superioribus in unum caput contraximus. Sic autem scribunt Romani ».

Inutile dire ch'egli non ha capito nulla!

Dove s'incontrano dati astronomici è ben difficile trovare concordi le varie tradizioni del testo di al-Farghānī. Così è nel cap. XXI. che tratta delle distanze dei vari pianeti dalla terra, dove si nota un fatto assai curioso, poichè il ms. L. dà, per la distanza minima della luna dalla terra 109.026 miglia (d'accordo in questo con B.); e Golius (p. 81, l. 11) riferisce questa cifra nel testo arabo, e poi nella versione (p. 81, l. 15) la corregge in 109.037, cifra esatta, data pure da Cr., H., I. H., non che dal codice P. (il quale però omette il 109.000), ma con maggior esattezza ancora perchè aggiungono il mezzo miglio mancante in Golius.

La distanza massima invece è data concordemente dai ms. arabi e da Cr., H., in 208,542, mentre I. H. dà 208.545 e Christmann 208.541.

La distanza massima di Saturno è 20.110 volte uguale al semidiametro terrestre cioè 65.357.500 miglia, secondo i codd. arabi Cr. e H; Iohannes Hispalensis ha, per la prima cifra, 20.200 nell'ed. di Parigi (p. 81) e 201.110 in quella di Norimberga; per la seconda 63.357.500 in entrambe le edizioni.

La circonferenza dello zodiaco è, nell'edizione di N. (ib.) 410.818.570 e in quella di P. (p. 82) 4.108.185.710; e la quantità di un grado di esso, rispettivamente, 11.041.160 e 11.042,620 miglia.

Nel cap. 22 mentre i mss. arabi affermano che il sole è 166 volte più grande della terra (Golius, p. 83, l. 16) l'Hispalensis (N., c. 20 r., P. p. 82) ha « 166 . . . cum fractione » e Gherardo, più precisamente « centies et sexagies et sexies et quarta et octava, vel fractio, aequalis corpori terrae ».

Poco dopo l' Hispalensis invece di ... امـــا عطارد حزء من خمسة عشر حزءا من قطر الشمس والزهرة جزء من عشرة اجزا من قطر الشمس (Golius, p. 84, ll. 2-3), come dànno quasi allo stesso modo i mss. arabi, Cr., e H., ha: « Mercurius est una ex viginti quinque partibus solis; corpus Veneris est una ex viginti partibus solis ».

Sempre lo stesso, quasi subito dopo, invece della lezione comune ha: « diameter corporis Mercurii est una pars ex decem partibus terrae ... diameter Iovis est tantum quantum diameter terrae et dimidium et decimasexta unius », e poi ancora afferma che le stelle di 1ª grandezza sono « centies tantum quantum est terra », mentre gli altri hanno, concordemente, *107 volte*.

Altre divergenze fra i vari testi si notano anche nei capitoli seguenti, ma sarebbe troppo lungo rammentarle tutte qui, dove ho cercato di riunire semplicemente quelle che hanno maggiore importanza e riguardano passi essenziali.

Noterò quindi ormai soltanto un altro passo.

La fine del cap. XXIX. non dev'essere quella del ms. L. (G., p. 107) poi che i mss. K., P., e le versioni Cr., H., dànno un'aggiunta notevole che assolutamente non si può trascurare. In Cr. suona così: « Quod autem quaedam stellae obscurent alias manifestum est ex iis quae narravimus de ordinibus orbium ipsarum. Et manifestum est quidem quod possibile est quod luna obscuret omnes stellas quae sunt prope orbem signorum quoniam ipsa est propinquior terrae, et ut obscuret unaquaeque stellarum 7 illam quae habet orbem altiorem quam ipsa et ut obscurent stellae 7 omnes stellas fixas quae sunt prope orbem signorum ».

Il testo arabo di P., K., è assai scorretto, ma, servendomi di esso e di quello dato da Gherardo, mi pare si possa ricostruire così: واما كسوفات بعض الكواكب لبعض وهو بين مما ذكرنا من مراتب افلاكها وبين انه يمكن ان يكسف القمر جميع الكواكب التي بقرب فلك البروج لانها اقرب منها من الارض وان يكسف كل واحد من الكواكب السبعة ما كان اعلى فلكا منه وان يكسف الكواكب السبعة جميع الكواكب الثابتة التي بقرب فلك البروج.

Per un testo critico.

Fin ad ora ho cercato di dare come un quadro della tradizione dell'operetta di al-Farghānī, anche per completare la vecchia edizione del Golius.

Però con questo non ho che accennato a quello che dovrebbe essere in molti punti un'ed. critica del testo arabo, quale, a un di presso, ho presentato per la mia tesi di laurea al R. Istituto di Studi Superiori di Firenze.

La cosa, per sè, non sembra molto difficile perchè una lezione buona e sicura è sempre data o da un manoscritto arabo o da una versione; ma è chiaro che non sempre la lezione migliore è l'originale, e la difficoltà consiste a punto nel fatto che non è possibile distinguere e coordinare le famiglie dei codici e, guidati da un giusto criterio, scegliere fra lo stupefacente numero di varianti (circa 4000 nè ho raccolto confrontando i vari mss. con l'ed. di Golius).

