

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

Islamic Mathematics
and
Astronomy
Volume 41

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

Edited by
Fuat Sezgin

ISLAMIC
MATHEMATICS
AND
ASTRONOMY

Volume 41

Traité des instruments astronomiques des Arabes
composé au treizième siècle par
Abu l-Ḥasan 'Alī al-Marrākushī
(VII/XIII s.)
intitulé *Jāmi' al-mabādi' wa-l-ghāyāt*
Partiellement traduit de l'arabe par
Jean-Jacques Sédillot
et publié par
Louis Amélie Sédillot

Tome I-II

1998

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

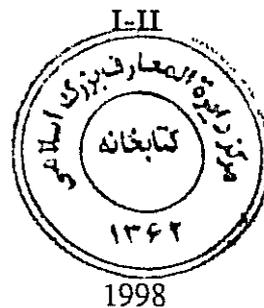
ISLAMIC
MATHEMATICS
AND
ASTRONOMY

Volume
41

TRAITÉ DES INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES
DES ARABES

composé au treizième siècle par
ABU L-ḤASAN 'ALĪ AL-MARRĀKUSHĪ
(VII/XIII s.)
intitulé *Jāmi' al-mabādi' wa-l-ghāyāt*

Partiellement traduit par
JEAN-JACQUES SÉDILLOT
et publié par
LOUIS AMÉLIE SÉDILLOT



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

QA23
.78
vol. 41

Reprint of the Edition Paris 1834-1835

80 copies printed

Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften
Beethovenstrasse 32, D-60325 Frankfurt am Main
Federal Republic of Germany

Printed in Germany by
Strauss Offsetdruck, D-69509 Mörlenbach

PREFACE DE L'ÉDITEUR

Un demi-siècle s'était à peine écoulé depuis que J.-E. Montucla, écrivant en France, avait affirmé que les mathématiciens arabes et musulmans ne pouvaient avoir traité des équations algébriques d'un degré supérieur au second et qu'il avait même refusé de reconnaître que c'était Ibn al-Haytham qui avait déterminé, à l'aide d'une équation du quatrième degré, le point d'un miroir concave dans lequel se réfléchisse un rayon émis par un corps déterminé pour atteindre l'œil humain, quand les orientalistes français s'activèrent pour montrer, grâce à des fructueuses recherches, l'importance des ouvrages arabes pour l'histoire de l'astronomie et des mathématiques. C'est ainsi que Caussin de Perceval traduisit en français une partie du livre important d'Ibn Yūnis: *az-Zīj al-kabīr al-Ḥākīmī* (Les grandes tables hakimides) et la publia en 1804 et que parurent en France, à la faveur de ce regain d'intérêt pour les sciences arabes, des œuvres d'une importance capitale pour l'histoire de l'astronomie, telle *L'histoire de l'astronomie du Moyen-Âge* de J. B. L. Delambre, publiée à Paris en 1819. Delambre y décrit et analyse, d'une manière remarquable pour l'époque, le rôle joué dans l'histoire de l'astronomie par les astronomes arabes et musulmans, qu'il avait connus et étudiés dans des traductions latines.

Après la publication de la traduction française, due également aux soins de Caussin de Perceval, de l'ouvrage de 'Abdarrahmān aṣ-Ṣūfī sur la forme des astres fixes¹, parut en 1834/1835 la traduction de l'ouvrage *Ġāmi' al-mabādī' wa-l-ġāyāt fī 'ilm al-miqāt* (Somme des principes et des fins de la science de la détermination du temps) d'Abū 'Alī al-Ḥasan b. 'Alī (ou Abu l-Ḥasan 'Alī) b. 'Umar al-Marrākuṣī, qui vécut au VIIe siècle de l'Hégire (XIIIe siècle de l'ère chrétienne). Nous sommes heureux de présenter au lecteur une réimpression de cette traduction, dans le cadre d'un projet de l'Institut d'Histoire des Sciences Arabo-Islamiques, tendant à faire connaître les travaux importants des orientalistes. J.-J. Sédillot

¹ *Les constellations d'Abouhossain Abderrahman es-Soufi er-Razi* dans: Notices et extraits (Paris) 12/1831/236-276.

avait traduit la première moitié de l'ouvrage d'après le manuscrit de la Bibliothèque Nationale de Paris, dont la cote était à l'époque 1147. C'est son fils, L.-Am. Sédillot qui l'a publiée, en même temps que son étude sur le premier et le second volume de l'ouvrage. Ce dernier est conservé dans la même bibliothèque sous la cote 1148.

C'est ainsi que Sédillot fils s'est basé, pour l'étude du premier volume, consacré aux problèmes des cadrans solaires en général, sur la traduction faite par son père et a entrepris une étude détaillée du second volume, qui contient la description de nombreux instruments astronomiques ainsi qu'une description détaillée de la manière de construire diverses sortes de quart de cercle, accompagnée de leur mode d'emploi. Il les a publiées sous le titre: *Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes* (Paris, 1844).

Cet éminent savant s'est fait le défenseur du rôle joué par les Arabes et les Musulmans dans l'histoire des sciences, aidé en cela par une immense érudition et beaucoup d'enthousiasme. Dans ses nombreux ouvrages², il a fait connaître ce rôle et a préparé

² *Histoire générale des Arabes, leur empire, leur civilisation, leurs écoles philosophiques, scientifiques et littéraires*, par L.-A. Sédillot. 2^e édition. Paris, 1877. 2 vol.

Institut de France. Académie royale des sciences . . . *Sur la détermination de la troisième inégalité lunaire ou variation par les Arabes*, par M. Sédillot. Paris, 1848.

Manuel classique de chronologie, publié par L.-Am. Sédillot. Paris, 1834-1850. 2 vol.

Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux, par M. L.-Am. Sédillot. Paris 1845-1849, 2 vol.

Mémoire sur les systèmes géographiques des Grecs et des Arabes . . . par M. L.-A. Sédillot. Paris 1842.

Note relative à une édition des tables astronomiques d'Oloug-Beg, commencée en 1839 [par L.-A. Sédillot]. Paris, 1845.

Notice de l'ouvrage intitulé « Etudes géographiques et historiques sur l'Arabie . . . par M. Jomard, . . . » par M. Sédillot. Paris 1840 (extrait du JA).

Notice sur le second volume de « l'Histoire des Sultans Mamlouks de l'Égypte », écrite en arabe par Taki-Eddin Ahmed Makrizi, traduite en français et accompagnée de notes philologiques, historiques et géographiques par M. Quatremère, . . . par M. Sédillot. Paris, 1840.

Courtes observations sur quelques points de l'histoire de l'astronomie et des mathématiques chez les Orientaux, par M. L.-P.-E.-A. Sédillot. Paris, 1863.

Lettre à M. de Humboldt, sur les travaux de l'école arabe, par M. Sédillot. Paris, 1853.

la voie aux chercheurs spécialistes de son temps et des temps à venir.

Nous sommes heureux de pouvoir réimprimer le premier de ces deux ouvrages, le *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, qui marque une étape importante dans les recherches modernes sur l'histoire des sciences arabo-islamiques. Bien qu'il ait été composé il y a près d'un siècle et demi, il n'a rien perdu de son valeur scientifique.

Nous nous réjouissons enfin d'annoncer ici que l'Institut d'Histoire des Sciences Arabo-Islamiques a été en mesure de publier un facsimilé d'une copie ancienne et complète du texte arabe du livre d'al-Marrākušī, conservée à la Bibliothèque Ahmet III d'Istanbul, espérant ainsi être utile au chercheur et au lecteur.

Francofort, novembre 1984

Fuat Sezgin

Deuxième lettre à M. de Humboldt sur quelques points de l'histoire de l'astronomie et des mathématiques chez les Orientaux, par M. L.-Am. Sédillot. Paris, 1859.

Histoire des Arabes, par L.-A. Sédillot. Paris, 1854.

Sur l'origine de nos chiffres. Lettre de M. L.-Am. Sédillot à M. le prince Balthasar Boncompagni. Rome, 1865.

Sur les emprunts que nous avons faits à la science arabe et en particulier de la détermination de la 3^e inégalité lunaire ou variation par Aboul-Wéfa de Bagdad. Lettre de M. L.-Am. Sédillot à D. B. Boncompagni. Rome, 1875.

TRAITÉ
DES
INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES
DES ARABES.

TRAITÉ
DES
INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES
DES ARABES

COMPOSÉ AU TREIZIÈME SIÈCLE
PAR ABOUL HHASSAN ALI, DE MAROC

INTITULÉ

جَامِعُ الْمَبَادِي وَالْعَايَاتِ

(COLLECTION DES COMMENCEMENTS ET DES FINS)

TRADUIT DE L'ARABE

SUR LE MANUSCRIT 1147 DE LA BIBLIOTHEQUE ROYALE

PAR J.-J. SÉDILLOT

MEMBRE ADJOINT AU BUREAU DES LONGITUDES
POUR L'HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE CHEZ LES ORIENTAUX, ETC.

ET PUBLIÉ PAR L.-M. SÉDILLOT

PROFESSEUR D'HISTOIRE AU COLLÈGE ROYAL DE SAINT-LOUIS
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ASIATIQUE, ETC.

TOME PREMIER



PARIS

IMPRIMÉ PAR AUTORISATION DU ROI

A L'IMPRIMERIE ROYALE

M DCCC XXXIV

A

LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MONSIEUR

LE BARON SILVESTRE DE SACY

PAIR DE FRANCE

SECRETÉAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES, ETC.

HOMMAGE

DE MA RECONNAISSANCE ET DE MON PROFOND RESPECT.

L. AM. SÉDILLOT.

M. SÉDILLOT (Jean-Jacques-Emmanuel), membre de la Légion d'honneur, secrétaire de l'École royale et spéciale des langues orientales vivantes, et astronome adjoint au Bureau des longitudes pour l'histoire de l'astronomie chez les Orientaux, né à Enghien-Montmorency, le 26 avril 1777, fut l'un des premiers élèves de l'école instituée en l'an III (1795) pour l'enseignement des langues orientales vivantes : école dont la création a donné une si grande impulsion à la culture des langues de l'Asie, et à laquelle préside avec tant d'éclat M. le baron Silvestre de Sacy. Il se livra avec zèle à l'étude de l'arabe, du persan et du turc, et fut bientôt attaché à cette école pour aider MM. les professeurs dans leurs travaux scientifiques. Il devint plus tard professeur adjoint de langue turque, place qu'il remplit pendant quinze ans, et que des motifs d'économie firent supprimer en 1816. Depuis longtemps, le Bureau des longitudes avait senti la nécessité de puiser dans les écrivains de l'Orient la connaissance des faits relatifs à l'histoire et aux progrès des sciences mathématiques et de l'astronomie chez les peuples de l'Asie, et particulièrement chez les Arabes et les Persans; pour satisfaire à ce besoin de la science, une place d'adjoint à ce Bureau, pour l'histoire de l'astronomie chez les Orientaux, fut créée sous le ministère de M. l'abbé Montesquiou, en même temps que deux nouvelles chaires étaient ajoutées au Collège royal de France, pour l'enseignement des langues sanscrite, chinoise et tartare mantchou; M. Sédillot, ancien élève de l'École polytechnique, et qui s'était livré d'une manière

spéciale à l'étude des mathématiques et à leurs applications, fut nommé astronome adjoint, et ses travaux, justement appréciés par les Delambre, les Laplace, etc., ont contribué au succès de leurs écrits. Il concourut en 1808 pour les grands prix décennaux, et sa traduction du manuscrit d'Aboul-Hassan-Ali sur l'astronomie des Arabes fut désignée par le jury comme étant digne du second des quatre prix *destinés aux traducteurs de quatre ouvrages, soit manuscrits, soit imprimés en langue orientale ou en langue ancienne, les plus utiles, soit aux sciences, soit à l'histoire, soit aux lettres, soit aux arts.*

M. Sédillot nous a fait connaître aussi les traités d'Ebn-Jounis, d'Ulugh-Beig, d'Abderrahman-Suphi, etc. Mais, savant modeste, aimant l'étude pour elle-même, et d'ailleurs gravement infirme depuis bien des années, il se contenta de communiquer les résultats de ses recherches à M. Delambre, qui les a consignés dans son Histoire de l'astronomie au moyen âge. Ils sont exposés dans l'introduction placée à la suite de cette notice.

Enlevé prématurément à la science par une attaque de choléra, le 9 août 1832, M. Sédillot a laissé d'importants manuscrits qui ne seront pas perdus pour la France : M. Sédillot fils, appelé à poursuivre la même carrière que son père, s'occupe de les réunir et de les compléter.

INTRODUCTION.

Tandis que l'Europe chrétienne restait plongée dans les ténèbres du moyen âge, les Arabes, que leurs conquêtes et des rapports multipliés avec les peuples vaincus avaient conduits à un degré de civilisation avancé, cultivaient les sciences et les lettres, et s'approprièrent les travaux des Grecs.

Dès le milieu du VIII^e siècle, le khalife Al-Manzor encourageait spécialement l'astronomie, et l'un de ses successeurs, Al-Mamon, qui régnait à Bagdad de 813 à 833, faisait traduire l'Almageste et répandait ainsi dans son empire les connaissances astronomiques de l'école d'Alexandrie.

Mais, jusqu'au commencement de cet âge, les écrits des astronomes arabes étaient en général peu connus.

Le seul ouvrage important que l'on pût citer, l'Introduction aux tables de Mohammed-ben-Geber Albatani, nommé par le traducteur Albategnius ou Albateni, écrit au IX^e siècle, et commenté avec soin par Régiomontan, paraissait indiquer que les Arabes, imitateurs scrupuleux des Grecs, en avaient conservé les théories générales; qu'ils avaient seulement un peu perfectionné les instruments, mieux déterminé l'obliquité de l'écliptique, l'excentricité du soleil, son mouvement moyen et la précession des équinoxes; qu'ils avaient employé les sinus au lieu des cordes dans les calculs astronomiques, mais qu'ils

n'avaient pas été plus loin, et que, pour signaler de nouveaux progrès, il fallait recourir aux astronomes européens du xvi^e siècle.

Quant au livre d'Ahmed-ben-Ketir de Forzana ou Alfragan, qui vivait vers 950, on n'y avait trouvé qu'un extrait superficiel de Ptolémée, une copie de quelques chapitres d'Albategni; et Thebit-ben-Chorath, que M. Delambre appelle *le Ronsard* de l'astronomie, s'était jeté dans des aberrations qui lui ôtaient toute autorité.

Albategni semblait donc avoir seul des titres à l'estime des savants, et en effet Bailly le présentait comme le plus grand astronome qui eût paru sur la terre depuis Ptolémée jusqu'à Régiomontan.

La traduction de quelques chapitres d'Ebn-Jounis, par M. Caussin, avait bien fait connaître, en 1804, des observations d'éclipses et de conjonctions de planètes, utiles pour la détermination des moyens mouvements; mais la doctrine, les méthodes, en un mot l'histoire de la science restaient dans l'obscurité; M. de Laplace écrivait que l'activité des astronomes arabes s'était bornée aux observations, et qu'ils n'avaient rien ajouté aux hypothèses de Ptolémée; M. Delambre : que leur principal mérite était d'être venus sept à huit cents ans plus tard; qu'ils avaient mieux déterminé ce qui n'avait été qu'ébauché par les Grecs, mais qu'ils ne paraissaient pas même avoir entrevu le besoin de rien changer aux théories.

Telles étaient les seules notions que l'on possédât, lorsque M. Sédillot, soupçonnant chez les Arabes des travaux plus étendus, plus parfaits, se livra à des recherches approfondies sur ce sujet, et commença cette série de découvertes que M. Delambre cite avec les plus grands éloges dans son Histoire

de l'astronomie au moyen âge, publiée en 1819; nous ajouterons, pour nous servir des expressions d'un savant célèbre: « La haute opinion qu'avait M. Delambre des résultats obtenus par M. Sédillot n'est pas le témoignage du moment; c'est le jugement impartial de l'histoire, porté il y a quinze ans par un des hommes qui ont le plus honoré la France. »

M. Sédillot commence par compléter la traduction du manuscrit d'Ebn-Jounis, tiré de la bibliothèque de Leyde, et composé de vingt-deux chapitres; il retrouve vingt-huit nouveaux chapitres de cet astronome dans un ouvrage d'Ebn-Schathir, et nous montre des progrès dont nous n'avions aucune idée; un grand nombre de pratiques et de règles qui rapprochent la trigonométrie arabe de celle des modernes, l'emploi des tangentes et des sécantes comme moyen subsidiaire en certains cas plus compliqués, des artifices de calcul qui n'ont été imaginés en Europe que dans la première moitié du XVIII^e siècle: voilà ce que M. Sédillot nous donne d'après ces derniers chapitres d'Ebn-Jounis'.

Mais ce n'est pas tout: il existait un *Almageste* d'Aboul-Wefa, astronome de Bagdad qui vivait au X^e siècle, contemporain d'Ebn-Jounis; et il se trouvait dans plusieurs bibliothèques; Weidler le cite en passant; il paraît que personne n'avait pris la peine de le lire; il contient les formules des tangentes et des sécantes, des tables de tangentes et de cotangentes pour tout le quart de cercle; Aboul-Wefa en fait le même usage qu'on en fait aujourd'hui dans les calculs trigonométriques; il change les formules des triangles, il en bannit ces expressions composées si incommodes, où se trouvaient à la fois le sinus et le cosinus de l'inconnue; il complète enfin la révolution dont l'au-

* Voy. Delambre

teur était incertain : on en faisait sans aucun fondement honneur à Régiomontan, qui n'avait jamais été plus loin, ni même aussi loin qu'Ebn-Jounis; on n'en a joui en Europe que six cents ans après l'invention première par les Arabes, dont malheureusement les ouvrages n'ont pas été assez répandus.