Ognuno dei quattro manoscritti arabi, Ibn Rustah, Iohannes Hispalensis e Gherardo da Cremona, rappresentano tradizioni diverse che non è facile ridurre e uno schema di origine, poichè s'incontrano ogni tanto dei passi che fanno cadere le teorie formulate in base ad altri passi immediatamente precedenti.

Così i due codici B. e K. hanno delle particolarità ben strane. Ho già notato l'ordine che tengono nell'esposizione del 1° capitolo, come pure ho notato l'accordo quasi perfetto in diversi luoghi dei capp. 2°, 3°, 4° e 5°. Poi tutto si cambia e proprio verso la fine del cap. 5°, alle parole واما بالقياس المتحن الذي الخ (Golius, p. 18, l. 10) incominciano le prime differenze, e l'accordo non si ritrova chiaro del tutto in nessun'altra parte dell'opera.

Una cosa poi che si ripete di frequente è questa: che due codici dànno in qualche punto una lezione diversissima da quella degli altri codici; poi, subito dopo, s'accostano ciascuno o all'uno o all'altro di quelli stessi dai quali prima dissentivano.

Così bisogna notare come il cod. B., che è forse il più antico di tutti i mss., rappresenti una tradizione posteriore a quella del recente K., con il quale va, senza dubbio alcuno, messo in relazione; e il P. ne rappresenti un'altra più antica ancora e più originale, per quanto esso sia il più recente e il più scorretto di tutti. Ma le lacune e le scorrettezze sono gravi solo fino a un certo punto, perchè non è difficile o scoprirvi una lezione spesso ottima, o colmarle e correggerle con l'aiuto di altri codici.

Quindi, per quel che riguarda i codd. arabi, credo che bisogni continuare a fondarsi sul Leidense che rimane il migliore di tutti; ma non bisogna mai perdere di vista K., e P. e saperli adoperare con prudenza, lasciando pure da parte B., che ha veramente scarsa importanza, per quanto sia stato scritto a bastanza correttamente da un amanuense che comprendeva quello che scriveva, a differenza di quelli che ci hanno fatto pervenire K. e P., e in tempo, relativamente, assai antico.

Ma i testi arabi non bastano e bisogna ricorrere alle versioni, sopra tutte a quella di Gherardo, che (mi si permetta l'espressione) è il migliore manoscritto arabo; quella di I. Hispalensis è un po' scorretta per quanto s'accosti moltissimo a quella di Gherardo e la versione ebraica deriva evidentemente da questa seconda.

Ma bisogna domandarsi che uso bisogna fare delle numerose aggiunte che s'incontrano nel testo dell'Antoli. Il manoscritto arabo, del quale egli si sarebbe servito per correggere il testo latino, è accennato nel proemio e nel cap. X.; poi riferito nel cap. XXII.; ma nessun accenno si trova quando la versione si scosta, in molti luoghi, e dai nostri mss. arabi e dalle versioni latine. Ora si può legittimamente pensare (almeno fino a un certo punto) che l'Antoli si sia servito o di un manoscritto latino o di uno arabo, ai quali arbitrariamente, e forse per uso scolastico, erano state fatte delle aggiunte; ma non si può assolutamente ammettere che andassero sempre d'accordo la versione latina e il testo arabo e poi a un certo punto si differenziassero tanto.

Più tosto bisogna pensare a delle aggiunte fatte dallo stesso Antoli o, meglio, da qualche altro, e poi riferite nei vari codici ebraici senza cenno alcuno, già che esse sono troppo lontane dalla maniera di al-Farghānī e ricordano assai spesso Tolomeo o qualche altro astronomo arabo. Invece il cap. XXII. dovè trovarsi veramente in un manoscritto arabo perduto, sia perchè non si può respingere e nè pure mettere in dubbio l'affermazione tanto recisa dell'Antoli; sia anche perchè, d'altra parte, questo manoscritto dava, non senza ragione logica, prima una trattazione delle stelle in genere, poi delle 15 di prima grandezza e in fine delle mansioni lunari. Ma però (per quanto la mia limitatissima cognizione delle opere degli altri astronomi arabi e la deficenza, qui in Firenze, di materiale librario, non mi permettano di poter stabilire da quale autore l'amanuense tolse il passo riferito) non mi pare che vi possa esser dubbio su questo: che al-Farghānī non scrisse mai quel capitolo, perchè nel caso contrario sarebbe proprio strano che nessuno dei manoscritti arabi che conosciamo e nessuna delle due versioni latine, ne conservassero traccia; mentre, poi, si vede troppo chiaramente che non si è fatto altro che creare un nesso e dare forma di discorso continuato ai singoli paragrafi del catalogo delle stelle di Tolomeo quale si trova nella versione uscita a Venezia il 1515, c. 78 r. e seguenti. Nè può obiettarsi che anche tutto il كتاب الفرغاني è un sunto dell'Almagesto; perchè certe espressioni, come אלמתלהב והוא קיקאום בלשון יון, manifestano troppo apertamente la derivazione della versione *latina* dell'Almagesto; versione poi fatta da quello stesso Gherardo da Cremona, della latina di al-Farghānī del quale parla Antoli quando cita la נסחת הרומיים.

In una edizione critica credo che bisognerebbe dare all'opera un titolo breve (o كتاب الفرغاني o هيئة الفرغاني come ha il ms. P.); a nessuno di quelli che dànno i vari codici va attribuita originalità. Forse (e senza forse) l'opera non aveva nessun titolo e solo in seguito, quando entrò nelle scuole acquistò quelli che ho riferito al principio di questo studio.

Un'altra cosa bisogna, a parer mio, notare: l'indice dei trenta capitoli, sul principio del trattato, con dichiarazione del loro contenuto e la ripetizione fattane volta per volta e quasi sempre con le stesse parole.

Quanto vi è di genuino in tutto questo? Vediamo qualche passo interessante.

Ho già notato che Golius omette, in principio, l'elenco che, pure, è dato da L., e che egli stesso poi premette, tradotto, alla sua versione latina. L'Antoli, invece, premette a questo elenco le parole seguenti: ובדי להמציא לדורש את דרושו ראיתי להקדים עניני שעריו שהם שנים ושלשים. Non sembra che egli ci voglia così far figurare come opera sua questo elenco? Però mi affretto a notare che è quasi uguale a quello dato concordemente da B., K., L., P., Gherardo da Cremona e Iohannes Hispalensis.

I codd. B., K., finito l'elenco, continuano così: الفصل الاول فالفصل الاول في سني العجم والعرب الخ.

Evidentemente si è voluto, dopo il numero d'ordine, aggiungere un legame con il testo, per mezzo delle parole citate, le quali tengono luogo di queste altre di L., P., H.: الفصل الاول في سني العرب والعجم واسماء شهورهم وايامهم واختلاف ما بينهما ; בשנות הערביים והפרסיים והלועזיים והקובטיים וחדשיהם וימיהם וההתחלפות אשר ביניהם. Gherardo, del quale si servì l'Antoli, non ripete mai l'argomento dei singoli capitoli.

Nei capitoli dopo il primo, tutti i mss. arabi sono d'accordo in questo: enunciare l'argomento per ripeterlo poi, punto o leggermente mutato, immediatamente dopo, previa qualche particella asseverativa (فان , انه ecc.) o qualche frase di collegamento. Così il secondo e il terzo sono dati così: الفصل الثاني في ان السما علي مثال الكرة ودورها بجميع ما فيها من الكواكب كدور الكرة انه لا اختلاف بين العلماء في ان السما على مثال الكرة وانها تدور بجميع ما فيها من الكواكب كدور الكرة علي... الفصل الثالث في ان الارض ايضا بجميع اجزايها من البر والبحر علي مثال الكرة ' وكذلك اجتمعت العلماء على ان الارض بجميع اجزايها من البر والبحر علي مثال الكرة...

La versione ebraica porta qui un buon contributo alla critica del testo arabo.

Fin dal terzo capitolo vi si notano divergenze non solo da la versione latina di Gherardo che, ripeto, distingue i vari capitoli con il solo numero d'ordine, ma anche da tutti quanti i codici arabi che ci rimangono.

Si osservi, in fatti, l'espressione dell'Antoli: השער השלישי באשר הארץ כמו כן בכל חלקה מהארץ והים כדור. הראיה על כי הארץ כבדור מה שראינו... Come si vede, l'argomento non è ripetuto preceduto da qualche particella o frase che faccia da riempitivo, ma, subito dopo il numero d'ordine, esso diventa parte integrante del contesto. Questo fatto appare più chiaramente in altri luoghi; per esempio nel capitolo XVIII. (corrispondente al comune XV.) dove, invece di procedere come B., L., che hanno la seguente lungaggine: الفصل الخامس عشر فيما يعرض للكواكب المتحيرة من الرجوع في مسيرها في فلك البروج ولنصف هاهنا ما يعرض للكواكب المتحيرة من الرجوع في مسيرها في فلك البروج فنقول الخ. H. ha semplicemente così: השער השמנה עשר באשר יקרה לחמשה הכוכבים במהלכם האחורנית בגלגל המזלות ונאמר תחלה כי...

E qui si noti che P. (c. 131 v.) ha proprio la stessa lezione di H, ma con questa differenza: che in H la cosa è frutto di riflessione; in P, in vece, di sbadataggine dell'amanuense che, ignorando la materia, si lasciò ingannare dalla parola بروج ripetuta prima e dopo la frase omessa.

Quello che per il cap. XVIII. (= XV.) succederà poi per i seguenti: XIX. (= XVI.), XXI. (= XVIII.), XXIII. (= XXI), XXIV. (= XXII.), XXV. (= XXIII.), XXVI. (= XXIV.) e qualche altro ancora.

C'è di più: il principio del cap. XVI ha, in B. (c. 24 r.), L. (c. 47 v.), e P. (c. 132 v.), un'intonazione un po' diversa da quella degli altri: الفصل السادس عشر في مقدار افلاك الكواكب التي تسمي افلاك التداوير عند الافلاك الخارجة المراكز وابعاد مراكز افلاك الخارجة من مركز الارض، فلنثبت في هذا الفصل مقادير ابعاد المراكز والافلاك التداوير اما الشمس الخ.

In fine noterò che P. (c. 133 r., l. 8), dopo enunciato l'argomento del cap. XVIII, salta la frase di ripetizione e incomincia con فلنبتدي, senza che si possa pensare a una omissione. P., infatti, è lacunoso solamente quando due passi incominciano con la stessa parola, non mai in casi come questo.