Animé par ce succès inespéré, M. Sédillot étend ses recherches aux astronomes persans et tartares; il nous apprend que le catalogue d'Ulugh-Beig est vraiment original comme celui d'Hipparque, et que toutes les étoiles en ont été réellement déterminées par des observations nouvelles; que tous les autres catalogues ne sont que des copies de Ptolémée, qui avait copié Ménélaus, lequel Ménélaus avait tout pris dans Hipparque. Albategni et Nassir-Eddin, pour déterminer la précession, s'étaient contentés d'observer, comme Ménélaus, deux ou trois étoiles et avaient pris les autres dans Ptolémée, en faisant aux longitudes la correction commune qui résultait d'un petit nombre de comparaisons. M. Sédillot nous apprend encore que l'astronome Abderahman-Suphi ne s'est occupé que des alignements et des grandeurs des étoiles, en sorte que son catalogue, que l'on croyait véritablement original, n'est rien que celui de Ptolémée avec l'addition d'une constante qui nous est connue, remarque curieuse en ce qu'elle nous procure une copie authentique du catalogue de Ptolémée, et par conséquent de celui d'Hipparque, et qu'elle permettra peut-être de rectifier un nombre considérable de fautes de copie qui nous étaient presque démontrées sans que nous eussions les moyens de rétablir les véritables leçons; c'est le service que pourra rendre le catalogue d'Abderahman, traduit avec soin par M. Sédillot et collationné sur trois manuscrits.

Voilà ce qui restait enfoui dans les bibliothèques, et ces

connaissances remplissent une grande et importante lacune dans l'histoire des sciences mathématiques. Elles ont trouvé place dans l'Histoire de l'astronomie au moyen âge de M. Delambre, et elles en forment la partie vraiment neuve et originale; nous avons dû les restituer à leur auteur.

Toutefois les travaux de M. Sédillot ne se bornèrent point là; Montucla n'avait pas balancé à affirmer que la gnomonique des Arabes était perdue ainsi que celle des Grecs; cependant celle des Grecs était en entier dans l'Analemme de Ptolémée avec la première idée et l'emploi des sinus et des sinus versés. L'ouvrage d'Albategni prouvait déjà que vers l'an 900 de notre ère les Arabes n'avaient encore fait aucune addition à la théorie de Ptolémée. M. Sédillot, par la traduction d'Aboul-Hhassan-Ali¹, de Maroc, nous donne un traité complet et très-détaillé de la gnomonique des Arabes; le fonds de la doctrine est toujours le même, mais avec des additions curieuses et importantes. Si Vitruve nous avait conservé les termes de quelques pratiques connues de son temps, ses descriptions étaient tellement équivoques qu'on en était réduit à des conjectures. Les descriptions d'Aboul-Hhassan, plus exactes, lèvent tous les doutes, et son ouvrage renferme de plus un grand nombre d'inventions évidemment dues aux Arabes.

L'histoire des sciences réclamait depuis longtemps un livre qui fit connaître les instruments dont ils se servaient pour leurs opérations; celui d'Aboul-Hhassan, qui vivait au commencement du XIII^e siècle, est, au sentiment des Arabes eux-mêmes, le plus complet qui ait été composé sur ce sujet par aucun écrivain de leur nation. Cet auteur n'a pas rédigé

¹ Cette traduction mérita, en 1810, le second des quatre grands prix decennaux proposés pour les ouvrages des orientalistes les plus utiles aux sciences ou aux lettres.

son ouvrage en simple praticien, mais en astronome distingué. Il ne s'arrête pas uniquement à la forme extérieure des choses, mais, considérant la justesse des observations comme la base des progrès de l'astronomie, et sachant combien il serait utile que les constructeurs eussent des notions précises des objets auxquels les instruments sont destinés, afin de rendre l'exécution plus parfaite et plus commode, il porte dans cette intéressante partie de la mécanique les lumières qu'il a puisées dans sa pratique et dans les écrits les plus estimés de son temps.

Pour procéder dans un ordre vraiment géométrique, il consacre la première partie de son ouvrage à l'exposition des principaux éléments sur lesquels reposent les diverses branches de l'astronomie, qui sont : la cosmographie ou description du ciel et du globe terrestre, la chronologie et la gnomonique; on y remarque l'emploi des tangentes et sécantes trigonométriques, dont l'invention remontait, comme nous venons de l'indiquer, au x^e siècle; et l'on voit que, dans ses considérations sur la gnomonique, Aboul-Hhassan ne se montre pas inférieur à nos géomètres, et que, après avoir saisi les principes généraux, il les applique avec succès au tracé de nos heures égales, dont il a le premier, parmi les Arabes, développé la théorie, et au tracé beaucoup plus compliqué des parallèles ou arcs des signes et des heures inégales ou antiques, les seules dont se servent les Orientaux pour la division du jour civil, et dont il a encore le premier expliqué la construction sur les surfaces du cylindre, du cône et de la sphère.

Les trois premiers livres de la seconde partie sont presque entièrement consacrés aux instruments relatifs à la mesure du temps, et les quatre livres suivants donnent la description des

instruments purement astronomiques, entre lesquels on distingue plusieurs quarts de cercle; une sphère, un planisphère, quatre mesâtirahs tracés sur des plans parallèles à l'horizon ou au méridien, plus dix sortes d'astrolabes, au nombre desquels se trouvent le shafiah d'Arzachel, indiqué par Montucla, et le chekaziah; les autres sont, le sextant, l'anneau, et les instruments spécialement destinés à l'observation des éclipses, des nouvelles lunes et de plusieurs autres phénomènes célestes.

Un second manuscrit, qui renferme l'exposition des usages de tous ces instruments, et un recueil des problèmes avec leurs solutions par le calcul ou par des procédés graphiques, complète l'ouvrage d'Aboul-Hhassan.

Le grand nombre d'auteurs grecs et arabes cités par cet écrivain donne une idée avantageuse de son savoir et de son érudition astronomique. Entre les premiers c'est Hipparque et Ptolémée qu'il suffit de nommer; Apollonius, que la profondeur de ses considérations sur les sections coniques place immédiatement après Archimède; Eutocius d'Ascalon, commentateur d'une partie des ouvrages de ces deux grands géomètres; Théodose de Tripoli, dont les sphériques peuvent être mises au rang des classiques en astronomie; Théon, le seul astronome distingué des derniers temps de l'école d'Alexandrie; enfin Euclide et Philon; et, parmi les Arabes, Albatégni, qui a déterminé avec une grande précision, pour son temps, l'obliquité de l'écliptique, la position des équinoxes et l'excentricité de l'ellipse solaire; Géber-ben-Aflahh, qui a simplifié les méthodes trigonométriques; Al-Birounie, Alfragan. Avicenne; Aboul-Wefâ, commentateur d'Euclide, de Diophante et de Ptolémée; les géomètres Khostha-ben-Loukha; Mohammed-

ben-Mousa, contemporain d'Al-Mamon et auteur des tables nommées *Tables indiennes* et l'un des premiers qui se soit livré à l'étude de l'algèbre; enfin Arzachel, qui observait à Tolède, vers la fin du XI^e siècle, et Alkemâd, qui a déduit des observations de cet astronome célèbre trois tables toujours citées avec éloge par les écrivains arabes.

En outre, Aboul-Hhassan avait parcouru en observateur éclairé le midi de l'Espagne et une grande partie de l'Afrique septentrionale, ayant relevé lui-même la hauteur du pôle dans quarante-et-une villes depuis Ifrâne, sur la côte occidentale au 27^e degré 15 minutes, jusqu'à la capitale de l'Égypte, c'est-à-dire, sur un espace de 900 lieues de l'E. à l'O., et ajouté par ses voyages aux connaissances qu'il avait acquises, celles des plus savants hommes des seules contrées où les sciences fussent alors cultivées avec succès. Nous savons encore qu'il avait composé un traité sur la manière d'observer la nouvelle lune¹, circonstance très-remarquable dans le calendrier civil des Arabes, et un autre sur les sections coniques².

Après cet aperçu des objets compris dans le traité des instruments astronomiques des Arabes, nous nous arrêterons plus particulièrement sur quelques-uns de ceux qui font partie

¹ كتاب تلخيص الاعمال في روية الهلال

² Ce traité d'Aboul-Hhassan sur les sections coniques ne nous est pas parvenu. Il nous en reste les méthodes curieuses qu'il en avait déduites pour tracer les arcs des signes, en déterminant d'abord l'axe et le paramètre, et par conséquent l'équation de la section conique. Ces méthodes diminuaient déjà le travail de moitié, puisque les deux hyperboles opposées sont toujours égales, et qu'on peut toujours calquer l'une sur l'autre quand une fois on a déterminé les axes et les sommets de ces courbes. L'auteur ne donne pas la démonstration de ses règles, mais elles sont rigoureusement exactes, et par de simples substitutions algébriques d'une règle à la suivante, on arrive à des formules bien autrement expéditives, qui suffisent pour décrire tous les arcs des signes sans la moindre connaissance des lignes horaires, excepté la méridienne du plan, sur laquelle se trouvent les axes de toutes les courbes.

du premier volume. Aboul-Hhassan présente les tangentes et les sécantes dans ses calculs astronomiques sous les noms *d'ombres* et de *diamètres d'ombres*, dont le module, qu'il nomme corps, est égal au rayon des tables; ces lignes, on le voit, sont nées de la gnomonique; la tangente, comparée à l'ombre que projetterait sur un plan vertical un corps ou gnomon perpendiculaire à ce plan, est nommée ombre verticale, et la cotangente est l'ombre horizontale du même gnomon devenu, par un quart de reversion sur son sommet, perpendiculaire au plan horizontal. Par une conséquence naturelle, la sécante est nommée diamètre de l'ombre verticale et la cosécante diamètre de l'ombre horizontale, parce qu'elles répondent au diamètre d'un cercle sur lequel seraient appuyés l'ombre et son gnomon, formant un angle droit à la circonférence.

Si Aboul-Hhassan n'employait ces termes que dans le sens rigoureux que leur assigne leur signification propre, on pourrait croire qu'il ne considère pas les lignes dont il s'agit comme purement trigonométriques, mais il prend soin de lever tous les doutes qu'on pourrait former à cet égard : « Si vous pré-
 « parez, dit-il, une aire parallèle à l'horizon et que sur cette
 « aire vous élevez un gnomon vertical, l'ombre du gnomon
 « sur cette surface, lorsqu'elle sera éclairée par les rayons du
 « soleil, sera sensiblement proportionnelle à l'ombre horizontale
 « de la hauteur du soleil à l'instant de l'observation, c'est-à-dire
 « qu'elle contiendra sensiblement autant de parties du gnomon
 « que l'ombre horizontale de la hauteur comprend de parties
 « du corps (ou rayon des tables); » de plus, il ne ferait usage de ces ombres que quand il s'agirait réellement de celles d'un gnomon; or il les emploie absolument de la même manière que nous employons nos tangentes et nos sécantes, et de

même que nous disons : « Prenez la *tangente* ou la *sécante* de l'inclinaison ou de la déclinaison d'un plan, de la déclinaison ou de la latitude d'un astre, de sa longitude ou de son ascension droite, de son amplitude ortive ou occase, » il dit : « Prenez l'*ombre verticale* ou le *diamètre de l'ombre verticale* de l'inclinaison ou de la déclinaison du plan, de la déclinaison ou de la latitude de l'astre, » etc., et il donne des tables toutes calculées de ces tangentes ou cotangentes pour tous les degrés du cadran, comme il en a donné pour les sinus et sinus verses. Ainsi la trigonométrie sortie des mains d'Hipparque, le plus grand astronome de l'antiquité, simplifiée d'abord par la substitution que firent les Arabes des sinus aux cordes des arcs doubles, enrichie par eux des deux principaux théorèmes employés pour la résolution des triangles sphériques rectangles, reçoit au x^e siècle un nouveau degré de perfection par l'addition, et au xiii^e siècle par l'usage reproduit des seuls éléments que nous nous flattons d'y avoir introduits : car dès que les signes sont inventés, leur emploi découle nécessairement de leurs propriétés, et il ne faut pour l'étendre que multiplier les applications.

Aboul-Hhassan expose dans le plus grand détail la construction des lignes d'heures antiques, les seules que les Orientaux tracent sur leurs cadrans ; mais il ne détermine pas la nature de ces lignes, dont aucun de nos géomètres ne paraît s'être occupé ; il lui était cependant facile de voir que, pour les horizons obliques dont la latitude n'excède pas le complément de l'inclinaison de l'écliptique, ces lignes d'heures sont des courbes résultantes de l'intersection d'une surface conique par la surface destinée au tracé du cadran.

En effet les heures antiques, qui sont alors variables d'un jour à l'autre, sont toujours proportionnelles au temps que le

soleil met à décrire la partie visible de son parallèle; si donc on conçoit, sur la portion de sphère occupée par les parallèles, une courbe à double courbure qui divise en parties proportionnelles l'arc visible de chaque parallèle sur l'horizon donné, et que sur cette courbe on fasse mouvoir une droite assujettie à passer par le sommet du gnomon, cette droite engendrera une surface conique dont la nappe opposée, qui sera celle de l'ombre, donnera pour tous les jours de l'année, par sa rencontre avec la surface du cadran, la ligne d'heure correspondante au point de division de chaque parallèle céleste; et l'intersection de cette ligne par les arcs des signes marquera le lieu de l'extrémité de l'ombre pour les jours qui répondent à chacun de ces arcs.

Lors du passage du soleil au méridien, la surface conique dont il s'agit se confond avec le plan du méridien qui divise en deux parties égales l'arc visible de chaque parallèle: ainsi la méridienne sera toujours une ligne droite sur un cadran plan, mais sur toute autre surface elle prendra diverses formes, déterminées pour chaque surface par la nature de son intersection par le plan donné du méridien; à l'instant du lever et du coucher du soleil, la surface conique se confond avec le plan de l'horizon; et il est aisé d'apercevoir ce qui a lieu pour les lignes d'heures relativement aux horizons dont la latitude excède le complément de l'inclinaison de l'écliptique.

Sans nous étendre sur la partie chronologique, nous ferons remarquer les moyens ingénieux dont l'auteur se sert pour trouver le maderhhal ou jour initial des années et des mois grecs et arabes, et particulièrement la règle donnée pour trouver les années bissextiles de l'hégire. On sait que ces années ne procèdent pas comme les nôtres, mais que dans chaque pé-

riode de trente années arabiques ou lunaires il y en a onze dont l'ordre est indiqué par les nombres 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 et 29, qui paraissent choisis arbitrairement et qui cependant sont tels, ainsi que nous l'apprend la règle donnée, que, multipliés par 11, nombre des années bissextiles de la période, et divisés par trente, nombre de toutes les années de la même période, on a pour reste un des onze nombres compris entre 15 et 27, dont l'ordre naturel paraît être le motif qui a fait choisir les nombres indiqués de préférence à tous autres.

Nous avons déjà parlé des latitudes terrestres relevées par l'auteur lui-même; il les a réunies dans une table avec un petit nombre d'autres, et il donne aussi dans une table la longitude de la plupart des mêmes lieux. Dans une note placée à la suite de ces longitudes, M. Sédillot en a indiqué le terme fixe comme appartenant à un système de géographie sur lequel nous n'avons aucune indication positive, et qui nous paraît mériter l'attention des savants qui s'occupent spécialement de recherches géographiques.

De toutes les autres tables que nous présente l'ouvrage d'Aboul-Hhassan, nous ne mentionnerons que celle des longitudes et latitudes de 240 étoiles, des déclinaisons de 180 et des ascensions droites de 210; la première est rapportée à l'époque astronomique du commencement de l'hégire, le jeudi 15 juillet 622 à midi, les deux autres à la fin de l'année 680 de la même ère. L'auteur ne dit pas si ces tables résultent de ses propres observations ou s'il les a calculées d'après d'autres observations réduites aux deux époques citées, d'après le système qu'il adopte sur le mouvement des points équinoxiaux; car Aboul-Hhassan n'est point exempt de préjugés: il s'est laissé

entraîner par l'esprit de son siècle et par sa vénération pour Arzachel, et il a reçu, comme à l'abri de toute objection, les opinions enseignées dans l'école de Tolède sur les variations de l'obliquité de l'écliptique et sur les oscillations du point initial du zodiaque mobile. Il a même, pour calculer ces variations, dressé des tables qui méritent quelque attention comme monument historique, en ce qu'elles peuvent servir à déterminer les limites encore indécisées des erreurs dans lesquelles les Arabes sont tombés sur ces deux points importants du système du monde.

Sous un autre rapport elles ne sont pas moins utiles, en ce que l'une d'elles peut servir à fixer la date précise de la composition de cet ouvrage, époque sur laquelle la bibliographie arabe de Hhaji-Khalfâ, qui nomme avec éloge Aboul-Hassan, ne donne aucun renseignement. On aurait pu croire que ce devait être vers l'an 680 de l'hégire, parce que la plupart de ses exemples de calcul sont rapportés à la fin de cette année, 10 avril 1282 de notre ère; cependant le silence absolu qu'il garde sur les tables alphonsines, qui parurent en 1252, et sur les grands travaux exécutés en Espagne vers le même temps, quoiqu'il eût été à Séville et à Cadix, devait faire supposer qu'il avait écrit avant leur publication.

Ce doute ne pouvait être résolu que par la comparaison de deux époques déterminées d'un mouvement périodique connu, vrai ou supposé; Aboul-Hassan choisit précisément la fin de l'année 680 de l'hégire pour donner un exemple de l'application de la table relative aux variations de l'obliquité de l'écliptique, et il en déduit cette obliquité de 23 degrés 36 minutes, à très-peu près, pour cette époque; puis dans un autre passage il dit positivement que de son temps l'obliquité n'était que de

23 degrés 35 minutes. Or la différence de ces deux quantités, qui est une minute, répond à 53 années arabes, en moins, ce qui nous apprend qu'il écrivait vers l'an 627 de l'hégire, ou de 1229 à 1230 de notre ère, c'est-à-dire au commencement du XIII^e siècle, comme nous l'avons déjà indiqué.

Il n'était pas aussi facile de déterminer la date de la transcription des deux manuscrits (Bibliothèque royale, n^o 1147 et n^o 1148); nous savons seulement qu'elle a au moins quatre cents ans d'ancienneté, ce que l'on reconnaît par une note placée au-dessous du titre du second tome, portant que ces manuscrits furent donnés à la mosquée des Ommiades à Damas, par Mohammed-Iousef-al-Soukrie, en 813 de l'hégire, 1410 de notre ère. Cette époque n'est postérieure que de dix ans à l'incendie de cette grande ville par Tamerlan, et comme les deux manuscrits ont été brûlés sur les angles et endommagés par le feu d'une manière assez considérable, on pourrait croire, si toutefois cette conjecture n'est pas trop hasardée, qu'ils avaient éprouvé cette altération à Damas même, avant le don qui en fut fait à la mosquée.