E non bisogna dimenticare, a questo proposito, che anche I. Hispalensis pure ripetendo, volta per volta, l'argomento dei capitoli, non lo fa con le stesse parole che si trovano nell'indice dato al principio dell'operetta, ma in modo più spiccio. Per esempio, mentre nell' « Index omnium differentiarum huius libri » la « differentia prima » è dichiarata così: « de annis Arabum et Latinorum, et nominibus mensium eorum atque dierum, et diversitate quam habent ad invicem in commemoratione annorum eorum »; poco dopo, ricorrono queste semplici parole: « differentia prima. De annis Arabum et Latinorum ». E questo s'intende detto della maggior parte degli altri.

Tutto questo significa che forse una volta l'opera non era nè pure nettamente divisa in capitoli, già che se in Gherardo, per esempio, si tolgono i numeri d'ordine, si vede chiarissima la continuità della trattazione.

Il piccolo trattato sembra concepito e composto come un tutto strettamente connesso, senza interruzioni brusche: poi fu diviso in 30 parti, che vennero distinte con numeri progressivi. Il resto è opera più recente, per uso forse delle scuole.

Terminerò facendo notare che in questo mio studio parecchie cose riusciranno poco interessanti, come novità; poichè l'ho scritto quando era in corso di pubblicazione la versione latina di al-Farghānī, fatta da Gherardo da Cremona [1].

---

[1] L'operetta è ora (giugno) già uscita con questo titolo: *Alfragano (al-Farġānī) « Il Libro dell'aggregazione delle stelle » ... secondo il Codice Mediceo-Laurenziano, Pl. 29, Cod. 9, pubblicato con introduzione e note da R. C. - Città di Castello.* — Il testo è riuscito un po' scorretto sia perchè non si poterono avere tutti i caratteri necessari, sia perchè, ottenuto il *visto per la stampa* con promessa

Ad ogni modo confido di poter recare con quella pubblicazione, un po' di contributo allo studio delle versioni latine di al-Farghānī, e con questa riuscire utile a chi non potrà aver in mano il materiale troppo disperso per lo studio del testo arabo e della versione ebraica.

Firenze, aprile 1910.

ROMEO CAMPANI.

---

di eseguire le correzioni segnate nelle bozze, di molte cose si credette di non dovere tener conto, se pure non si andò più in là.

Les Sources de l'Œuvre astronomique de R. Abraham Bar-Ḥiyya de Barcelone

La figure scientifique de Rabi Abraham BAR-ḤIYYA de Barcelone est vraiment importante non seulement par le fond technique de ses œuvres sur la mathématique, l'astronomie et la philosophie, mais aussi par la priorité chronologique de sa production — aux commencements du XIIe siècle — et par l'influence tout à fait spéciale qu'elle a exercée dans l'éducation scientifique de la Provence, de la France du Nord, de l'Italie et, plus tard, du reste de l'Europe. En termes généraux, on peut dire que cette finalité didactique de l'œuvre de notre auteur, l'emporte sur le caractère simplement spéculatif, de pure investigation ou de savant commentaire à une œuvre antérieure. On voit que notre auteur a puisé à différentes sources — quoique les auteurs ne sont pas souvent nominativement cités — de la grande production scientifique des arabes, alors aussi splendide à l'Occident espagnol qu'à l'Orient syrien ou persan, a su les comprendre, les coordonner, et en a formé après un ouvrage de solide doctrine, de claire exposition, en somme, d'une parfaite méthode didactique. Si bien que notre auteur serait un bon polyglotte et quoique l'ambiance scientifique qui l'entourait était arabe, il composa toutes ses œuvres en hébreu, en un hébreu simple et clair, mais qui a dû saisir et réfléchir toutes les expressions et les nuances de la terminologie scientifique arabe en mathématiques, astronomie, philosophie, etc. (1). Cette condition

(1) Comme bibliographie générale sur notre auteur, cf. M. STEINSCHNEIDER : *Gesammelte Schriften*, vol. I (ABRAHAM JUDAEUS), pp. 327-387, et les prologues aux traductions que nous avons faites de ses ouvrages dans *Biblioteca Hebraico-Catalana*, vol. I et III, Barcelona, 1929-1931.

lui donne une grande importance pour l'étude de la formation du lexique scientifique hébreu, antérieurement à la période des grands grands traducteurs hébreux de la Provence et de la Catalogne, aux XII^e et XIII^e siècles (2).

Abraham BAR-HIYYA dans l'introduction de quelques-unes de ses œuvres, avoue lui-même que la finalité didactique était le but principal de son ouvrage. Il voyait la grande différence qu'il y avait entre la brillante culture des juifs de Séfarad — Espagne —, émules de musulmans, et la pauvreté scientifique des juifs de Sarfat — France, spécialement la France du Nord —, lesquels n'avaient d'autre source d'information que celle, bien mince, qui coulait du Talmud et de la tradition rabbinique.

Dans cet aspect d'introducteur, d'intermédiaire entre la culture scientifique de l'Espagne et celle de l'Europe, Rabbi Abraham BAR-HIYYA se conforme assez bien avec la fonction culturelle accomplie par son pays natal, la Catalogne, et aussi par tout le bassin de l'Ebre, dans les deux siècles que précédèrent la période des traducteurs de Toledo. Au moyen des écoles de la Catalogne à la fin du X^e siècle, le moine GERBERT, plus tard pape sous le nom de SYLVESTRE, apprit la science du calcul arabe ou indien, et s'informa aussi de la technique des nouveaux instruments astronomiques de provenance arabe : l'astrolabe, la sphère et le cadran (3). A la fin du XI^e siècle, ou mieux, au commencement du XII^e, un nouvel apprentissage de l'Europe fut réalisé au moyen de notre Rabbi Abraham BAR-HIYYA.