Une autre note, qui est de la main du copiste, nous apprend que c'est la septième fois qu'il transcrit l'ouvrage d'Aboul-Hhassan, et qu'il a fait cette transcription, renfermant, dit-il, plusieurs choses qui n'étaient pas dans les autres, sur une copie immédiatement faite d'après un manuscrit autographe de l'auteur; ainsi nous sommes assurés d'avoir l'ouvrage tel qu'il a été composé.

Une circonstance non moins remarquable, c'est que les deux manuscrits ont appartenu en 971 de l'hégire (1563) à l'astronome turc Takhi-Eddin-Ben-Maruf, auteur de plusieurs tables

astronomiques, d'un abrégé de celles d'Ulugh-beig, d'un traité sur les horloges d'eau ou clepsydras, et d'un autre sur la gnomonique, dont la bibliothèque d'Oxford possède un exemplaire. Cet astronome, après avoir fait rétablir le bord des feuillets brûlés, et corrigé lui-même le texte par des notes marginales, se proposait de restituer les fragments qui manquent au bas des pages, comme on le reconnaît par quelques restitutions écrites de sa main ; mais ce travail n'ayant pas été terminé et la Bibliothèque royale ne possédant qu'un exemplaire de l'ouvrage, M. Sédillot a été obligé d'achever les restitutions et de rétablir dans sa traduction tous les mots altérés ou entièrement détruits ; il a aussi restauré un grand nombre de figures, où le copiste avait omis plusieurs lignes essentielles, et corrigé les erreurs des tables, erreurs qu'il est difficile d'éviter dans les transcriptions de manuscrits arabes, où l'omission d'un seul point change totalement la valeur des nombres ; enfin, pour conserver la manière de l'auteur, M. Sédillot ne s'est pas permis l'emploi des signes algébriques, qui auraient donné plus de rapidité à l'exposition des détails, et il a inséré entre deux [] les additions que le peu d'analogie des deux langues l'a obligé quelquefois de faire au texte pour le rendre plus intelligible.

L. AM. SÉDILLOT.

OBSERVATION SUR LE NOM DE L'AUTEUR.

Le manuscrit 1147	} Bibliothèque royale, porte	Al-Hhasan-ben-Ali-ben-Omar.
Le manuscrit 1148		Aboul-Hhasan-Ali-ben-Omar.
Le manuscrit 903, bibliothèque Bodleyenne ¹ .		Aboul-Hhasan-Ali.
Le manuscrit 1170, bibliothèque de Leyde ² .		Al-Hhasan-ben-Ali-ben-Omar.
Un manuscrit de la bibliothèque d'Offenbach, ³ cité par Heilbremer ³ ,	}	Abul-Ali.
La bibliographie arabe de Hhaji-Khalfa	}	Abou-Ali (2 fois). Abou-Ali-Hhasan-ben-Ali (1 fois).
Montucla, Hist. des mathématiques, t. 1, p. 370.		Abul-Hazen.

Ces différentes leçons laissant une grande incertitude sur le véritable ordre des noms de l'auteur, nous avons cru devoir adopter celui qui se rapproche le plus du nom sous lequel il a été cité par M. de Montucla, comme le plus généralement connu, et nous le nommerons Aboul-Hhasan, en attendant que des recherches ultérieures dans les bibliographies arabes nous permettent de fixer invariablement l'opinion sur ce sujet.

¹ Ce manuscrit paraît ne contenir que les six derniers livres de la seconde partie.

² Ce manuscrit paraît répondre à notre manuscrit 1148.

³ Ce manuscrit est cité comme un excellent traité de l'astrolabe, et il pourrait contenir le sixième livre de la deuxième partie.

NOTA. Nous avons respecté le système orthographique suivi par M. Sédillot dans le cours de sa traduction, relativement à la valeur des lettres arabes. C'est ainsi qu'il exprime س , le jota des Espagnols, par *Rh*, tandis que M. le baron Silvestre de Sacy le rend par *Kh* dans sa grammaire, etc. Le vocabulaire arabe que nous donnerons à la fin de l'ouvrage rectifiera ces différences. S.

TABLE GÉNÉRALE
DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LE MANUSCRIT 1147 DE LA BIBLIOTHÈQUE ROYALE.

فهرسة

الفن الاول فى الحسابات

- الفصل الاول فى تعريف معان يضطر الى معرفتها المتعلم لهذا العلم
- ٢ فى ذكر جملة من هبة السما والارض
- ٣ فى تعريف ما يحتاج اليه من الدواير الفلكية وما يتعلق بها
فى هذا الكتاب وليس له باب معين يذكر فيه
- ٤ فى ذكر الايام والليالى ومباديها
- ٥ فى ذكر مبادئ التواريخ وعدد ايام سنيها واسما شهورها
- ٦ فى معرفة مداخل سنى العرب وشهورها بالحساب
- ٧ فى معرفة مداخل سنى الروم وشهورها
- ٨ فى معرفة الكبايس العربية والرومية
- ٩ فى استخراج التاريخ الرومى من التاريخ العربى بالحساب والمجدول
- ١٠ فى معرفة جيب القوس وترها وجيب تمامها وسهمها من
قبلها ومعرفة القوس من جيبها ومن وترها ومن جيب تمامها
ومن سهمها
- ١١ فى استخراج ما بين المبدأ الذاتى وبين نقطة الاعتدال الربيعى
فى اى زمان شئت

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE. — DES CALCULS.

- CHAPITRE I. Définitions dont la connaissance est nécessaire pour l'intelligence de ce traité.
- CHAP. II. De la forme des cieux et de la figure de la terre.
- CHAP. III. Exposition des choses qu'il est nécessaire de connaître au sujet des cercles de la sphère et de ce qui en dépend, relativement à ce traité, et auxquelles nous n'avons pas consacré un chapitre particulier.
- CHAP. IV. Des jours et des nuits, et du temps où ils commencent.
- CHAP. V. Époques des ères, nombre de jours de leurs années et de leurs mois, et nom de ces mois.
- CHAP. VI. Méthode de calcul pour trouver le Maderhhal, *entrée* ou jour initial des années et des mois arabes.
- CHAP. VII. Méthode de calcul pour trouver le Maderhhal ou jour initial des années et des mois grecs.
- CHAP. VIII. Détermination des années bissextiles arabiques et grecques.
- CHAP. IX. Méthode pour réduire une époque de l'ère arabique à l'époque correspondante de l'ère grecque, suivie d'une table comparative.
- CHAP. X. Détermination des cordes, sinus, sinus du complément [ou de l'excédant], flèche ou *sinus verse* d'un arc, et comment on connaît un arc par son sinus, sa corde, son cosinus ou son sinus verse.
- CHAP. XI. Manière de trouver, pour une époque quelconque, la distance entre le point initial du zodiaque réel et l'équinoxe du printemps.

- ١٢ في معرفة موضع أوج الشمس في أى زمان أردت
- ١٣ في معرفة موضع الشمس من فلك البروج في أى يوم أردت
- ١٤ في معرفة اطوال الكواكب الثابتة وعروضها في مواضعها
- ١٥ في تعريف الارتفاع عن الافق والظل المبسوط والظل المنكوس
وشخص كل واحد من هذين الظلين وقطر كل واحد منهما
- ١٦ في استخراج قطر كل.....المبسوط والمنكوس وصرف
الظلال بعضها الى بعض
- ١٧ في معرفة الظل المبسوط.....والمنكوس من المبسوط
- ١٨ في معرفة الارتفاع من الظل المبسوط ومن الظل المنكوس
ومعرفة هذين الظلين من قبل الارتفاع
- ١٩ في جملة من احكام الظل والارتفاع
- ٢٥ في معرفة ارتفاع الشمس بالجليل من التقريب
- ٢١ في معرفة ارتفاع الكواكب والاعمدة بالجليل من التقريب
- ٢٢ في معرفة الظل المبسوط والظل المنكوس من قبل الارتفاع
بالجليل من التقريب
- ٢٣ في معرفة الميل الاعظم في أى زمان أردت
- ٢٤ في معرفة الميل الاول والميل الثانى لاي نقطة تفرض على محيط
منطقة فلك البروج الطبيعية

- CHAP. XII. Détermination du lieu de l'apogée du soleil à telle époque que ce soit.
- CHAP. XIII. Détermination du lieu du soleil dans l'écliptique, pour tel jour que ce soit.
- CHAP. XIV. Détermination de la longitude des étoiles, de leur latitude et de leur lieu.
- CHAP. XV. Détermination de la hauteur au-dessus de l'horizon; de l'ombre horizontale et de l'ombre verticale; du corps et du diamètre de l'une et de l'autre ombre.
- CHAP. XVI. Méthode pour déterminer le diamètre des deux ombres horizontale et verticale, et pour la conversion des ombres.
- CHAP. XVII. Détermination de l'une ou de l'autre ombre, horizontale ou verticale, au moyen de l'autre, lorsque l'une des deux est connue.
- CHAP. XVIII. Détermination de la hauteur d'après l'ombre horizontale ou verticale, et détermination de ces deux ombres d'après la hauteur.
- CHAP. XIX. Axiomes sur la hauteur et les ombres.
- CHAP. XX. Déterminer approximativement la hauteur du soleil.
- CHAP. XXI. Déterminer approximativement la hauteur des étoiles et des verticales.
- CHAP. XXII. Déterminer approximativement l'ombre horizontale et l'ombre verticale d'après la hauteur.
- CHAP. XXIII. Détermination de l'obliquité *majeure* pour une époque donnée.
- CHAP. XXIV. Détermination de l'obliquité *première* et de l'obliquité *seconde* d'un point donné sur la circonférence de l'écliptique dans le zodiaque naturel.

- ٢٥ في معرفة بعد الكوكب عن معدل النهار في اى زمان اردت
من قبل طوله وعرضه في ذلك الزمان
- ٢٦ في معرفة عرض البلد
- ٢٧ في معرفة ميل الشمس في نصف نهار اى يوم اردت من قبل
غاية ارتفاعها في ذلك النهار وبعد الكوكب من قبل غاية ارتفاعه
- ٢٨ في معرفة ارتفاع الشمس في نصف نهار اى يوم اردت
- ٢٩ في معرفة جيب فضل اى جزء اردت واى كوكب اردت
- ٣٠ في معرفة تعديل نصف نهار اى جزا اردت من اجزا منطقة
البروج واى كوكب اردت في اى عرض اردت
- ٣١ في معرفة ارتفاع الشمس في اى بلد فرض اذا كانت على الدائرة
المارة بقطبى العالم وبمطلع الاعتدال في ذلك البلد
- ٣٢ في معرفة مطالع قسى منطقة البروج بالفلك المستقيم
- ٣٣ في معرفة مطالع البروج في الافاق المائلة
- ٣٤ في تحويل درج المطالع الى درج السوا
- ٣٥ في معرفة قوس نهار اى نقطة فرضت على منطقة فلك البروج
وقوس ليلها في اى بلد فرض
- ٣٦ في معرفة مقدار نهار الشمس والقمر والكواكب السيارة في
اى بلد فرض وهو عبارة من مدة ظهورها على افق ذلك البلد

CHAP. XXV. Détermination de la distance des étoiles à l'équateur à une époque quelconque, d'après leur longitude et leur latitude à la même époque.

CHAP. XXVI. Détermination de la latitude des lieux terrestres.

CHAP. XXVII. Détermination de la déclinaison du soleil à midi, pour tel jour que ce soit, d'après sa hauteur méridienne au même jour, et de la déclinaison des étoiles, également d'après leur hauteur méridienne.

CHAP. XXVIII. Détermination de la hauteur méridienne du soleil pour un jour donné.

CHAP. XXIX. Détermination du sinus *fadhal* d'un point de l'écliptique ou d'une étoile.

CHAP. XXX. Détermination de la différence ascensionnelle d'un point quelconque de l'écliptique, ou d'une étoile à une latitude donnée.

CHAP. XXXI. Détermination de la hauteur du soleil dans un lieu donné, lorsque cet astre est sur le cercle de déclinaison qui passe par les deux pôles du monde et par le lever de l'équinoxe.

CHAP. XXXII. Détermination du co-ascendant des arcs de l'écliptique dans la sphère droite.

CHAP. XXXIII. Détermination du co-ascendant des signes sur les horizons obliques.

CHAP. XXXIV. Conversion des degrés des co-ascendants en degrés de l'écliptique.

CHAP. XXXV. Détermination de l'arc diurne d'un point quelconque de l'écliptique et de son arc nocturne dans un lieu donné.

CHAP. XXXVI. Détermination de la durée du jour du soleil, de la lune ou des planètes pour un lieu donné, c'est-à-dire, du temps de leur apparition sur l'horizon de ce lieu.

٣٧ في معرفة اجزا الساعات الزمانية في اى نهارٍ فرض وعده ما
فيه من الساعات المستوية ومعرفة ازمان الساعة الزمانية
من عدد الساعات المستوية وعده الساعات المستوية من ازمان
الزمانية

٣٨ في معرفة صرف الساعات المستوية الى الزمانية وصرف الزمانية
الى المستوية

٣٩ في معرفة ما مضى من النهار من ساعة زمانية

٤٠ في معرفة اصل اى جزا اردت من اجزا منطقة البروج واصل
اى كوكب اردت في اى بلد اردت

٤١ في معرفة الداير من الفلك من اول النهار الى اى وقت شيت
منه

٤٢ في معرفة الداير من الفلك من اول النهار الى اى وقت شيت
منه بوجه اخر

٤٣ في معرفة ما بين الكوكب الابدى الظهور والجز الابدى
الظهور وبين دائرة نصف النهار من اجزا مدارة في اى وقت
اردت اذا كان ارتفاعه في ذلك الوقت معلوما

٤٤ في معرفة الارتفاع من قبل الداير من الفلك

٤٥ في معرفة ارتفاع الكواكب الابدية الظهور في اى بلد كان

- CHAP. XXXVII. Détermination des degrés répondant aux heures de temps d'un jour donné; du nombre des heures égales du même jour; des unités de temps comprises dans une heure de temps d'après le nombre des heures égales; et du nombre des heures égales d'après les unités de temps comprises dans une heure de temps.
- CHAP. XXXVIII. Manière de convertir les heures égales en heures de temps et les heures de temps en heures égales.
- CHAP. XXXIX. Détermination des heures de temps déjà écoulées depuis le commencement du jour.
- CHAP. XL. Détermination de l'*ashle* d'un point quelconque de l'écliptique ou d'une étoile dans un lieu donné.
- CHAP. XLI. Détermination de l'arc de révolution décrit depuis le commencement d'un jour donné jusqu'à tel temps que ce soit du même jour.
- CHAP. XLII. La même détermination par une autre méthode.
- CHAP. XLIII. Détermination, pour une étoile ou pour un point de l'écliptique toujours visibles, de leur distance au méridien, mesurée sur leur parallèle, lorsque leur hauteur est connue pour le temps donné.
- CHAP. XLIV. Détermination de la hauteur d'après l'arc de révolution déjà décrit.
- CHAP. XLV. Détermination de la hauteur d'une étoile toujours visible

TABLE DES MATIÈRES.

إذا كان ما بينها وبين دائرة نصف نهار ذلك البلد معلوماً
من اجزا مدارها

٢٤٦: في معرفة ارتفاع الشمس لأول وقت العصر وارتفاعها لآخره

٢٤٧: في معرفة اجزا فلك البروج المتفقة المدار والتساوية المدار

٢٤٨: في معرفة جزم الكوكب ومطالعه

٢٤٩: في معرفة الدرجة التي يطلع معها الكوكب والدرجة التي
يغرب معها في اى بلد اردت

٢٥٠: في معرفة وقت طلوع الكوكب ووقت غروبه ووقت توسطه
السماء

٢٥١: في معرفة الدايير من الفلك بالليل من قبل الكواكب المتوسطة
المعلومة المطالع ومن الكواكب الطالعة المعلومة المطالع
والبعد ومن الكواكب الغاربة المعلومة المغارب والبعد

٢٥٢: في معرفة الدايير من الفلك بطريق انتظم البرهان على صحتها
في البلد الذى لا عرض له مطلقاً وفي العروض المائلة

٢٥٣: في معرفة الدايير من الفلك بالليل بوجه اخر

٢٥٤: في معرفة الطالع والغارب والمتوسط ووقت الارض

٢٥٥: في معرفة وقت مغيب الشفق ووقت طلوع الحجر

TABLE DES MATIERES.

27

à telle latitude que ce soit, lorsque sa distance au méridien en parties de son parallèle est connue.

CHAP. XLVI. Détermination de la hauteur du soleil, au commencement et à la fin de l'ashre.

CHAP. XLVII. Détermination des points de l'écliptique qui décrivent des parallèles coïncidants et des parallèles égaux.

CHAP. XLVIII. Détermination du point de passage des étoiles et de son co-ascendant.

CHAP. XLIX. Détermination du point d'ascension et du point de descention des étoiles dans un lieu donné.

CHAP. L. Détermination du temps du lever, du coucher, et de la médiation d'une étoile.

CHAP. LI. Détermination de l'arc de révolution de la nuit, par les étoiles médiatrices dont on connaît le co-ascendant ou par les étoiles ascendantes dont on connaît le co-ascendant et la déclinaison, ou par les étoiles descendantes dont on connaît le condescendant et la déclinaison.

CHAP. LII. Détermination de l'arc de révolution par une [autre] méthode dont on a éprouvé l'exactitude pour les lieux sans latitude, ou ayant une latitude quelconque.

CHAP. LIII. Autre méthode pour déterminer l'arc de révolution de la nuit.

CHAP. LIV. Détermination de l'ascendant, du descendant, du médiateur et du pivot de la terre.

CHAP. LV. Détermination de la fin du crépuscule et du lever de l'aurore.

- ٥٤ في معرفة وسط سما الطالع
- ٥٧ في معرفة ارتفاع وسط سما الطالع وارتفاع قطب فلك البروج وارتفاع اى جز شيت من اجزا المنطقه اذا كان الطالع معلومًا
- ٥٨ في معرفة سعة المشرق لاي جز شيت و اى كوكب شيت
- ٥٩ في معرفة سعة مشرق للجز والكوكب من قبل نصف نهاره
- ٦٥ في معرفة سعة مشرق للجز والكوكب من قبل نصف نهاره بوجه اخر
- ٦١ معرفة الارتفاع الذى لا سمت له
- ٦٢ في معرفة سمت الشمس فى اى وقت شيت
- ٦٣ في معرفة سمت من قبل فضل الدايير
- ٦٤ في استخراج ارتفاع الشمس من قبل سمتها
- ٦٥ في معرفة بعد الكوكب عن معدل النهار وما بينه وبين داييرة نصف النهار من اجزا مداره اذا كان ارتفاعه وسمته معلومين
- ٦٦ في معرفة طول البلد
- ٦٧ في معرفة سمت اى بلد شيت من اى بلد شيت
- ٦٨ في معرفة سمت اى بلد شيت بوجه اخر
- ٦٩ في معرفة طول البلد وعرضه اذا كان سمت من بلدنا معلومًا وارتفاع سمت روس اهله على بلدنا معلومًا

- CHAP. LVI. Détermination du milieu du ciel de l'ascendant.
- CHAP. LVII. Détermination de la hauteur du milieu du ciel de l'ascendant, et de celle du pôle de l'écliptique et de quelque point de l'écliptique que ce soit lorsque l'ascendant est connu.
- CHAP. LVIII. Détermination de l'amplitude ortive de tel point de l'écliptique et de telle étoile que ce soit.
- CHAP. LIX. Détermination de l'amplitude ortive d'un point de l'écliptique ou d'une étoile, d'après leur arc semi-diurne.
- CHAP. LX. Autre méthode pour déterminer l'amplitude ortive d'un point de l'écliptique ou d'une étoile, par l'arc semi-diurne.
- CHAP. LXI. Détermination de la hauteur qui n'a pas d'azimut.
- CHAP. LXII. Détermination de l'azimut du soleil en tel temps que ce soit.
- CHAP. LXIII. Détermination de l'azimut d'après l'augment de l'arc de révolution.
- CHAP. LXIV. Détermination de la hauteur du soleil d'après son azimut.
- CHAP. LXV. Détermination de la déclinaison d'une étoile et de sa distance au méridien en parties de son parallèle, lorsque la hauteur et l'azimut de l'étoile sont connus.
- CHAP. LXVI. Détermination de la longitude d'un lieu terrestre.
- CHAP. LXVII. Détermination de l'azimut de quelque lieu terrestre que ce soit.
- CHAP. LXVIII. Autre méthode pour déterminer l'azimut de tel lieu que ce soit.
- CHAP. LXIX. Détermination de la longitude et de la latitude d'un lieu quelconque, lorsque son azimut et la hauteur de son zénith sont connus dans un lieu donné.

- ٧٠ في معرفة ما بين بلدين من الاميال والفراخ والابردة
- ٧١ في معرفة الساعات الماضية من ليل او نهار في بلد اخر من قبل
طوله وعرضه والماضى من نهار بلدنا
- ٧٢ في معرفة مقدار الظل الواقع في سطح دائرة معدل النهار
وسمته
- ٧٣ في معرفة مقدار الظل الواقع في سطح دائرة نصف النهار وسمته
في اى بلد كان
- ٧٤ في معرفة البعد والظل المستعمل بالنسبة الى دائرة نصف النهار
في اى وقت اردت
- ٧٥ في معرفة الظل الواقع في سطح دائرة نصف النهار وسمته في اى
وقت اردت اذا كان البعد والظل المستعمل بالنسبة الى
سطح دائرة نصف النهار في ذلك الوقت معلومين ومعرفة البعد
والظل المستعمل بالنسبة الى سطح دائرة نصف النهار في اى
وقت كان اذا كان الظل الواقع في سطح دائرة نصف النهار
وسمته في ذلك الوقت معلوما
- ٧٦ في معرفة مقدار الظل الواقع في سطح دائرة اول السموت
وسمته في اى وقت اردت
- ٧٧ في معرفة البعد والظل المستعمل بالنسبة الى دائرة اول
السموت في اى وقت اردت

CHAP. LXX. Détermination de la distance de deux lieux terrestres, évaluée en milles, en parasanges ou en distances de postes.

CHAP. LXXI. Connaissant l'heure du lieu où l'on est, déterminer les heures écoulées de la nuit ou du jour dans un autre lieu dont la longitude et la latitude sont données.

CHAP. LXXII. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan de l'équateur, et de son azimut.

CHAP. LXXIII. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan du méridien, et de son azimut en tel lieu que ce soit.

CHAP. LXXIV. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au méridien, en tel temps que ce soit.

CHAP. LXXV. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan du méridien et de son azimut en tel temps que ce soit, lorsque la distance et l'ombre employée relativement au méridien, sont données pour ce temps; et détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au plan du méridien pour tel temps que ce soit, lorsque l'ombre portée sur ce plan et son azimut sont donnés pour ce temps.

CHAP. LXXVI. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan du premier vertical et de son azimut en tel temps que ce soit.

CHAP. LXXVII. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au premier vertical, en tel temps que ce soit.

٧٨: في معرفة الظل الواقع في اى سطح فرض من سطوح دواير الارتفاع وسمته

٧٩: في معرفة البعد والظل المستعمل بالنسبة الى اى سطح شيت من سطوح دواير الارتفاع

٨٠: في معرفة الظل الواقع في اى سطح شيت من السطوح المائلة وسمته اذا كان شخص الظل عمودا عليها وكان ميلها وجهة ميلها معلومين

٨١: في معرفة البعد والظل المستعمل في اى سطح شيت من السطوح المائلة اذا كان شخص الظل غير قائم على السطح المائل وكان موازيا الافق

٨٢: في معرفة الظل الواقع في السطح المائل وسمته الواقع معه في ذلك السطح المائل في اى وقت كان من قبل البعد والظل المستعمل الواقعين في ذلك السطح المائل في ذلك الوقت

٨٣: في معرفة وضع منطقة فلك البروج في اى وقت شيت من اوقات الليل بالتقريب

٨٤: في معرفة حلول الشمس نقطة الاعتدال الربيعي ومعرفة موضع القمر ومرة

٨٥: في معرفة عمق الابار النازلة في الارض على زوايا فاجية

CHAP. LXXVIII. Détermination de l'ombre portée sur un vertical quelconque, et de l'azimut de cette ombre.

CHAP. LXXIX. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement à un vertical quelconque.

CHAP. LXXX. Détermination de l'ombre portée sur un plan incliné quelconque, et de l'azimut de cette ombre, lorsque le corps de l'ombre est perpendiculaire au plan, et que l'inclinaison et le côté de cette inclinaison sont connus.

CHAP. LXXXI. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement à un plan incliné quelconque, lorsque le corps de l'ombre, au lieu d'être perpendiculaire au plan incliné, est parallèle à l'horizon.

CHAP. LXXXII. Détermination de l'ombre portée et de son azimut, sur un plan incliné, en tel temps que ce soit, d'après la distance et l'ombre employée relativement à ce plan, dans le même temps.

CHAP. LXXXIII. Méthode pour trouver, en tel temps de la nuit que ce soit, la position de l'écliptique à très-peu près.

CHAP. LXXXIV. Détermination de l'entrée du soleil dans l'équinoxe du printemps, et du lieu de la lune et de son point de passage.

CHAP. LXXXV. Détermination de la profondeur d'un puits perpendiculaire au sol.

٨٤: في انصاف اقطار المدارات

٨٧: في التناسب

الفن الثاني في الوضعيات

القسم الاول في ذكر ما يجب من المقدمات النافعة

في الوضع وهي ثلث واربعون مقدمة

المقدمة الاولى نريد ان نقسم زاوية $\overline{ب}$ بنصفين

٢ نريد ان نقسم خط $\overline{أب}$ بنصفين

٣ نريد ان نعمل على نقطة $\overline{أ}$ زاوية مساوية لزاوية $\overline{بجد}$

٤ نريد ان نعمل زاوية مساوية لنصف زاوية مفروضة

٥ نريد ان نقسم خط $\overline{أب}$ المستقيم اقسامًا متساوية كم شينا

٦ نريد ان نخرج من نقطة $\overline{أ}$ خطا يكون عمودا على خط $\overline{أب}$

٧ نريد ان نتعرف هل زاوية $\overline{أ}$ قائمة او حادة او متفرجة

٨ نريد ان نختبر هل السطح مستو ام لا

٩ في صنعة آلة يعرف بها هل السطح المستوي مواز للافق ام لا

١٠ نريد ان نعرف هل السطح المستوي قائم على الافق ام لا

- CHAP. LXXXVI. Des demi-diamètres des parallèles *projetés*. (Sans titre.)
CHAP. LXXXVII. Des proportions, avec une table. (Sans titre dans l'original.)

SECONDE PARTIE.—DES CONSTRUCTIONS.

LIVRE PREMIER.

EXPOSÉ DES PROPOSITIONS PRÉLIMINAIRES DONT LA CONNAISSANCE EST NÉCESSAIRE POUR LES CONSTRUCTIONS; CE LIVRE CONTIENT 43 PROPOSITIONS.

- PROPOSITION I. Diviser un angle B en deux parties égales.
PROP. II. Diviser une ligne A B en deux parties égales.
PROP. III. Construire au point A un angle égal à un angle donné B C D.
PROP. IV. Construire un angle sous-double d'un angle donné B C D.
PROP. V. Diviser une ligne A B en autant de parties égales que l'on voudra.
PROP. VI. Par un point donné, mener une perpendiculaire à une ligne A B.
PROP. VII. Reconnaître si un angle donné est droit, aigu ou obtus.
PROP. VIII. Reconnaître si une surface est plane ou si elle ne l'est pas.
PROP. IX. Construction d'un instrument par lequel on reconnaît si un plan est ou n'est pas parallèle à l'horizon.
PROP. X. Comment on reconnaît si un plan est vertical ou non.

- ١١ فرید ان نخرج من نقطة ط خطا يوازي خط اب
- ١٢ فرید ان نخرج من نقطة آ الموضوعة على الخط المحيط بربع دائرة
آج خطين
- ١٣ فرید ان نخرج في السطح القاير على الافق كسوح المحيطان
خطا يوازي الافق
- ١٤ فرید ان نخرج من نقطة آ عمودا على خط ب ج ان كان خط
ب ج غير متناه في الجهتين
- ١٥ فرید ان نجد مركز دائرة اب
- ١٦ فرید ان نجد نصف قطر دائرة تخرب مركزها
- ١٧ فرید ان نجد مركز قوس اح
- ١٨ فرید ان نفصل من محيط دائرة ج قوسا شبيهة بقوس
اب من دائرة د ه
- ١٩ فرید ان نجد ميل ای جز اردنا
- ٢٠ فرید ان نجد غايد ارتفاع ای جز اردنا
- ٢١ فرید ان نجد الظل المبسوط والظل المنكوس لای ارتفاع اردنا
- ٢٢ فرید ان نجد شخصا ظلاه المبسوط والمنكوس لارتفاع واحد
معلومات
- ٢٣ اذا كان خط يساوي ظلين مبسوطين لارتفاعين معلومين
واردنا نعين كل واحد من الظلين ونعين طول شخصهما

TABLE DES MATIÈRES.

- PROP. XI. Par un point donné H mener une parallèle à une ligne A B.
- PROP. XII. Par un point donné A sur un quart de circonférence de cercle, mener deux lignes dont l'une soit parallèle à A B et l'autre à B C.
- PROP. XIII. Tracer sur un plan vertical, tel que la surface d'un mur, une ligne parallèle à l'horizon.
- PROP. XIV. D'un point donné A, abaisser une perpendiculaire sur une ligne B C prolongée indéfiniment de part et d'autre.
- PROP. XV. Trouver le centre d'un cercle donné.
- PROP. XVI. Trouver le rayon d'un cercle dont le centre n'est pas connu.
- PROP. XVII. Trouver le centre d'un arc donné A C.
- PROP. XVIII. Retrancher de la circonférence C G un arc semblable à l'arc A B de la circonférence D E.
- PROP. XIX. Trouver la déclinaison d'un point quelconque de l'écliptique.
- PROP. XX. Trouver la hauteur méridienne d'un point donné de l'écliptique à telle latitude que ce soit.
- PROP. XXI. Trouver l'ombre horizontale et l'ombre verticale correspondantes à une hauteur donnée.
- PROP. XXII. Connaissant les ombres horizontale et verticale d'une même hauteur, trouver le corps de ces deux ombres.
- PROP. XXIII. Étant donnée une ligne égale à la somme des ombres horizontales de deux hauteurs connues, trouver la valeur de chacune de ces deux ombres et celle de leur corps.

- ٢٢٤ فريد ان نجد شخصاً ظله معلوم وارتفاع ذلك الظل معلوم
- ٢٥ اذا كان معنا ظل معلوم لشخص معلوم واخذنا شخصاً اخر بدلاً منه مخالفاً له في الطول و اردنا ظله اللازم للظل المعلوم
- ٢٦ اذا كان سطحان مستويان يحيطان بزوايا قائمة وكان على احدهما شخص ظل قائم على زوايا قائمة ووقع شئ من ظل هذا الشخص في السطح الاخر و اردنا معرفة هذا الظل الواقع في السطح الاخر والشخص الذى ينسب اليه
- ٢٧ فريد ان نجد ارتفاع عصر اى جزء اردنا
- ٢٨ فريد ان نجد ارتفاعات الساعات الزمانية لاي جزء اردنا وفي اى عرض اردنا بوجه يطابق ما ذكر في الفصل ٣٩ من الفن الاول
- ٢٩ فريد ان نجد سعة المشرق لاي جزء اردنا في اى عرض اردنا
- ٣٠ فريد ان نجد قوس نهار اى جزء اردنا وارتفاع ساعاته المستوية والزمانية على التحرير في اى عرض اردنا
- ٣١ فريد ان نجد سمت ارتفاع اى جزء اردنا في اى عرض اردنا
- ٣٢ فريد ان نجد انحراف اى بلد شينا عن عين مشرق بلدنا
- ٣٣ في معرفة مقدار ارتفاع الشمس في اى بلد كان من البلاد المعلومه الطول والعرض والماضى من نهاره من قبل الماضى من نهار بلدنا

PROP. XXIV. Trouver le corps d'une ombre donnée dont la hauteur est connue.

PROP. XXV. Étant donnés une ombre et son corps, trouver pour un autre corps l'ombre correspondante à l'ombre donnée.

PROP. XXVI. Étant donnés deux plans qui se rencontrent à angles droits, et sur l'un de ces deux plans un corps qui lui soit perpendiculaire et dont une partie de l'ombre portée se projette sur l'autre plan, déterminer la grandeur de l'ombre portée sur ce second plan et celle du corps auquel elle se rapporte.

PROP. XXVII. Trouver la hauteur de l'*ashre* d'un point quelconque de l'écliptique.

PROP. XXVIII. Trouver les hauteurs des heures de temps pour tel point de l'écliptique et telle latitude que ce soit, par une méthode fondée sur ce que nous avons dit dans le chap. XXXIX de la première partie.

PROP. XXIX. Trouver l'amplitude ortive de tel point de l'écliptique que ce soit, pour une latitude quelconque.

PROP. XXX. Trouver l'arc diurne d'un point quelconque de l'écliptique et la hauteur exacte des heures égales et des heures de temps de cet arc diurne; le tout pour une latitude quelconque.

PROP. XXXI. Trouver l'azimut de la hauteur d'un point quelconque de l'écliptique, à telle latitude que ce soit.

PROP. XXXII. Trouver la déclinaison d'un lieu quelconque, relativement au vrai point d'orient du lieu où l'on est.

PROP. XXXIII. Détermination de la hauteur du soleil dans un lieu quelconque dont la longitude et la latitude sont données, et de l'heure du jour de ce lieu, d'après l'heure du jour du lieu où l'on est.

TABLE DES MATIERES.

٣٣٣ في معرفة البعد والظل المستعمل الواقعين في سطح دائرة نصف
النهار ومعرفة الظل الواقع في سطح هذه الدائرة ايضا وسمته

٣٣٥ في معرفة البعد والظل المستعمل الواقعين في سطح دائرة اول
السموت ومعرفة الظل الواقع فيه ايضا وسمته في اى وقت
شيت

٣٣٦ في معرفة البعد والظل المستعمل الواقعين في سطح اى دائرة
كانت من دواير الارتفاع ومعرفة الظل الواقع فيه وسمته في
اى وقت كان

٣٣٧ في معرفة البعد والظل المستعمل الواقعين في اى سطح شيت
من السطوح المائلة التى ليس لها انحراف عن دائرة نصف
النهار والظل الواقع فيه وسمته اذا كان الشخص يوازي
الانق

٣٣٨ في معرفة البعد والظل المستعمل الواقعين في اى سطح شيت
من السطوح المائلة المنحرفة عن خط نصف النهار وعن خط
المشرق والمغرب

٣٣٩ في معرفة الظل الواقع في السطح المائل من الشخص القائم
عليه اذا كان ميله معلوما وسمته معلوما

٣٤٠ نريد ان نستخرج خط نصف النهار وخط المشرق والمغرب

PROP. XXXIV. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au méridien; de l'ombre portée sur ce plan, et de l'azimut de cette ombre.

PROP. XXXV. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au plan du premier vertical; de l'ombre portée sur ce plan, et de l'azimut de cette ombre en tel temps que ce soit.

PROP. XXXVI. Détermination de la distance et de l'ombre employée pour un vertical quelconque, et détermination de l'ombre portée sur ce plan, et de l'azimut de cette ombre en tel temps que ce soit.

PROP. XXXVII. Détermination de la distance et de l'ombre employée pour un plan quelconque incliné sans déclinaison à l'égard du méridien; ou [détermination] de l'ombre portée sur ce plan et de l'azimut de cette ombre, lorsque le corps est parallèle à l'horizon.

PROP. XXXVIII. Détermination de la distance et de l'ombre employée pour un plan quelconque incliné, déclinant à l'égard de la ligne méridienne et de la ligne d'est et ouest.

PROP. XXXIX. Détermination de l'ombre portée sur un plan incliné par un corps perpendiculaire à ce plan, lorsque l'inclinaison et l'azimut du plan sont connus.