Nous donnerons très sommairement quelques renseignements bio-bibliographiques sur notre auteur, pour nous fixer tout de suite sur la principale de ses œuvres astronomiques et le problème de ses sources, lequel, d'après notre information n'a pas été résolu jusqu'à présent.

Différents auteurs juifs ou chrétiens du Moyen Age supposent notre auteur originaire de Barcelone : on l'appelle Rabbi Abraham BAR-HIYYA Ha-Barjeloni. Lui-même, en adressant une épître à un auteur juif de Barcelone, l'appelle « son compatriote ». Il habita aussi le sud de la France, la Provence. Il portait le titre hébraïque

(2) Cf. l'étude de I. EFROS : *Studies in pre-Tibbonian philosophical Terminology. I. Abraham* BAR HIYYA, en *The Jewish Quarterly Review*, vol. 17, pp. 129-164, 323-368 et vol. 19, pp. 113-138.

(3) Voyez spécialement mon ouvrage : *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, vol. I, pp. 96 et suiv. Barcelona, 1931.

de Nasi — Prince — et le titre arabe de Sāhib al-šurta — chef de la garde — d'où vient le nom de Sabassorda, sous lequel on connait souvent notre auteur. A Barcelone, il collabora avec un des premiers traducteurs de l'arabe et de l'hébreu en latin, avec l'Italien PLATO TIBURTINUS, à qui l'Europe doit la connaissance de plusieurs ouvrages d'astronomie, de mathématiques et d'astrologie. Il y a encore quelques autres traductions adscrites seulement au nom de notre auteur ou bien en relation avec différents traducteurs.

Voici la liste des principaux ouvrages de notre auteur traitant d'astronomie et de mathématiques :

Iĕssodè ha-tĕbunà wĕ-migdal ha-emunà : Fondements de l'intelligence et forteresse de la croyance.

Surat ha-ares : Forme de la terre.

Séfer hešbon mahlekot ha-kokabim : Livre sur le calcul des mouvements des astres.

Luhot : Tables astronomiques.

Séfer ha-'ibbur : Livre du calcul du calendrier.

Séfer ha-mešihà wĕ-ha-tišbóret : Livre de la médition géométrique.

Les œuvres *Surat ha-ares*, *Séfer hešbon mahlekot ha-kokabim* et *Luhot*, en réalité, ne forment, dans le plan de notre auteur, qu'une seule œuvre astronomique, et c'est sur elle que nous voulons nous fixer et rechercher ses sources. La première partie : *Surat ha-ares*, comme son titre indique, a un caractère cosmographique, de géographie astronomique, et son sujet est traité d'une façon bien générale et théorique. La deuxième et troisième partie : *Hešbon mahlekot ha-kokabim* et *Luhot*, ont, au contraire, un caractère éminemment astronomique, d'astronomie mathématique et technique. La première partie a été éditée plusieurs fois, entièrement ou bien résumée, et parfois elle fut accompagnée d'une traduction latine résumée, œuvre de Sébastien Munster. C'est sur la base de cette esquisse latine de Sébastien MUNSTER que des auteurs modernes : DELAMBRE (4), LELEWEL (4'), ont parlé de notre ouvrage. Les autres deux parties : le Livre du calcul des mouvements des étoiles et les Tables, sont restées manuscrites, et n'ont pas fait l'objet d'étude spéciale. STEINSCHNEIDER (5) se plaignit de

(4) *Histoire de l'astronomie au Moyen Age*, p. 211, Paris, 1819.
(4') *La Géographie au Moyen Age*, vol. I, p. XLIX. Bruxelles, 1852.
(5) Cf. *Gesammelte Schriften*, loc. cit.

n'avoir pas pu les étudier. De nos jours, un savant israëlite, Israël EFROS (6) a entrepris l'étude du lexique scientifique de Rabbi Abraham BAR-HIYYA, mais il s'est limité à ses œuvres éditées, et en conséquence, a laissé de côté les deux dernières parties — bien importantes certainement — du grand ouvrage astronomique de notre auteur.

Nous allons maintenant faire un examen de chacune de ces parties, toujours avec le propos d'en rechercher les sources, car notre auteur, suivant la pratique courante au Moyen Age, ne les mentionne pas.

Pour la première partie : *Surat ha-ares*, je me suis servi de l'édition hébraïque avec les notes de MUNSTER et aussi de ms. n° 704, fond OPPENHEIM de la Bodleiana d'Oxford. Cette première partie, comme je l'ai déjà insinué, est un manuel de cosmographie, et on voit bien clairement que, devant précéder les autres parties, il s'agissait d'apprendre au lecteur les principes et les théories générales sur la forme et disposition sphérique du ciel et de la terre, la relation que celle-ci a avec l'univers : la terre est le centre de toutes les sphères et sa grandeur en relation avec celle de l'univers ne compte pour rien, c'est comme un point. Le mouvement des sphères doit être circulaire parce que ce mouvement est le plus factible et le plus léger. L'auteur donne des preuves mathématiques ou bien sensibles de tout ce qu'il dit. Après tout cela, il énumère dans le premier chapitre de notre ouvrage, toutes les parties qu'on doit considérer dans l'univers : les sept sphères planétaires, la sphère des signes ou des étoiles fixes, les différents cercles de la sphère : méridien, équateur, écliptique, horizon, etc., et il termine par l'étude de la terre habitable, c'est-à-dire, la description des sept climats.