PROP. XL. Déterminer la ligne méridienne et la ligne d'est et ouest.

- ٤١ نريد ان نعرف مقدار زاوية ب من القائمة
- ٤٢ نريد ان نجد انحراف اى حايط اردنا عن خط نصف النهار
- ٤٣ فى معرفة انحراف السطوح المائلة على الافق وقدر ميلها

القسم الثانى فى وضع جملة من الآلات التى تفيد بالمطلوب بها لا من جهة التناسب ولا من جهة محاكاة وضع من اوضاع الفلك ويشتمل على عشرة فصول

- ١ فى معرفة وضع الحافر المخصوص بعرض واحد
- ٢ فى وضع حلزون يشتمل على عروض كثيرة تقرب من جملة المعمور
- ٣ فى وضع الاسطوانة المخصوصة بعرض واحد
- ٤ فى وضع الاسطوانة المستعملة على اكثر المعمور من الارض
- ٥ فى وضع ساق الجراة المخصوصة بعرض واحد
- ٦ فى وضع ساق الجراة الشاملة لكثر المعمور من الارض
- ٧ فى كيفية رسم المخروط المخصوص بعرض واحد
- ٨ فى رسم المخروط الشامل للمعمور من الارض
- ٩ فى كيفية عمل الميزان الفرازى
- ١٠ فى تذكر ما تقدم (بلا ترويسة)

PROP. XLI. Trouver la valeur d'un angle donné B, relativement à l'angle droit.

PROP. XLII. Trouver la déclinaison d'un mur à l'égard de la ligne méridienne.

PROP. XLIII. Trouver la déclinaison des plans inclinés à l'horizon, et leur inclinaison.

LIVRE SECOND.

DE LA CONSTRUCTION DE QUELQUES INSTRUMENTS DONT ON SE SERT POUR RÉSOUDRE LES QUESTIONS QUI S'Y RAPPORTENT, SANS EMPLOYER [LE CALCUL] DES PROPORTIONS ET SANS ÊTRE OBLIGÉ DE CONSIDÉRER LA POSITION DE LA SPHÈRE; CE LIVRE CONTIENT DIX CHAPITRES.

CHAPITRE I. Construction du *hhafir* propre à une seule latitude.

CHAP. II. Construction de l'*héllice* (*hhalazoune*) propre à presque toutes les latitudes habitables.

CHAP. III. Construction du cylindre propre à une seule latitude.

CHAP. IV. Construction du cylindre employé pour la plus grande partie des latitudes habitables.

CHAP. V. Construction du *sâkhe-al-jérâdah* propre à une seule latitude.

CHAP. VI. Construction du *sâkhe-al-jérâdah* propre à la plus grande partie des latitudes habitables.

CHAP. VII. Du tracé du cône propre à une seule latitude.

CHAP. VIII. Du tracé du cône pour les lieux habités de la terre.

CHAP. IX. Construction de la balance *khorrârie* ou *fézazie*.

CHAP. X. (Sans titre). C'est une espèce de conclusion.

القسم الثالث في وضع مداراة اطراف ظلال المقاييس وحدود ساعاتها ويشتمل على اثنين واربعين فصلا

١ في ذكر الخطوط التي ترسمها اطراف ظلال المقاييس في السطوح التي هي قائمة عليها

٢ في ذكر السطوح التي ترسم فيها مدارات اطراف ظلال المقاييس وحدود الساعات

٣ في كيفية عمل الساعات في السطح الموازي لدائرة الافق

٤ في كيفية عمل الساعات في السطح الموازي لدائرة نصف النهار

٥ في كيفية عمل الساعات في السطح الموازي لدائرة اول السموت

٦ في كيفية عمل الساعات في السطح الموازي لاي دائرة كانت من دوائر السموت غير دائرة نصف النهار ودائرة اول السموت

٧ في كيفية عمل الساعات في السطوح المائلة الموازية لافاق التي لا ميل لاقطابها عن دائرة نصف نهار بلدنا واشخاصها اعمدة عليها

LIVRE TROISIÈME.

CONSTRUCTION DES PARALLÈLES [DÉCRITS PAR] L'EXTRÉMITÉ DE L'OMBRE DES GNOMONS.
ET DES LIMITES DES HEURES DE CES PARALLÈLES; CE LIVRE CONTIENT 42 CHAPITRES.

CHAPITRE I. Des lignes que décrit l'extrémité de l'ombre des gnomons sur les plans auxquels ces gnomons sont perpendiculaires.

CHAP. II. Des surfaces sur lesquelles on trace les parallèles décrits par l'extrémité de l'ombre des gnomons et les limites des heures.

CHAP. III. Construction des heures sur un plan parallèle à l'horizon.

CHAP. IV. Construction des heures sur un plan parallèle au méridien.

CHAP. V. Construction des heures sur un plan parallèle au premier vertical.

CHAP. VI. Construction des heures sur un plan parallèle à un vertical quelconque, autre que le méridien et le premier vertical.

CHAP. VII. Construction des heures sur des plans inclinés parallèles à des horizons dont les pôles ne déclinent pas du méridien du lieu, les gnomons étant perpendiculaires à ces plans.

٨ في عمل الساعات في السطوح المذكورة في ترجمة الفصل الذى
قبل هذا

٩ في رسم الساعات في السطوح الموازية للافاق التى لا ميل
لاقطابها عن دائرة اول السموت في بلدنا واشخاصها اعمدة عليها

١٠ في عمل الساعات في السطوح المذكورة في ترجمه الفصل الذى
قبل هذا

١١ في عمل الساعات في السطوح الموازية للافاق التى اقطابها مائلة
عن دائرة نصف نهار بلدنا وعن دائرة اول سموته واشخاصها
اعمدة عليها

١٢ في عمل الساعات في الاسطحة المذكورة في ترجمة الفصل الذى
قبل هذا اذا كانت اشخاصها ليست باعمدة على اسطحتها بل
موازية للافاق

١٣ في صفة اثبات الشخص الموازى للافاق في الاسطحة المائلة

١٤ في عمل الساعات المستوية في السطح الموازى للافاق من
غير حاجة الى استعمال شى من السموت ومن غير حاجة الى شى
من المدارات اكثر من مدار الحمل

١٥ في كيفية رسم اى مدار اردت في السطح الموازى للافاق
ورسم حدود ساعاته الزمانية من غير احتياج الى شى من السموت

CHAP. VIII. Construction des heures sur les plans désignés dans le chapitre précédent, lorsque le gnomon, au lieu d'être perpendiculaire à ces plans, est parallèle à l'horizon.

CHAP. IX. Construction des heures sur des plans parallèles à des horizons dont les pôles ne déclinent pas du premier vertical, les gnomons étant perpendiculaires à ces plans.

CHAP. X. Construction des heures dont il s'agit dans le chapitre précédent, lorsque les gnomons sont parallèles à l'horizon.

CHAP. XI. Construction des heures sur des plans parallèles à des horizons dont les pôles déclinent à l'égard du méridien et du premier vertical, les gnomons étant perpendiculaires à ces plans.

CHAP. XII. Construction des heures dont il s'agit dans le chapitre précédent, lorsque les gnomons, au lieu d'être perpendiculaires à ces plans, sont parallèles à l'horizon.

CHAP. XIII. De la manière de poser sur les plans inclinés les gnomons parallèles à l'horizon.

CHAP. XIV. Construction des heures égales sur un plan parallèle à l'horizon, sans employer aucun azimut ni d'autre parallèle que celui du bélier.

CHAP. XV. Construction ou tracé de tel parallèle que ce soit sur un plan parallèle à l'horizon, et des limites des heures de temps sans employer d'azimuts.

١٤: في رسم حدود الساعات المستوية في السطح الموازي لدائرة

نصف النهار من غير حاجة الى شى من السموت ولا الى ما ينشأ عنها ومن غير حاجة الى شى من المدارات اكثر من مدار الحمل

١٧: في رسم اى مدار اردت في السطح الموازي لدائرة نصف النهار

ورسم حدود ساعاته الزمانية من غير حاجة الى شى من السموت ولا الى شى من الابعاد

١٨: في رسم حدود الساعات المستوية في السطح الموازي لدائرة

اول السموت من غير حاجة الى شى من السموت ومن غير حاجة الى شى من المدارات اكثر من مدار الحمل

١٩: في رسم اى مدار اردت في السطح الموازي لدائرة اول السموت

ورسم حدود ساعاته الزمانية من غير حاجة الى شى من السموت

٢٠: في رسم حدود الساعات المستوية في اى سطح اردت من السطوح

الموازية لدوائر الارتفاع المنحرفة من غير حاجة الى شى من المدارات ولا الى شى من السموت اكثر من مدار الحمل وسموته

٢١: في رسم حدود الساعات المستوية في السطوح المائلة التى ليس

لها انحراف عن خط نصف النهار من غير حاجة الى شى من المدارات ولا الى شى من السموت اكثر من مدار الحمل خاصة

٢٢: في رسم حدود الساعات المستوية في السطوح المذكورة في

CHAP. XVI. Construction des limites des heures égales sur un plan parallèle au méridien, sans employer d'azimuts ni rien qui en dépende, ni d'autre parallèle que celui du bélier.

CHAP. XVII. Construction d'un parallèle quelconque sur un plan parallèle au méridien, et des limites de ses heures de temps, sans employer ni azimuts ni distances.

CHAP. XVIII. Construction des heures égales sur un plan parallèle au premier vertical, sans employer d'azimuts ni d'autre parallèle que celui du bélier.

CHAP. XIX. Construction d'un parallèle quelconque sur un plan parallèle au premier vertical, et des limites de ses heures de temps sans employer d'azimuts.

CHAP. XX. Construction des limites des heures égales sur un plan parallèle à un vertical déclinant, sans employer d'autres parallèles ni d'autres azimuts que le parallèle du bélier et ses azimuts.

CHAP. XXI. Construction des limites des heures égales sur les plans inclinés qui n'ont pas de déclinaison à l'égard de la méridienne, sans employer d'azimuts ni d'autre parallèle que celui du bélier.

CHAP. XXII. Construction des limites des heures égales sur les plans

TABLE DES MATIERES.

ترجمة الفصل الذى قبل هذا من غير حاجة الى شى من المدارات ولا الى شى من السموت اكثر من مدار الجمل وسموته خاصة

٢٣٣: فى رسم حدود الساعات المستوية فى السطوح المائلة التى ليس لها انحراف عن خط المشرق والمغرب من غير حاجة الى شى من المدارات ولا الى شى من السموت اكثر من مدار الجمل خاصه

٢٣٤: فى رسم حدود الساعات المستوية فى السطوح المائلة المنحرفة عن نصف النهار وعن خط المشرق والمغرب

٢٣٥: فى معرفة مدار اى جز شيت كيف يرسمه الظل اى وقت شيت وهل يرسمه دائرة او قطعا ناقصا او قطعا زايدا او قطعا مكافيا

٢٣٦: فى استخراج الضلع القاير للمدار المكافى فى اى بلد اردن

٢٣٧: فى استخراج الضلع القاير للمدار الزايد وقطره المجانب فى اى بلد شيت

٢٣٨: فى استخراج الضلع القاير والقطر المجانب للمدار الناقص فى اى عرض شيت

٢٣٩: فى كيفية رسم مدار اى درجة شيت من غير حاجة الى شى من السموت ولا الى شى من المدارات ولا الى شى من الظلال اكثر من ظل الزوال خاصة

- dont il s'agit dans le chapitre précédent, sans employer d'autre parallèle ni d'autres azimuts que le parallèle du bélier et ses azimuts seulement.
- CHAP. XXIII. Construction des limites des heures égales sur les plans inclinés qui n'ont pas de déclinaison à l'égard de la ligne d'est et ouest, sans employer d'azimuts ni d'autre parallèle que celui du bélier seulement.
- CHAP. XXIV. Construction des limites des heures égales sur des plans inclinés, déclinants à l'égard de la méridienne et de la ligne d'est et ouest.
- CHAP. XXV. Déterminer pour le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique la manière dont se trace la ligne d'ombre, et si sa trace est un cercle, une ellipse, une hyperbole ou une parabole.
- CHAP. XXVI. Détermination du paramètre du parallèle parabolique en tel lieu que ce soit.
- CHAP. XXVII. Détermination du paramètre du parallèle hyperbolique et de son premier axe en tel lieu que ce soit.
- CHAP. XXVIII. Détermination du paramètre et du premier axe du parallèle elliptique en tel lieu que ce soit.
- CHAP. XXIX. Construction du parallèle de tel point de l'écliptique que ce soit en un lieu quelconque, sans employer ni azimuts, ni parallèles, ni d'autre ombre que celle du midi vrai seulement.

٣٠٣ في كيفية رسم الساعات في السطح الظاهر من الاسطوانة القائمة القائمة على الافق

٣٠٤ في رسم الساعات في السطح القاير على دائرة نصف النهار

٣٠٥ في رسم الساعات في السطح الظاهر من الاسطوانة التي تقام على دائرة اول السموت

٣٠٦ في رسم الساعات في السطح الظاهر من الاسطوانة القائمة على السطح المائل الذي ليس له انحراف عن دائرة اول السموت

٣٠٧ في رسم الساعات في السطح الظاهر من الاسطوانة القائمة على السطوح المائلة التي ليس لها انحراف عن دائرة نصف النهار

٣٠٨ في رسم الساعات في السطح الظاهر من الاسطوانة القائمة على السطوح المائلة المنحرفة عن دائرة نصف النهار وعن دائرة اول السموت

٣٠٩ في رسم الساعات في السطح الظاهر من المخروط القاير على سطح الافق

٣١٠ في وضع الساعات في السطح الباطن من نصف الكرة التي تنصب على الافق ويكون محيط دايرتها على موازاة الافق

٣١١ في رسم الساعات في السطح المقعر من نصف الكرة التي منها بسيطها يوازي دائرة نصف النهار

CHAP. XXX. Construction des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à l'horizon.

CHAP. XXXI. Construction des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au méridien.

CHAP. XXXII. Construction des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au premier vertical.

CHAP. XXXIII. Construction des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un plan incliné sans déclinaison à l'égard du premier vertical.

CHAP. XXXIV. Construction des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un plan incliné sans déclinaison à l'égard du méridien.

CHAP. XXXV. Construction des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un plan incliné, déclinant à l'égard du méridien et du premier vertical.

CHAP. XXXVI. Construction des heures sur la surface convexe d'un cône perpendiculaire à l'horizon.

CHAP. XXXVII. Construction des heures sur la surface concave d'une demi-sphère, posée sur l'horizon de manière que son grand cercle soit horizontal.

CHAP. XXXVIII. Construction des heures sur la surface concave d'une demi-sphère dont le grand cercle est parallèle au méridien.

- ٣٣٩ في رسم الساعات في السطح الباطن من نصف الكرة التي دايرتها
توازي دائرة اول السموت
- ٣٤٥ في ذكر ما يمكن ان يجعل افاقياً مما ذكر في هذا القسم
- ٣٤٦ في ذكر المركبات من السطوح المستوية التي تقدم ذكرها
- ٣٤٧ في استخراج عرض البلد من قبل ساعاته اذا كانت
مرسومة بمثل احد الرسوم المذكورة في هذا القسم واستخراج
مقادير اشخاص الساعات المذكورة في هذا القسم ويشتمل
على اربعة ابواب

١ في البسيطة

٢ في القائمة على خط نصف النهار

٣ في القائمة على خط المشرق والمغرب

٤ في المنحرفات

TABLE DES MATIERES

CHAP. XXXIX. Construction des heures sur la surface concave d'une demi-sphère dont le grand cercle est parallèle au premier vertical

CHAP. XL. Exposé de ceux [d'entre les cadrans] dont il est question dans ce livre, dont on peut se servir sur tous les horizons.

CHAP. XLI. Des [instruments] composés des plans précédemment décrits.

CHAP. XLII. Déterminer 1° la latitude d'un lieu, d'après les heures de ce lieu, tracées suivant une des constructions exposées dans ce troisième livre; 2° la grandeur des gnomons des heures mentionnées dans ce même livre.

Ce chapitre est divisé en quatre paragraphes

1° Du basithat ou cadran horizontal;

2° Du vertical sur la méridienne;

3° Du vertical sur la ligne d'est et ouest;

4° Des déclinants.



PRÉFACE DE L'AUTEUR.

L'auteur de cet ouvrage, Aboul-Hhassan-Ali, de Maroc, ayant vu beaucoup de constructeurs d'instruments astronomiques, n'a pas tardé à reconnaître que les plus habiles d'entre eux ne savent ni calcul, ni géométrie, ni cosmographie, choses dont ils sont en quelque sorte perpétuellement occupés et qu'ils ne connaissent néanmoins que de nom, quoique ce soient les seuls degrés qui puissent les conduire sûrement au but qu'ils se proposent d'atteindre. Les uns prétendent que leur art n'a aucun rapport avec les connaissances théoriques; d'autres, que la démonstration donnée par Euclide de l'égalité du côté de l'hexagone régulier au demi-diamètre du cercle circonscrit n'est pas exacte, parce que, dans leur pratique, ils ont trouvé de la différence entre ces deux lignes; les autres disent que le mouvement des étoiles fixes est le même en ascension [droite ou oblique]; quelques-uns, que la ligne de l'horizon dans un plan parallèle à celui de l'équateur n'est pas une ligne droite; et d'autres enfin, que, pour avoir le développement de la sphère,

il faut découper sa surface à partir de l'un des pôles et l'étendre [sur un plan] de manière qu'elle forme un cercle dont l'autre pôle serait le centre. Ahmed-Ebn-Kétîr-Alfergânie et Mohammed-ben-Mousa ont fait voir la fausseté de cette opinion, et se sont étonnés qu'on ait pu dire pareille chose. Cependant Abou-Rihhân-al-Birounîe a formé quelques objections, peu solides à la vérité, contre les raisons employées par Alfergânie pour détruire cette assertion.

[Mais pour revenir aux constructeurs d'instruments] voici de quelle manière ils s'y prennent pour parvenir à quelque thèse générale dans les objets de leurs recherches. Ils choisissent un cas particulier qui leur est connu, soit qu'ils l'aient eu sous les yeux, soit qu'ils en aient trouvé l'explication dans quelque livre; ils travaillent ensuite sans trop savoir ce qu'ils font, et s'ils arrivent à quelque résultat qu'ils ne connaissent pas, ils l'abandonnent et en cherchent un autre, jusqu'à ce qu'en ayant obtenu un qu'ils connaissent déjà, ils se persuadent que la méthode qu'ils ont suivie convient à tous les cas particuliers de la thèse générale, sans examiner si ce qu'ils ont obtenu est un résultat nécessaire ou un effet du hasard. C'est pour cela qu'ils tombent dans des erreurs manifestes, et que ceux qui les imitent travaillent toujours en vain.

C'est aussi ce qui m'a décidé à composer ce Traité, dans lequel j'ai compris tout ce qu'on peut désirer sur

la matière dont il s'agit. J'ai corrigé les procédés faux, mais susceptibles de correction; j'ai abrégé ceux qui étaient trop longs, et complété ceux qui étaient défectueux; et à tout cela j'ai ajouté des observations utiles, qui sont le produit de mes propres réflexions.

Les méthodes qui seront exposées dans le cours de cet ouvrage sont exactes en elles-mêmes, mais les résultats auxquels elles conduisent ne sont souvent qu'approximatifs; car plusieurs causes nous empêchent d'en avoir la valeur exacte : et sans parler de la faiblesse de nos sens, qui ne peuvent percevoir les choses très-petites, on peut citer parmi ces causes la non-fixité des corps célestes, la variation perpétuelle des instruments qui servent aux observations, l'impossibilité de pénétrer jusqu'au centre du monde, enfin l'apparition dans les calculs de quantités qui ne sont pas en rapport commensurable avec les données, et qu'on serait obligé néanmoins d'énoncer rigoureusement, et beaucoup d'autres choses, comme on le reconnaîtra par la suite.

Il y a même deux sortes d'approximation : l'une insensible, c'est-à-dire dont la différence avec la vérité ne peut être perçue par nos sens; l'autre sensible, et qui varie suivant les objets qu'on se propose; car il y en a pour lesquels on peut négliger de petites différences d'avec la valeur réelle et vraie, et d'autres pour lesquels il faut y avoir égard.

J'ai donc cru devoir joindre aux méthodes rigoureuses des méthodes d'approximation, dont les résultats, sans être parfaitement justes, sont très-rapprochés de la vérité, ce que je ne fais néanmoins que dans la première partie seulement.

C'est ainsi qu'ont été calculées, à une très-petite différence près, les quantités qui ne varient pas en même temps que les horizons, et dont la valeur a été portée dans des tables d'un usage commode et facile; quant à celles qui ne sont pas dans le même cas, on n'en a donné que les principaux termes, pour éviter les longueurs, lorsque, la différence des termes intermédiaires étant peu considérable, on peut les déterminer aisément.

Pour les questions qui doivent être résolues en partie par les instruments et en partie par le calcul, nous donnons dans l'article relatif à l'usage de l'instrument la partie qu'on obtient par cet instrument, et nous renvoyons le surplus à l'article des calculs.

Et pour celles dont on peut obtenir la solution par deux instruments différents, si la méthode est la même, après l'avoir exposée pour le premier instrument, nous renvoyons à l'article de ce premier instrument lorsque nous traitons de l'usage du second, pour éviter ainsi les longueurs et les répétitions.

Nous avons divisé cet ouvrage en deux parties : la première traite *des calculs*; la seconde, *de la construction*

des instruments; la suite de l'ouvrage explique *l'usage de ces instruments*, et donne une *collection de problèmes* propres à exercer l'esprit et à lui faire acquérir la facilité d'en résoudre d'autres par lui-même.

Et nous avons pris pour titre général : [Livre] *qui réunit les commencements et les fins* [les principes et les résultats].

PREMIÈRE PARTIE.

DES CALCULS.

PREMIÈRE PARTIE.

DES CALCULS.

CHAPITRE PREMIER.

DÉFINITIONS DONT LA CONNAISSANCE EST NÉCESSAIRE POUR L'INTELLIGENCE
DE CE TRAITÉ.

On nomme *solide, jisme*, un corps considéré d'une manière abstraite et seulement comme ayant trois dimensions : longueur, largeur, et épaisseur ou profondeur.

La *surface, séthekhe*, est la limite ou enveloppe extérieure d'un solide; elle n'a que deux dimensions : longueur et largeur.

La *ligne, rhhath*, est la limite ou le bord d'une surface; elle n'a qu'une dimension, qui est la longueur.

Le *point, nokhethah*, est la limite ou l'extrémité d'une ligne; il est sans aucune dimension.

La *ligne droite, rhhath mustakhime*, est celle dont les points sont dans la même direction.

Le *plan, séthekhe-mustaouie*, est une surface telle, qu'on peut y appliquer des lignes droites en tous sens; et c'est en cela que cette surface diffère d'une surface courbe, *séthekhe-makhîb*.

Lorsque deux lignes droites tracées sur un plan se rencontrent, l'espace compris entre ces deux lignes prolongées indéfiniment est nommé *angle plan rectiligne, zâoutah basithah mustakhimah al-rhhathaine*; et toutes les fois que dans cet ouvrage nous parlerons

d'un angle sans en spécifier la nature, il faut entendre un angle plan rectiligne tel que nous le définissons ici.

Lorsqu'une ligne droite en rencontre une autre, et que les deux angles adjacents à la première sont égaux, chacun de ces angles est nommé *droit*, *khâimah*, et la ligne est nommée *amoûde*, c'est-à-dire perpendiculaire à celle qu'elle rencontre.

On nomme *angle aigu*, *hhâdah*, un angle plus petit qu'un angle droit, et *obtus*, *munefarêjah*, tout angle plus grand qu'un angle droit.

On entend par *terme* ou *limite*, *hhadde*, l'extrémité d'une chose, et par *figure*, *chikle*, ce qui est compris sous une ou plusieurs limites.

Le *cercle*, *dâïrah*, est une figure plane comprise sous une seule ligne, dans l'intérieur de laquelle est un point tel que toutes les lignes droites menées de ce point à la circonférence, *rhhath muh-hith-al-dâïrah*, sont égales entre elles, et ce point se nomme le *centre du cercle*, *merkez-al-dâïrah*.

On nomme *diamètre du cercle*, *khothre-al-dâïrah*, toute ligne droite qui passe par le centre et dont les deux extrémités se terminent à la circonférence; et l'on entend par *arc*, *khaus*, une partie quelconque de la circonférence d'un cercle. Le centre d'un arc est un point compris dans le plan de l'arc, et tel que toutes les droites menées de ce point à l'arc sont égales entre elles : en d'autres termes, c'est le point le plus près de l'arc qui ait cette propriété que toutes les droites menées de ce point à l'arc soient égales entre elles.

On nomme *shorherâ*, *plus petit*, tout arc qui n'est pas plus grand que le quart de la circonférence dont il fait partie¹, ou en d'autres termes tout arc tel, qu'en menant deux lignes droites de son centre à ses extrémités, l'angle formé par ces droites et opposé à l'arc ne soit pas obtus.

Le *demi-cercle*, *nesf-al-dâïrah*, est la figure comprise entre un dia-

¹ On voit par cette définition que l'angle droit est aussi un angle *shorherâ*, et l'auteur le regarde toujours comme tel dans la suite de cet ouvrage. S.

mètre et la demi-circonférence; le *quart du cercle*, *robā-al-dārah*, est la figure comprise entre deux rayons et le quart de la circonférence.

Le *triangle*, *mutselletse*, est une figure plane terminée par trois lignes droites.

Le triangle se nomme *droit*, *khāimah*, si l'un de ses trois angles est droit, et le côté qui joint les deux côtés adjacents à l'angle droit *ouatar-al-khāimah*, *corde* ou *sous-tendante de l'angle droit*.

Lorsqu'on abaisse une ligne droite sur un plan, et que toute ligne droite menée dans ce plan par le pied de la première fait avec elle un angle droit, la ligne abaissée sur le plan est dite *perpendiculaire* à ce plan, et une telle perpendiculaire ne peut jamais être qu'une ligne droite.

Si un plan en rencontre un autre, et que par un même point de leur commune section [qui est une ligne droite, comme on le dira plus bas] on élève dans chacun des deux plans une perpendiculaire à cette commune section, et que ces deux lignes soient perpendiculaires entre elles, les deux plans se rencontrent à angle droit; mais si les deux perpendiculaires à la commune section forment entre elles un angle aigu, les deux plans sont inclinés l'un sur l'autre et l'inclinaison est égale à la différence de l'angle aigu à l'angle droit¹.

La *sphère*, *korrah*, est un solide dont la surface est continue, et dans l'intérieur duquel est un point qu'on nomme *merkez-al-korrah*, *centre de la sphère*, qui est tel que toutes les lignes menées de ce point à la surface sont égales entre elles.

L'on nomme *khothre-al-korrah*, *diamètre de la sphère*, toute ligne qui, passant par le centre, se termine à la surface de la sphère; l'*axe de la sphère*, *mihhouer-al-korrah*, est le diamètre autour duquel elle fait sa révolution, et l'on nomme *khothbe-al-korrah*, *pôle de la sphère*, chacune des deux extrémités de ce diamètre.

¹ Ainsi l'auteur mesure l'inclinaison d'un plan sur un autre par le complément de l'angle formé par ces deux plans. S.

Lorsque la circonférence d'un cercle est sur la surface d'une sphère, le cercle est compris dans la sphère; et si l'on dit *tel cercle est sur la sphère*, il faut toujours entendre la *circonférence de ce cercle*. Il y a en effet beaucoup de gens de l'art qui se servent du mot *cercle* au lieu de l'expression *circonférence de cercle*, et c'est en ce sens que l'on dit la *hauteur d'un arc de cercle*, au lieu de la *hauteur d'un arc de circonférence de cercle*.

Le même raisonnement s'applique à la sphère; et lorsqu'on parle d'une partie de la sphère, on entend le plus communément une partie de la surface de la sphère, une *calotte sphérique*, ce qu'il était bon d'éclaircir.

On nomme *dâïrah azhymah*, *grand cercle de la sphère*, celui qui a pour centre le centre même de la sphère, et il n'y a de grands cercles que ceux dont le centre est ainsi confondu avec celui de la sphère.

On nomme au contraire *dâïrah shorherâ*, *petit cercle*, celui dont le centre n'est pas le même que celui de la sphère.

Les deux *pôles d'un cercle de la sphère* sont les deux points placés sur la sphère aux deux extrémités d'un diamètre perpendiculaire au plan de ce cercle; toutes les lignes droites menées de chacun des pôles d'un cercle à sa circonférence sont égales entre elles.

Deux lignes droites sont dites *parallèles*, *mutdouâzlah*, lorsqu'étant comprises dans un même plan elles ne se rencontreraient pas, quoique prolongées indéfiniment de part et d'autre.

Deux plans sont parallèles lorsqu'ils sont situés de manière qu'ils ne se toucheraient jamais, quand même on les prolongerait indéfiniment.

On nomme *arcs parallèles*, *khasïe mutdouâzlah*, ceux qui ont un centre commun et des rayons différents¹.

Le grand cercle d'une sphère dont l'axe et les pôles sont les

¹ Cette définition ne convient qu'à des arcs situés dans un même plan. S.

mêmes que ceux de la sphère se nomme *minthakhat-al-korrah*, *ceinture de la sphère*, et tous les cercles parallèles au *minthakhat*, et qui ont de même pour pôles les pôles de la sphère, sont nommés *déouaïr-al-zémanah*, *cercles de temps*.

On nomme *mumás-al-dáïrah*, *tangente au cercle*, une ligne droite tracée dans le plan du cercle et qui touche la circonférence sans la couper, quoique prolongée indéfiniment de part et d'autre.

Un cercle est tangent à un autre cercle lorsque leurs circonférences se touchent sans se couper et qu'ils ont une tangente commune. Un cercle est tangent à un plan lorsqu'on peut mener dans ce plan une ligne droite tangente au cercle, et que le plan du cercle est perpendiculaire au plan donné.

GÉNÉRATION DU CÔNE. — Étant donnés un cercle et un point situé dans un plan autre que celui du cercle : si l'on mène du point donné à la circonférence du cercle une ligne droite, et qu'on fasse mouvoir cette ligne sur la circonférence, jusqu'à ce qu'elle revienne au point d'où l'on est parti sans qu'elle ait cessé de passer par le point donné, la surface engendrée par le mouvement circulaire de cette ligne se nomme *séthehhe marhherouth*, *surface conique*; la figure comprise sous cette surface et le cercle donné se nomme *cône circulaire*, *al marhherouth-al-mustadîr*; le point fixe, *sommet du cône*, *rás-al-marhherouth*, et le cercle donné, *khâüdat-al-marhherouth*, *base du cône*; la ligne droite menée du sommet du cône à la circonférence de sa base, *sahm-al-marhherouth*, *flèche du cône* [axe].

Le *cône droit*, *marhherouth khâïm*, est celui dont la flèche [l'axe] est perpendiculaire à la base, et le *cône oblique*, *marhherouth mâïl*, celui dont l'axe n'est pas perpendiculaire à la base.

Deux cercles sont égaux lorsque leurs diamètres sont égaux.

GÉNÉRATION DU CYLINDRE. — Si l'on a deux cercles égaux et parallèles tangents à un même plan, et qu'on joigne les deux points de tangence par une ligne droite et les deux centres par une autre

ligne droite, puis qu'on regarde celle-ci comme fixe et qu'on fasse mouvoir l'autre parallèlement à elle-même, jusqu'à ce qu'elle revienne au point d'où l'on est parti sans que chacune de ses extrémités ait cessé, pendant le mouvement, de toucher le cercle sur lequel elle se meut, la surface formée par la révolution de cette ligne mobile se nomme *basîth asthouânah*, surface cylindrique, et le solide compris sous cette surface et sous les deux cercles se nomme *asthouânah mustadîrah*, cylindre rond; l'un des deux cercles est nommé tête ou sommet du cylindre, *râs-al-asthouânah*, et l'autre base du cylindre, *khâidat-al-asthouânah*. Le côté du cylindre, *dhilâ-al-asthouânah*, est une ligne droite menée de la circonférence du sommet à celle de la base, et l'axe ou flèche, *sahm-al-asthouânah*, est la ligne qui joint les centres des deux cercles donnés.

Le cylindre droit, *asthouânah khâîmah*, est celui dont l'axe est perpendiculaire à la base, et le cylindre oblique, *asthouânah maîlah*, est celui dont l'axe n'est pas perpendiculaire à la base.

PREMIÈRE OBSERVATION. — Lorsqu'on dit qu'une ligne droite ou courbe est comprise entre deux plans, on entend que l'une de ses deux extrémités est dans un des deux plans et l'autre extrémité dans l'autre plan; il en est de même quand on dit qu'elle est comprise entre deux lignes, ou entre deux points, ou entre un point et une ligne, etc.; ce qui renferme les six cas que présentent le point, la ligne et le plan considérés comme limites.

DEUXIÈME OBSERVATION. — Si l'on dit d'une ligne droite que c'est une perpendiculaire menée d'un plan ou d'une ligne à une ligne ou à un autre plan, on entend qu'elle est perpendiculaire au plan ou à la ligne d'où elle part; mais lorsqu'on dit que c'est une perpendiculaire menée d'un point à une ligne ou à un plan, on entend alors qu'elle est perpendiculaire à la ligne ou au plan.

CHAPITRE II.

DE LA FORME DES CIEUX ET DE LA FIGURE DE LA TERRE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES. — On démontre en géométrie, 1° que l'intersection de deux plans est une ligne droite; 2° que celle d'un plan et d'une sphère est toujours un cercle dont la circonférence est sur la surface de la sphère; 3° que deux grands cercles de la sphère qui se rencontrent se coupent en deux parties égales, et leurs circonférences en deux points qu'on nomme *muténázhirétaine*, opposés l'un à l'autre, parce qu'ils se trouvent sur une ligne droite qui passe par le centre de la sphère; 4° que, lorsqu'un grand cercle passe par les pôles d'un autre grand cercle, celui-ci passe par les pôles du premier, et que ces deux cercles se coupent chacun en deux parties égales et à angle droit; 5° que la ceinture de la sphère, comparée aux cercles de temps qui lui sont parallèles, est d'autant plus grande que ces cercles qu'ils en sont plus éloignés, et que deux cercles de temps sont égaux entre eux toutes les fois qu'ils sont placés à égale distance et de chaque côté de la ceinture de la sphère; 6° que, lorsque la sphère fait une révolution entière sur son axe, tous les points de sa surface, excepté celui qui est à chaque pôle et celui qui trace la ceinture, décrivent des circonférences de cercles parallèles à ce grand cercle de la sphère.

Après ces notions préliminaires, nous pouvons dire qu'on démontre en astronomie que la forme des cieux est sphérique, que leur mouvement se fait sur un axe fixe, et que l'espace qu'ils renferment se divise en neuf sphères concentriques qui roulent les unes dans les autres autour de la terre.

Ces neuf sphères, dont la plus proche de la terre est celle de la lune, sont placées dans l'ordre suivant :

1 ^{re} . Sphère de la lune,	<i>Félek-al-khamar.</i>
2 ^e . ——— de mercure,	<i>F^k atharid.</i>
3 ^e . ——— de vénus,	<i>F^k al-zohérah.</i>
4 ^e . ——— du soleil,	<i>F^k al-chemse.</i>
5 ^e . ——— de mars,	<i>F^k al-mérrírhhe.</i>
6 ^e . ——— de jupiter,	<i>F^k al-muchérie.</i>
7 ^e . ——— de saturne,	<i>F^k zohhal.</i>
8 ^e . ——— des étoiles fixes,	<i>F^k al-kaouákéb-al-tsábitah.</i>
9 ^e . ——— supérieure,	<i>F^k al-aëzhème.</i>

La huitième sphère se nomme aussi sphère des signes réels, *dzátyiah*, et sphère étoilée; et la neuvième, sphère des signes naturels, *thabtiyah*, et sphère non étoilée.

Le mouvement propre de cette dernière, comparé à celui de chacune des autres sphères, est beaucoup plus rapide qu'aucun de ces mouvements; il est en outre constamment égal, c'est-à-dire qu'il n'éprouve ni accélération ni retardement.