Dans les autres chapitres il explique les mouvements du ciel, les théories de l'excentrique et de l'épicycle, pour expliquer mathématiquement le mouvement du soleil et ceux des planètes dans leur position directe ou bien rétrograde. La même théorie est adoptée pour expliquer le mouvement de la lune et il donne après, au chapitre quatrième, un développement à la doctrine des éclipses.

Dans les derniers chapitres de notre ouvrage il détaille la diversité de mouvement des étoiles et de leur passage au méridien selon leur latitude : il explique les phases des planètes et de la lune. Au pénultième chapitre, il présente le rapport des mesures de la terre

(6) *Loc. cit.*

et celles des planètes, et il termine, au dernier chapitre, par l'étude du mouvement de la huitième sphère, celle des étoiles fixes, et les différentes théories adoptées pour l'expliquer.

Eh bien, Abraham BAR-ḤIYYA, au cours de son ouvrage, cite fréquemment « les théories des astronomes », il nous dit qu'il a lu les ouvrages des auteurs musulmans, mais jamais il ne nous cite nominativement un auteur arabe. Seulement aux derniers chapitres, lorsqu'il parle des mesures de la terre et des planètes, il nous cite AL-BATTĀNĪ. Si bien qu'on trouve souvent des références à PTOLÉMÉE et HIPPARQUE, et que par l'expression de l'auteur on pourrait croire que la citation est directe, qu'il les a lus dans une traduction arabe, je crois comme plus probable que la citation est indirecte, faite d'après un auteur arabe : fréquemment notre auteur cité PTOLÉMÉE pour nous dire tout de suite que les auteurs arabes l'ont rectifié. On devrait alors adopter AL-BATTĀNĪ comme la source de notre ouvrage, car il est le seul auteur arabe cité nominativement; plus encore, on sait bien que notre auteur, en collaboration avec PLATO TIBURTINUS, a traduit en latin l'œuvre astronomique d'Al-BATTĀNĪ. Mais l'œuvre d'Al-BATTĀNĪ — admirablement éditée, traduite et commentée par le Prof. Alfonso Carlo NALLINO (7) — n'est pas un traité de cosmographie, sinon un véritable ouvrage technique d'astronomie, une œuvre de *zīğ*, le *zīğ, al-sabiī*, composé des deux parties courantes : de la partie des règles ou canons astronomiques et de celle des tables. Rabbi Abraham BAR-ḤIYYA aurait sans doute mis à contribution l'œuvre d'Al-BATTĀNĪ — comme je le démontrerai concrètement tout de suite — surtout dans la partie plus technique des mouvements des astres, et des rapports de leurs mesures, mais la structure de son ouvrage, les nombreuses citations, le caractère cosmographique ne s'explique pas par l'œuvre d'Al-BATTĀNĪ. Et je ne crois pas qu'Abraham BAR-ḤIYYA fut un grand astronome spécialisé dans l'observation des astres, à la manière, par exemple, d'AZARQUIEL, le célèbre astronome de Toledo, sinon un véritable savant, de vaste culture scientifique, qui écrivait de théologie et exégèse bibliques, de philosophie, mathématiques, astronomie, astrologie, et dont l'activité avait préféremment une finalité didactique, pour éduquer les juifs de la France ou pour faire goûter au clergé latin les fruits les plus savoureux de la production scientifique arabe. Alors, quelle serait

(7) Milan, 1903-1907.

la source de l'ouvrage de notre auteur? Je peux dire qu'elle est principalement Al-FARGĀNĪ. L'ouvrage de cet auteur, un résumé cosmographique et astronomique, dans lequel il a mis à contribution les observations des astronomes de la cour d'ALMAMOUN, est la source directe et principale de l'œuvre, *Surat ha-ares* de Rabbi Abraham BAR-HIYYA. Notre auteur traduit parfois littéralement l'œuvre d'Al-FARGĀNĪ, mais en général il la résume. Comme je n'ai pas pu disposer de l'édition et de la traduction d'Al-FARGĀNĪ faite par GOLIUS, j'ai fait la collation avec deux manuscrits de la Bibliothèque Nationale de Madrid, lesquels contiennent l'excellente traduction due à Gérard DE CRÉMONE. On sait bien que l'ouvrage d'Al-FARGĀNĪ fut traduit en résumé par le juif convers Johannes HISPALENSIS, et après fut traduit plus complètement par Gérard DE CRÉMONE, et que de la traduction hébraïque de Jacob ANATOLI, faite sur la latine du Cremonensis, dérive la traduction latine publiée par CHRISTMANN (8).