C'est en vertu de ce mouvement propre à la sphère supérieure, mouvement qu'elle communique à toutes les autres, que celles-ci sont transportées [chaque jour] d'orient en occident, sans que pour cela aucune d'elles cesse d'obéir à son mouvement propre [d'occident en orient] : telle est la cause du lever et du coucher du soleil, de la lune et des étoiles, pour tous les pays du monde; tandis que c'est par leur mouvement propre que le soleil ramène chaque année les saisons et rend les jours plus longs ou plus courts, selon que sa hauteur [méridienne] est plus ou moins considérable, et que la lune a plus ou moins de hauteur [méridienne] et qu'elle s'approche successivement de toutes les étoiles [en se dirigeant vers l'orient].

Ces notions sur l'ordonnance des neuf sphères et sur le mou-

vement de la sphère supérieure et des autres sphères sont généralement connues, et l'astronomie en comprend beaucoup d'autres encore relatives au même objet.

On démontre aussi en astronomie que la figure de la terre est totalement sphérique, et que les montagnes et les vallées ne sont que de petites inégalités de sa surface; qu'elle est placée au milieu des cieux et que son centre est le centre des cieux; que sa grosseur est insensible relativement à l'étendue de la sphère étoilée, c'est-à-dire que, parmi les étoiles fixes, s'il y en avait une qui ne fût pas plus grosse que la terre, elle ne serait pas visible pour nous, mais que relativement à la sphère du soleil la masse de la terre devient sensible, quoiqu'elle soit encore extrêmement petite.

On démontre encore que la terre est immobile, et qu'en raison de sa sphéricité tout homme placé sur sa surface est toujours sur la direction d'un rayon terrestre; ce qui fait que les hommes et généralement toutes les perpendiculaires à la surface de la terre ne sont pas des directions parallèles entre elles.

On voit aussi par-là quel doit être le rapport entre l'espace qui sépare deux hommes sur la terre et l'espace qui sépare leurs zéniths dans le ciel; que celui-ci ne diffère du premier que par sa grandeur absolue, leur grandeur relative étant la même, c'est-à-dire que la partie du cercle terrestre comprise entre le pied de deux verticales est semblable à la partie du cercle céleste comprise entre leurs zéniths.

En quelque point de la terre qu'un homme soit placé, il voit la moitié du ciel, à une quantité insensible près, et l'autre moitié lui est cachée, à une quantité près, aussi insensible.

S'il se meut sur la surface du globe [et qu'il s'avance du midi au nord ou du nord au midi], il découvre successivement de nouvelles parties du ciel et cesse d'en voir une égale quantité du côté opposé.

Telles sont les choses qu'on ne peut se dispenser de savoir sur la

disposition des cieux et sur la forme de la terre, pour comprendre la suite de cet ouvrage.

CHAPITRE III.

DES CERCLES CÉLESTES.

Si l'on partage la circonférence d'un cercle en 360 parties égales, chacune de ces parties se nomme *degré*, *derjah*; la *minute*, *dakhkhe*, est la soixantième partie d'un degré; la *seconde*, *tsânīah*, la soixantième partie d'une minute; la *tierce*, *tsdlisah*, est la soixantième partie d'une seconde, et ainsi de suite.

Si l'on partage la surface d'une sphère en 360 parties égales, par de grands cercles qui se coupent tous en deux points opposés l'un à l'autre, chaque partie de la surface de la sphère comprise entre deux cercles consécutifs porte aussi le nom de degré [et est susceptible des mêmes divisions en minutes, secondes, etc.].

L'*équateur* ou *cercle équinoxial*, *dāīrah muāddil-al-nēhar*, est la ceinture de la sphère supérieure; et lorsque le soleil décrit ce cercle, la nuit est sensiblement égale au jour.

Le *centre du monde*, *merkēz-al-ālim*, est le centre de la sphère supérieure, et c'est aussi le centre de la terre.

Les deux *pôles du monde*, *qothha-al-ālim*, sont les deux pôles de la sphère supérieure.

Le pôle boréal ou septentrional est celui qui est à la gauche d'un homme tourné vers l'orient, et le pôle austral ou méridional est celui qui est à sa droite : dans cette position, cet homme aperçoit la moitié de la partie boréale et la moitié de la partie australe

de la sphère supérieure. Le plan du cercle dont le soleil décrit la circonférence dans son mouvement propre d'orient en occident, rapporté à la sphère supérieure, la coupe en une circonférence de cercle que l'on nomme ceinture des signes naturels, et rapporté à la sphère étoilée, il la coupe de même en un grand cercle qui est la ceinture des signes réels.

L'équinoxe du printemps, *nokhethat-al-ittidâl-al-rabi'e*, point d'égalité du printemps, est un des deux points d'intersection de la ceinture des signes naturels et de l'équateur; et quand le soleil le traverse, il s'avance vers le nord en s'éloignant de l'équateur. L'équinoxe d'automne, *nokhethat-al-ittidâl-al-rhharif'ie*, est le second point d'intersection de la ceinture des signes naturels et de l'équateur; et quand le soleil le traverse, il s'avance vers le midi, en s'éloignant de l'équateur.

Le solstice d'été, *nokhethat-al-munekhaleb-al-shif'ie*, point de réversion d'été¹, est le point du milieu de la partie boréale de la ceinture des signes naturels.

Le solstice d'hiver, *nokhethat-al-munekhaleb-al-chétouï'e*, point de réversion d'hiver, est le point du milieu de la partie australe de la ceinture des signes naturels.

Si l'on partage chaque cadran de la ceinture des signes naturels en trois parties égales, la circonférence entière se trouvera coupée en douze points opposés deux à deux; et si par ces points on mène des cercles qui passent en même temps par les pôles de cette ceinture, la surface de la sphère supérieure se trouvera partagée en douze parties égales, qui sont les signes naturels, et on donne simplement le nom de signe à chacune des douze parties correspondantes du périmètre de la ceinture; tels sont ceux dont nous nous servons dans cet ouvrage, et dont voici les noms :

Le premier est le signe du bélier, *burje-al-hhamel*; c'est le signe

¹ Cette dénomination est préférable à celle de point solsticial ou de station, dont nous nous servons. S.

dont le premier point coïncide avec le point équinoxial du printemps;

Le 2°	est le signe du taureau,	<i>burje-al-tsour.</i>
Le 3°	des gémeaux,	<i>burje-al-jouzâ.</i>
Le 4°	de l'écrevisse,	<i>burje-al-sérathâne.</i>
Le 5°	du lion,	<i>burje-al-asad.</i>
Le 6°	de la vierge,	<i>burje-al-sénébéléh.</i>
Le 7°	de la balance,	<i>burje-al-mîzâne.</i>
Le 8°	du scorpion,	<i>burje-al-âkherab.</i>
Le 9°	du sagittaire,	<i>burje-al-khaus.</i>
Le 10°	du capricorne,	<i>burje-al-jédîe.</i>
Le 11°	du verseau,	<i>burje-al-dâlie.</i>
Le 12°	des poissons,	<i>burje-al-hhaute.</i>

Les signes septentrionaux sont compris depuis le premier degré du bélier jusqu'au dernier degré de la vierge; les six autres signes sont les signes méridionaux.

Les mêmes noms sont donnés, dans le même ordre, à des parties analogues à la sphère étoilée, qu'on nomme signes réels.

Le commencement du *dzatie* [zodiaque réel] est un point de la ceinture des signes réels, *dzatiïah*, qui se trouvait dans le plan de l'équateur quarante ans avant l'hégire, et c'est de ce point qu'on commence à compter les signes réels; mais comme ce n'est pas de ces signes que nous nous servons dans le cours de cet ouvrage, nous ne dirons rien de plus à ce sujet.

Nous nommons *beled*, lieu, une partie de la surface de la terre d'une *farsangue* carrée ou d'une étendue moindre, habitée ou inhabitée, et telle que quand un homme est à une de ses extrémités et un autre à l'extrémité opposée, leur zénith est sensiblement le même, de manière que si le soleil est au zénith du premier, il paraît être aussi au zénith du second, en quelque partie de cet espace qu'il se place.

Si le premier le voit à l'occident ou à l'orient, non-seulement

le second le voit de même à l'occident et à l'orient, mais la quantité dont il paraît au premier vers l'un de ces deux points paraît aussi la même au second; de manière que, s'ils voulaient tous deux la déterminer, ils arriveraient tous deux au même résultat.

L'*horizon*, *afkhe*, d'un lieu est le cercle qui sépare la partie visible du ciel, pour l'observateur, de la partie qui lui est cachée, et il n'y a point de différence sensible entre l'horizon et un grand cercle de la sphère.

Le *zénith*, *semt-al-rás*, *tractus capitis*, de quelque lieu que ce soit est le pôle de son horizon placé dans la partie visible de la sphère, et l'on nomme *semt-al-rijel*, *tractus pedis*, le pôle opposé, situé dans la partie du ciel cachée à l'observateur [nous disons le *nâdir*].

CHAPITRE IV.

DE LA DURÉE DU JOUR ET DE LA NUIT; CE QUE C'EST QUE LES JOURS NATUREL,
CIVIL ET ASTRONOMIQUE.

Dans toutes les parties du globe, on nomme jour artificiel ou simplement *jour*, *néhar*, le temps qui s'écoule entre le lever et le coucher du soleil, pour un lieu quelconque, et *léilah*, *nuit*, le temps compris entre le coucher et le lever du même astre.

On entend par *jour naturel*, *iaum*, la durée de la révolution diurne, qui comprend le jour artificiel et la nuit; cependant quelques-uns confondent souvent l'*iaum* avec le *néhar*, et les font commencer au lever de l'aurore et finir après le coucher du soleil.

Si l'on veut juger sainement de tout ce qui a été dit à ce sujet, on doit observer,

1° Qu'en quelque temps que ce soit, la partie de la terre éclairée par les rayons du soleil est sensiblement la moitié du globe;

2° Qu'il y a des lieux où les jours sont toujours égaux aux nuits, et qu'ainsi tous les jours y sont égaux entre eux, du moins sensiblement;

3° Qu'il y a d'autres lieux où les jours ne sont pas égaux, et que la durée de ces jours correspond à celle de la nuit dans un lieu opposé;

4° Que, dans certains lieux, un jour est aussi long que cent jours dans un autre lieu, quelquefois plus, d'autres fois moins.

On observera aussi que les jours de toute la partie habitée de la terre sont généralement plus courts que la révolution diurne de la sphère, ou que, s'il y en a d'aussi longs, il n'y en a pas de plus longs; d'où il est résulté que, quoique l'on ait partout composé les mois des jours *naturels*, *iaum*, le nombre de ces jours compris dans chaque mois doit toujours être le même que celui des *jours*, *néhar*, puisque la durée de ceux-ci, quelque différence qu'il y ait entre eux, n'excède jamais, dans les lieux habités, la durée d'un jour naturel ou d'une révolution diurne de la sphère.

Les Arabes commencent le jour [civil, qui est égal au jour] *naturel*, *iaum*, à l'entrée de la nuit, c'est-à-dire au coucher du soleil, dans tel pays qu'ils habitent, et ils le finissent au coucher suivant: cet usage où ils sont de placer la nuit avant le jour vient probablement de ce qu'ils comptent les jours de chaque mois du moment de l'apparition de la nouvelle lune, qui n'a jamais lieu que vers le coucher du soleil.

Mais les peuples qui ne déterminent pas de même le commencement des mois par l'apparition de la lune, font commencer le jour civil avec le lever du soleil, et le terminent au lever suivant, plaçant invariablement le jour avant la nuit.

Pour les astronomes, ils s'accordent tous, sans exception, à compter les jours d'un midi à l'autre, et c'est cet espace de temps

compris entre deux passages consécutifs du soleil au méridien qui constitue le jour astronomique, lequel est encore égal au jour naturel, *iaum*. [Nous reviendrons sur ce sujet en traitant des arcs diurnes.]

On nomme *déouaïr-al-semtiïah*, *cercle d'azimut*, ou *déouaïr-al-irtifäë*, *cercles de hauteur ou verticaux*, les cercles qui passent par les deux pôles de l'horizon d'un lieu.

Le méridien d'un lieu *dâïrah-neff-al-néhar*, *cercle du milieu du jour*, est le grand cercle qui passe par les deux pôles de l'horizon du lieu et par les deux pôles du monde.

Le premier vertical, *aoual-al-semout*, *premier azimut*, est celui qui passe par les deux pôles du méridien en même temps que par ceux de l'horizon.

L'intersection de l'horizon d'un lieu et du plan de son méridien se nomme *rhhath-neff-al-néhar*, *ligne méridienne*, de cet horizon; l'extrémité nord de la méridienne est l'un des pôles du premier vertical : on la nomme *ouasth-al-chumâl*, *milieu du nord ou point nord*.

L'extrémité sud de la méridienne est le second pôle du premier vertical, et elle se nomme *ouast-al-jénoub*, *milieu du sud ou point sud de l'horizon*.

De même on nomme *ligne d'est et ouest*, *rhhath-al-cherkhe* ou *al-rharbe*, l'intersection de l'horizon et du premier vertical, et *points d'est et ouest* les deux extrémités de cette ligne : le premier est le pôle oriental du méridien, et le second en est le pôle occidental.

La *ligne équinoxiale*, *rhhath-al-istouâ*, est l'intersection du plan de l'équateur céleste avec la surface de la terre.

On fait voir en astronomie que le centre du soleil se meut, par le mouvement propre de cet astre, sur la circonférence d'un cercle dont le centre n'est pas le même que celui du monde; l'*apogée* du soleil, *auje*, est le point de cette circonférence le plus éloigné du centre du monde; et le *périgée*, *hhaulhîdhe*, qui est opposé à l'*apogée*.

est le point de cette circonférence excentrique le plus près du centre du monde.

Il n'entre pas dans notre plan d'exposer ces choses avec plus de développements.

CHAPITRE V.

ÉPOQUE DES ÈRES, NOMBRE DES JOURS DE LEURS ANNÉES ET DE LEURS MOIS,
ET NOMS DE CES MOIS.

L'ère des Arabes et celle des Grecs [autrement dite des Séleucides et quelquefois, mais improprement, ère d'Alexandre] sont les plus connues et le plus généralement suivies aujourd'hui. Nous entrerons donc dans quelques détails sur ce qui les concerne, et nous expliquerons particulièrement ce qui est relatif à la construction des tables. [L'auteur parlera aussi, à la fin de ce chapitre, de l'ère des Cophtes, aussi nommée ère de Dioclétien ou des Martyrs.]

ÈRE DES ARABES, OU HÉGIRE.

L'ère des Arabes date du commencement de l'année dans laquelle le prophète se retira de la Mecque à Médine; les années de cette ère sont composées de douze mois lunaires, dont voici l'ordre et les noms :

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 <i>Muhharram.</i> | 7 <i>Réjeb.</i> |
| 2 <i>Safar.</i> | 8 <i>Chaëbâne.</i> |
| 3 <i>Rabïë I.</i> | 9 <i>Ramadhâne.</i> |
| 4 <i>Rabïë II.</i> | 10 <i>Chaouâl.</i> |
| 5 <i>Joumâdie I.</i> | 11 <i>Dzoul-khaëdah.</i> |
| 6 <i>Joumâdie II.</i> | 12 <i>Dzoul-hhijjah.</i> |

Lorsqu'on veut fixer le commencement de chacun de ces mois à l'apparition de la nouvelle lune, il en résulte beaucoup d'irrégularités; car la nouvelle lune ne paraissant pas à une époque qui puisse être déterminée d'une manière précise, il peut arriver qu'il y ait plusieurs mois consécutifs *pleins* et plusieurs mois aussi consécutifs *défectueux*; et comme par cette méthode un mois plein n'est pas toujours suivi d'un mois défectueux, ainsi que je l'ai fait voir dans un ouvrage intitulé : *Kétab talrhhîsh-al-âômâl fî rouïat-al-hâlâl*¹, *Traité sur la manière d'observer la néoménie*, au lieu de s'attacher à observer la nouvelle lune et à régler sur son apparition la durée du mois lunaire, on a calculé d'après les moyens mouvements du soleil et de la lune le temps compris entre deux conjonctions consécutives; et, en s'appuyant sur des observations, on l'a trouvé de 29 jours 31 minutes 50 secondes² de jour environ, suivant l'auteur du *Tab Sarah, Instruction*.

Cette détermination a été faite par les astronomes de la manière suivante : on a retranché le moyen mouvement du soleil, en un jour, du moyen mouvement de la lune dans le même temps, et l'on a divisé par la différence le cercle entier, qui comprend 360 degrés; et comme le temps de la révolution [synodique] de la lune est en raison de son moyen mouvement par jour, le résultat de cette opération est nécessairement exact. Si donc on multiplie les jours, minutes et secondes de jour d'un mois lunaire par 12, nombre des mois d'une année, on trouvera 354 jours $\frac{22}{60}$ pour la durée de l'année arabe, soit qu'on la fasse commencer à l'apparition de la nouvelle lune ou bien à la conjonction moyenne. Mais comme chaque mois lunaire, ainsi déterminé par la conjonction, n'est pas composé d'un nombre entier de jours, et qu'on ne peut

¹ كتاب تلخيص الاعمال في روية الهلال

² Les Indiens font cette révolution synodique de la lune de 29 jours 31 dandas (minutes ou 60^{es} de jour) 50,6 palas (60^{es} de minute). Voyez *Recherches asiatiques*, tom. II, p. 275. S.

adopter dans la vie civile l'usage des fractions de jour, on a réparti les jours entiers de l'année arabe entre les mois, de manière que chaque mois est alternativement de 30 et de 29 jours.

Muharram a 30 jours, *safar* 29, et ainsi de suite jusqu'à *dzoul-khaëdah*, qui est de 29 jours dans les années ordinaires et de 30 dans les années *kébtah* ou *bissextiles*, lesquelles sont par là de 355 jours.

Cette addition d'un 30^e jour à *dzoul-khaëdah* se fait lorsque la fraction $\frac{22}{60}$ de jour dont l'année ordinaire excède 354 jours, ajoutée successivement à elle-même, excède soit un demi-jour soit un jour entier, selon la méthode et l'ordre d'intercalation exposés dans un des chapitres suivants.