Abraham BAR-HIYYA suit en général l'ordre des chapitres d'Al-FARGĀNĪ. Le premier chapitre de l'œuvre d'Al-FARGĀNĪ sur le système du calendrier arabe n'est pas suivi par Abraham BAR-HIYYA probablement parce qu'il avait destiné un ouvrage à part, le *Séfer ha-'ibbur*, aux questions du calendrier. Mais toutes les questions exposées dans les chapitres deuxième jusqu'au onzième d'Al-FARGĀNĪ ont été suivies et résumées par Abraham BAR-HIYYA dans son long chapitre premier. J'en ai recueilli beaucoup de passages presque à la lettre. Tous les arguments présentés par Al-FARGĀNĪ sur la sphéricité de la terre et de l'univers sont aussi rapportés par Abraham BAR-HIYYA dans le même ordre que l'auteur arabe. Lorsqu'il parle des différents cercles qu'on considère dans la sphère. il donne la même obliquité de l'écliptique adoptée par Al-FARGĀNĪ; il dit : « Selon les sages musulmans, l'obliquité de l'écliptique est de vingt-trois degrés trente-cinq minutes »; Al-FARGĀNĪ dit : « Secundum considerationem uero expertam quam JOHANNES filius Almansoris (9) considerauit in diebus MAIMONIS regis et conuenit in ea numerus sapientum, est viginti tria gradus tringita quinque minuta ».

(8) Cf. sur AL-FARGĀNĪ et sa bibliographie, G. SARTON, *Introduction to the History of Science*, I, p. 567. Cf. le texte édité par R. CAMPANI en « *Libro dell'aggregazione delle stelle* ». Città di Castello, 1910.

(9) Il s'agit de Yahyà ibn al-MANSŪR, célèbre astronome de la cour du calife al-MA'MUN.

La dépendance la plus évidente de Rabbi Abraham Bar-Ḥiyya envers Al-Farġānī se manifeste dans la partie de son ouvrage dédiée à l'étude et description des sept climats. Je pense publier la traduction espagnole de l'œuvre de Bar-Ḥiyya, et dans les notes on pourra voir la grande fidélité de notre auteur à sa source. S'il est vrai que dans les degrés et minutes, limites de la latitude de chaque climat, il y a quelque petite différence entre les deux auteurs, je ne crois pas que la table des latitudes des climats dans Bar-Ḥiyya soit une table tout à fait indépendante et originale — comme a pensé l'auteur moderne E. Honigmann (10) — mais il est plus probable que lesdites petites différences soient des erreurs de transcription des copistes hébreux — la transcription des numéros en lettres pourrait l'expliquer — ou bien que le même Abraham Bar-Ḥiyya ait négligé quelquefois les fractions de minutes. Mais la description géographique des climats et la mention des villes qui y sont comprises est la même dans les deux auteurs, un peu résumée dans Abraham Bar-Ḥiyya.

Les chapitres deuxième et troisième de Bar-Ḥiyya relatifs à l'ordre et à la disposition des firmaments planétaires et au mouvement du soleil et de la lune, corespondent aux chapitres douze à dix-huit de l'œuvre d'Al-Farġānī : il y développe et applique à chaque cas du mouvement les théories des excentriques et des épicycles, si bien, comme je l'ai déjà dit, dans les parties plus techniques : mention et critique de quantités, des mesures, etc., Bar-Ḥiyya se sépare d'Al-Farġānī et coïncide avec Al-Battānī; souvent dans ces cas, Bar-Ḥiyya ne fait autre chose qu'initier la question et renvoie le lecteur à son ouvrage bien technique *Séfer ḥešbon mahlekot ha-kokabim*, « Livre du calcul des mouvements des étoiles », qui, comme nous le verrons tout de suite, se base principalement sur Al-Battānī.

Cette même combinaison de sources apparaît dans les chapitres ultérieurs : les questions d'un caractère plus général ou cosmographique dérivent d'Al-Farġānī, comme par exemple, l'explication des différents cas d'éclipse solaire, mais les données numériques nécessaires au calcul se rapportent, en général, à Al-Battānī.

Les chapitres sept et huit de l'œuvre de Bar-Ḥiyya, relatifs

(10) Cf. son œuvre *Die sieben Klimata und die* πόλεις ἐπίσημοι Heidelberg, 1929.

à la diversité du passage des étoiles par le méridien selon leur latitude, et aux phases des planètes et de la lune, se rapprochent très étroitement des chapitres vingt-trois à vingt-cinq de l'œuvre d'Al-Fargānī.

Le chapitre neuvième de Bar-Ḥiyya est consacré à l'exposition des mesures de la terre et de ses relations avec celles des planètes et de la huitième sphère. Il suit bien fidèlement parts des chapitres huitième, vingtième-premier et vingtième-second d'Al-Fargānī : l'ordre suivi et les expressions employées sont presque les mêmes, mais dans nombre de quantités numériques il y a des différences, dont quelques-unes peuvent s'expliquer par l'erreur des copistes, mais quelques autres sont évidemment empruntées à Al-Battānī, par exemple, les expressions numériques des diamètres de la terre et ceux des autres planètes et leurs relations entre eux. C'est dans ce chapitre qu'on cite Al-Battānī. Enfin, dans le dernier chapitre du *Surat ha-areṣ* de Bar-Ḥiyya, relatif au mouvement de la huitième sphère et aux diverses théories de la trépidation, précession des équinoxes, il suit explicitement Al-Battānī, chapitres 51 et 52, quoique d'une façon très abrégée.

On voit donc que notre auteur, tout en suivant la structure et les doctrines de l'œuvre d'Al-Fargānī, ne l'a pas fait d'une manière trop servile et aveugle, sinon qu'il a su le rectifier et le compléter en recourant à une source aussi prestigieuse et scientifique comme l'œuvre d'Al-Battānī.

Cela nous porte tout naturellement à résoudre le problème des sources des autres deux parties de l'œuvre de Bar-Ḥiyya : les deux parties techniques du calcul des mouvements des étoiles et les Tables. Je les ai étudiées sur la base du manuscrit n° 379 de la Vaticane pour la partie des Canons, et du manuscrit n° 649 de Berlin pour la partie des Tables. Je ne crois pas que Steinschneider ni aucun autre bibliographe se soient appliqués à leur étude spéciale. La recherche des sources ne vient pas ici non plus aidée par l'auteur, car si auparavant dans la partie antérieure il a cité quelquefois Al-Battānī, ici nous ne trouvons aucune citation d'auteur arabe. Abraham Bar-Ḥiyya lui-même, dans le prologue qu'il a mis à la partie dédiée aux Canons astronomiques, se présente comme un auteur véritablement indépendant. Mais je peux dire que si dans la première partie, cosmographique, il a suivi préférémment Al-Fargānī, dans les deux dernières parties, dans les Canons et les Tables, il a suivi presque exclusivement Al-Battānī.

Ce ne fut pas stérilement que notre auteur le traduisit en latin en collaboration avec PLATO TIBURTINUS! Je ne veux pas présenter maintenant la longue série de concordances entre les vingt chapitres du *Séfer hešbon* de notre auteur et les passages correspondants du *zīğ* d'AL-BATTĀNĪ (11); seulement je veux faire remarquer que la dépendance d'Abraham BAR-HIYYA par rapport à AL-BATTĀNĪ n'est pas tout à fait absolue. Ainsi le chapitre huitième, dédié à « chronologie et calendrier », semble être indépendant des chapitres analogues d'AL-BATTĀNĪ, et notre auteur avoue explicitement qu'il suit PTOLÉMÉE, grâce à sa concordance avec le comput de Rabbi Aba BAR-AHABA. Au chapitre dix-septième, consacré au calcul du mouvement des étoiles fixes et des apogées et Têtes de Dragon des cinq planètes, BAR-HIYYA dit que, quoiqu'il y ait des différences entre les auteurs, car les uns (PTOLÉMÉE) comptent un mouvement d'un degré chaque centaine d'ans, et autres (AL-BATTĀNĪ) comptent un mouvement d'un degré et demi dans la même période de temps (12), il a suivi la théorie des premiers — PTOLÉMÉE — et d'accord avec le mouvement d'un degré par centaine d'ans, il a disposé ses tables. Cette opinion éclectique de notre auteur nous explique les paroles de R. Abraham IBN-EZRA, lesquelles se rapportent très probablement à notre auteur : dans son livre *De mundo* il dit : « On doit s'émerveiller d'un auteur célèbre qui a composé ses tables astronomiques à base d'AL-BATTĀNĪ, mais il soutient qu'il suit les tables de PTOLÉMÉE » (13). Et nous pouvons nous expliquer aussi le fait que les tables de notre auteur soient appelées parfois : « Tables de PTOLÉMÉE », tandis que dans un manuscrit, une note marginale les identifie avec les tables d'AL-BATTĀNĪ.

Néanmoins nous devons avouer que le problème des sources exactes des tables au nom de notre auteur se complique un peu, car grâce à la grande influence qu'elles ont exercée au Moyen Age, elles ont reçu, semble-t-il, de la part des copistes successifs, quelques additions et interpolations.

J. M. MILLAS-VALLICROSA.

(11) Je suis en train de publier l'édition critique du texte hébraïque de cet ouvrage.

(12) Cf. le chapitre 51 de son ouvrage, trad. NALLINO, vol. I, p. 124.

(13) Cf. l'édition de L. FLEISCHER, en *Oṣar ha-Ḥayyim* XIII (1937), p. 10.

فهرس المحتويات

طبع في ١٠٠ نسخة

نشر بمعهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
بفرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية
طبع في مطبعة شتراوس، مورلنباخ، ألمانيا الاتحادية

الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي

٦٨

الفرغاني

أحمد بن محمد بن كثير (عاش حوالى ٢٣٥هـ)

والبتاني

محمد بن جابر بن سنان (توفي ٣١٧هـ)

نصوص ودراسات

جمع وإعادة طبع
فؤاد سزكين

بالتعاون مع

كارل إيرج-إيجرت، مازن عماوي، إكهارد نويباور

١٤١٩هـ - ١٩٩٨م
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
في إطار جامعة فرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية

منشورات
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية

يصدرها
فؤاد سزكين

الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي

٦٨

الفرغاني
أحمد بن محمد بن كثير (عاش حوالى ٢٣٥هـ)
والبتاني
محمد بن جابر بن سنان (توفي ٣١٧هـ)

نصوص ودراسات

جمع وإعادة طبع

١٤١٩هـ - ١٩٩٨م
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
في إطار جامعة فرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية

منشورات

معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية

سلسلة الرياضيات الإسلامية والفـلك الإســـلامـــي

المجلد ٦٨