Tels sont les mois dont nous faisons usage pour le calcul des dates et du lieu des astres, pour toutes les affaires courantes : ils peuvent commencer un jour ou deux avant ceux qui sont déterminés par l'apparition du croissant, quelquefois en même temps, mais jamais plus tard, comme nous l'avons expliqué et démontré dans notre *Traité*, déjà cité, sur la manière d'observer la néoménie.

ÈRE DES GRECS, OU DES SÉLEUCIDES.

L'ère des Grecs date du commencement de l'année dans laquelle mourut Alexandre, fils de Philippe [ceci n'est pas exact], et elle procède par années solaires, 365 jours $\frac{1}{4}$, en négligeant la fraction qu'on doit ajouter au quart de jour.

Suivant Ptolomée, la longueur de l'année est de 365 jours 14 minutes 48 secondes de jour; mais la vérité est qu'elle est de 365 jours 15 minutes 36 secondes de jour, quantité qui excède 365 $\frac{1}{4}$ d'un centième de jour¹.

¹ Il y a ici deux observations à faire. La première est que l'auteur se trompe en disant que l'ère des Grecs, dont il est ici question, date du commencement de l'année de la mort d'Alexandre, qui est la 324^e avant J.-C. On verra par ce qu'il dit plus bas, et par le calcul donné dans le chapitre ix, qu'il s'agit de l'ère des Séleucides, improprement nommée *ère d'Alexandre*, et que Aboul-Hhassan fait avec raison commencer 311 ans et 3 mois révolus avant J.-C., c'est-à-

L'année grecque est composée de douze mois, dont voici l'ordre, les noms et la durée.

		Nous ajoutons ici les mois correspondants.
1	<i>Techerîne I.</i> 31 jours	Octobre.
2	<i>Techerîne II.</i> 30	Novembre.
3	<i>Kánoune I.</i> 31	Décembre.
4	<i>Kánoune II.</i> 31	Janvier.
5	<i>Ché bath.</i> 28 <small>{ et 29 dans les années lébiak ou bisseziak. }</small>	Février.
6	<i>Adzare.</i> 31	Mars.
7	<i>Nisáne.</i> 30	Avril.
8	<i>Aïdre.</i> 31	Mai.
9	<i>Elhazíráne</i> 30	Juin.
10	<i>Tamoúze</i> 31	Juillet.
11	<i>Abe.</i> 31	Août.
12	<i>Eïlou</i> 30	Septembre.

Pour se rappeler le nombre des jours de chacun de ces douze mois, on a choisi quatre mots, dont la signification, facile à retenir, rappelle à l'instant les douze lettres dont ils sont formés; ce qui fait connaître, par la forme et l'emploi de chaque lettre, si le mois qui lui correspond a 30 ou 31 jours, ou bien si c'est le mois de *ché bath*, qui n'en a que 28 ou 29.

OBSERVATION DU TRADUCTEUR.

Il est facile de saisir la pensée de l'auteur; mais pour suivre les détails où nous sommes obligé d'entrer pour la rendre dans toute son inté-

dire le 1^{er} octobre de l'an 312; en quoi il suit le sentiment d'Albatenius et non celui d'Alfragan, qui la fait commencer un mois plus tôt. La seconde observation est qu'Aboul-Elhassan substitue à l'année de Ptolomée une année qui se rapproche plus de celle des Indiens, laquelle (*Recherches asiatiques* déjà citées, p. 276) est de 365 jours 15 dandas 31,504 palas; ce qui est d'autant plus remarquable qu'il ne dit pas où il a pris la longueur de cette année. S.

grité, il faut savoir 1° que les Arabes n'ont que des lettres consonnes; 2° que plusieurs de ces lettres sont représentées par un même caractère et ne sont distinguées l'une de l'autre que par un ou plusieurs points qui sont ajoutés à ce caractère; 3° que les voyelles, ne faisant pas partie des lettres de l'alphabet, sont marquées par des accents qu'on met au-dessus ou au-dessous des consonnes qui doivent les précéder dans la prononciation; 4° qu'il y a des consonnes qui sont employées sans être suivies d'une voyelle qui leur appartienne, tel que l'*h* du monosyllabe français *ah!* et que celle qui suit ainsi la voix *a bref* la rend longue et se représente par un ^ circonflexe; 5° que, les consonnes arabes n'ayant pas toutes leur correspondante dans notre alphabet, nous en représentons quelques-unes par deux ou trois des nôtres.

Nous écrirons donc en caractères majuscules les consonnes qui entrent dans la composition des mots arabes que nous allons rapporter; nous mettrons un point (.) sous celles qui sont ponctuées dans l'écriture arabe, et nous ajouterons dans le corps des mots, mais en petites lettres, la valeur des accents voyelles, afin de rendre autant que possible la prononciation de la phrase commémorative, que voici d'abord en caractères arabes, qui s'écrivent de droite à gauche, et ensuite en caractères français, dont l'ordre est inverse.

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
ف	ا	ز	ح	م	خ	ت	م	ا	ر	ج	ذ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
F.	^	Z.	=	R.	Jou	Lounne	=	RH	T.	M.	=	Bt	HH.	JJ _{ino}
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31			

Les lettres ponctuées qui ont une voyelle indiquent les mois de 31 jours, la première répondant à *kânoune II*, janvier; les lettres non ponctuées qui ont une voyelle marquent les mois de 30 jours, et l'accent circonflexe, qui représente l'élif arabe, qui n'a ni point ni voyelle, correspond au mois *chébath*, février, qui est de 28 jours dans les années ordinaires et de 29 dans les années bissextiles.

La phrase arabe signifie : *Heureux l'homme qui a fait le pèlerinage de la Mecque!*

CONCORDANCE DES ÈRES ARABE ET GRECQUE.

L'hégire a commencé 932 années solaires plus 287 jours révolus après l'ère grecque [des Séleucides], comme l'exprime la valeur numérique des (six) lettres significatives qui composent les deux mots $\overline{\text{RH}}$. $\overline{\text{L}}$. $\overline{\text{B}}$. $\overline{\text{Z}}$. $\overline{\text{F}}$. $\overline{\text{R}}$.¹, dans le premier desquels on suppose que le $\overline{\text{RH}}$ ou Rhaine arabe vaut 900, valeur qu'on lui a quelquefois attribuée.

CHAPITRE VI.

MÉTHODE DE CALCUL POUR TROUVER LE MADERHIAL, ENTRÉE OU JOUR INITIAL
DES ANNÉES OU DES MOIS ARABES.

Avant d'entamer la question, nous croyons devoir rappeler que, lorsqu'on a une série quelconque, mais déterminée, de jours consécutifs, et que le nom du premier jour de cette série est connu, on sait par-là quel doit être le nom du jour qui suit immédiatement le dernier de la série proposé.

Relativement à la période de sept jours dont on fait usage, le 8^e ou celui qui suit le dernier de la période est toujours le même

	Années.	Jours.
¹ RH =	900	Z = 7.
L =	30	F = 80.
B =	2	R = 200.
	<hr/> 932	<hr/> 287.

que le premier; le 15° est aussi le même, et ces deux jours sont les premiers de la seconde et de la troisième semaine : il en est de même du 22°, du 29°, etc. Ce qui fait voir que, si l'on a un nombre quelconque de jours consécutifs dont le premier soit connu, et qu'en divisant ce nombre par 7 il n'y ait pas de reste, le nom du jour qui suivrait le dernier serait le même que celui du premier. S'il y avait un reste, ce reste commencerait par le premier jour de la série proposée, ce qui a lieu pour tous les jours de la semaine indistinctement.

De même lorsque l'on connaît le nom du premier jour de la première année d'un cycle ou d'un nombre quelconque d'années consécutives, on peut en déduire le nom du premier jour de l'année qui suivrait immédiatement la dernière du cycle; car, en réduisant en jours les années consécutives données, on aurait un nombre déterminé de jours consécutifs dont l'on connaîtrait le premier, et par suite celui que le dernier précéderait immédiatement, lequel serait le premier de l'année qui suivrait la dernière du cycle proposé.

Le même raisonnement peut s'appliquer aux mois; et comme on sait que la première année de l'hégire a commencé un *jeudi*, on en déduit le premier jour de toutes les années arabes et celui de chacun de leurs mois; mais la méthode que l'on a suivie pour cela nous ayant paru trop embarrassée de calculs, nous y avons substitué celle que voici, qui est beaucoup plus simple :

Lorsqu'on voudra connaître le *Maderlhal* ou premier jour d'une année quelconque de l'hégire, si le millésime N de cette année n'est pas au-dessus de 30, on prendra la N^e lettre de la première série ci-dessous [dans laquelle chaque lettre marque le jour initial d'une des années de la période de 30 ans de l'hégire], et on ajoutera à la valeur numérique de cette lettre la caractéristique de *Muharrâm*, qui est l'unité.

Si la somme n'est pas au-dessus de 7, elle marquera le jour

initial de l'année proposée; mais si elle est au-dessus de 7, il faudra en retrancher 7 [autant de fois que faire se pourra] pour avoir ce jour initial.

Si le millésime N est plus grand que 30, on le divisera par 30; et prenant autant de fois 5 qu'il y a d'unités dans le quotient, on conservera ce produit, puis on prendra dans la première série des lettres celle dont l'ordre est indiqué par le reste de la division; on ajoutera ensuite le nombre exprimé par cette lettre, et augmenté d'une unité, au produit conservé.

Si la somme n'est pas au-dessus de 7, elle marquera le jour initial de l'année proposée; mais si elle surpasse 7, on la divisera par 7, et le reste de la division marquera ce jour initial, c'est-à-dire le premier jour de *muharrâm* [qui est le premier mois de l'année arabe].

Si l'on désire connaître le jour initial de chaque mois, on le trouvera par la deuxième série ci-après, dont chaque lettre marque le jour initial des douze mois, dans la supposition que *muharrâm* commence par le premier jour de la semaine [le dimanche].

I^{re} SÉRIE¹.

Années de la période de 30 ans.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Lettres correspondantes	D.	A.	F.	C.	G.	E.	B.	G.	D.	A.
Valeur numérique de ces lettres.	4.	1.	6.	3.	7.	5.	2.	7.	4.	1.
Jours romains	Mer.	D.	V.	M.	S.	J.	L.	S.	Mer.	D.

An.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.
L. C.	F.	C.	G.	E.	B.	F.	D.	A.	F.	C.
V. N.	6.	3.	7.	5.	2.	6.	4.	1.	6.	3.
J. R.	V.	M.	S.	J.	L.	V.	Mer.	D.	V.	M.

¹ Le texte ne porte que les lettres; nous avons ajouté les trois autres lignes pour éclaircissement. S.

An.	XXI.	XXII.	XXIII.	XXIV.	XXV.	XXVI.	XXVII.	XXVIII.	XXIX.	XXX.
L. C.	G.	E.	B.	F.	D.	A.	F.	C.	G.	E.
V. N.	7.	5.	2.	6.	4.	1.	6.	3.	7.	5.
J. R.	S.	J.	L.	V.	Mer.	D.	V.	M.	S.	J.

II^e SÉRIE.

Mois.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
L. C.	A.	C.	D.	F.	G.	B.	C.	E.	F.	A.	B.	D.
V. N.	1.	3.	4.	6.	7.	2.	3.	5.	6.	1.	2.	4.
J. R.	D.	M.	Mer.	V.	S.	L.	M.	J.	V.	D.	L.	Mer.

APPLICATION.

On demande le jour initial de l'année 680 de l'hégire.

SOLUTION.

Le millésime 680 étant plus grand que 30, divisez ce nombre par 30, le quotient sera 22 et le reste 20; multipliez 22 par 5, et vous aurez 110; ci. 110

Puis, à cause du reste 20, cherchez la vingtième lettre de la première série, vous trouverez C, qui vaut 3, que vous ajouterez au produit ci-dessus; ci. 3

Ajoutez encore une unité, valeur de la lettre qui répond à *mulharrâm*, dans la deuxième série; ci. 1

la somme sera 114; ci. 114

Et comme ce nombre est plus grand que 7, divisez-le par 7, et le reste 2 donnera, pour jour initial de l'an 680 de l'hégire, le second jour de la semaine [c'est-à-dire le lundi].

OBSERVATION.

L'Art de vérifier les dates donne le mardi pour jour initial de la même année, parce que, dans cet ouvrage, on procède par années civiles, au lieu que, dans celui-ci, c'est par années astronomiques, et que l'année astronomique des Arabes commence un jour plus tôt que l'année civile, ou, pour parler plus exactement, commence au

midi vrai du jour précédent. C'est ainsi que l'Art de vérifier les dates donne, avec tous les chronologistes, pour le premier jour de l'ère de l'hégire, le vendredi 16 juillet 622 de J.-C., à minuit, tandis que cette ère commence civilement le jeudi 15 au soir, et astronomiquement le même jour à midi. Mais cela s'éclaircit en faisant attention que les Arabes commencent à compter vendredi, ou leur sixième férie civile, le jeudi au soir, et que le midi du jeudi qui appartient à la cinquième férie civile commence la sixième férie astronomique. En un mot, les astronomes ajoutent une unité au quantième sans changer la férie.

CHAPITRE VII.

METHODE DE CALCUL POUR TROUVER LE MADERHIAL OU JOUR INITIAL DES ANNÉES
ET DES MOIS GRECS [C'EST-A-DIRE DE L'ÈRE DES SÉLEUCIDES].

Nous ferons observer d'abord que, toutes les fois qu'on divise [le nombre de jours de] l'année grecque par 7, il reste $1 + \frac{1}{4}$ jour; secondement, que le jour initial de la première année de l'ère des Séleucides¹ est un lundi.

Si donc on veut connaître le jour initial d'une année grecque, on ajoutera au nombre des années révolues le quart de ce nombre, et de plus deux unités; si la somme [que l'on regarde comme exprimant des jours] contient une fraction, et que cette fraction soit $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{2}$, on la négligera; mais si c'est $\frac{3}{4}$, on les comptera comme un jour entier.

On divisera ensuite la somme totale par 7, et le reste marquera

¹ Le texte porte : *Le jour initial de l'année de la mort d'Alexandre*, ce qui est inexact, comme nous l'avons fait observer plus haut, page 82. S.

le jour initial de l'année, à compter du premier de la semaine ; s'il n'y a pas de reste, c'est que le jour initial est un samedi : sur quoi nous ferons observer que ce jour initial, qui est le premier de *techerîne I*, est aussi le premier de *kánoune II* de l'année qui précède celle pour laquelle on fait le calcul¹.

Si l'on veut avoir le jour initial de chaque mois, on prendra dans l'une des deux séries suivantes la lettre qui appartient au mois demandé, dans la supposition que *techerîne I* commence le premier jour de la semaine (c'est-à-dire le dimanche).

I^{re} SÉRIE².

POUR LES ANNÉES COMMUNES.

Mois.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
L. C.	A.	D.	F.	B.	E.	E.	A.	C.	F.	A.	D.	G.
V. N.	1.	4.	6.	2.	5.	5.	1.	3.	6.	1.	4.	7.
J. R.	D.	Mer.	V.	L.	J.	J.	D.	M.	V.	D.	Mer.	S.

II^{re} SÉRIE.

POUR LES ANNÉES BISSEXTILES.

Mois.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
L. C.	A.	D.	F.	C.	F.	F.	B.	D.	D.	B.	E.	A.
V. N.	1.	4.	6.	3.	6.	6.	2.	4.	4.	2.	5.	1.
J. R.	D.	Mer.	V.	M.	V.	V.	L.	Mer.	Mer.	L.	J.	D.

Dans ces deux séries on suit l'ordre des mois, en commençant par *techerîne I*, auquel répond la première lettre, qui est toujours A.

¹ Il faut ajouter ici : « pourvu que l'année qui précède ne soit pas bissextile. » S.

² Le texte ne porte que les lettres. S.

APPLICATION.

On demande le jour initial de l'an 1600 de l'ère grecque [ou des Séleucides].

Prenez le nombre des années révolues	1,599
Le quart de ce nombre est $399.3/4$; et comme la fraction surpasse $1/2$, comptez-la pour un jour entier et ajoutez	400
Ajoutez encore le nombre constant	2

la somme totale est 2,001

Divisez 2,001 par 7, vous aurez pour reste 6, lequel donne un vendredi pour le jour initial de l'année proposée.

Cherchez ensuite le premier jour de chaque mois par la méthode indiquée ci-dessus.

CHAPITRE VIII.

COMMENT ON RECONNAÎT LES ANNÉES BISSEXTILES DES ÈRES ARABIQUE ET GRECQUE.

Pour savoir si une année de l'hégire est bissextile, on divise par 30 le millésime de l'année proposée : s'il n'y a pas de reste, elle n'est pas bissextile; mais s'il y a un reste, après l'avoir multiplié par 11, on divisera le produit par 30; et si le reste de cette seconde division est plus grand que 15 et plus petit que 27, l'année est bissextile; autrement elle ne l'est pas.

AUTRE MÉTHODE.

Si le millésime est plus petit que 30 et qu'il soit égal à un des nombres 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26, 29 [qui marquent l'ordre des années bissextiles de la période de 30 ans arabes], l'année proposée est bissextile; autrement elle ne l'est pas.

Si le millésime est plus grand que 30, on le divisera par 30;

et si le reste est un des nombres ci-dessus, l'année est bissextile; autrement elle ne l'est pas.

Quant aux années grecques, il suffit de diviser le millésime de l'année proposée par 4; s'il reste 3, elle est bissextile; autrement elle ne l'est pas.

Ces deux méthodes sont si simples que nous n'en ferons pas d'applications.

CHAPITRE IX.

MÉTHODE POUR RÉDUIRE UNE ÉPOQUE DE L'ÈRE ARABIQUE A L'ÉPOQUE CORRESPONDANTE DE L'ÈRE GRECQUE, SUIVIE D'UNE TABLE COMPARATIVE POUR FACILITER CETTE RÉDUCTION.

Pour cela on réduit en jours les années de l'hégire, ce qui se fait en multipliant le nombre des années révolues par $354 \frac{1}{30}$; on ajoute à ce produit le nombre de jours et parties de jour écoulés de l'année courante : lorsque la somme renferme une fraction de $\frac{1}{2}$ jour ou plus, on substitue à cette fraction un jour entier, autrement on la néglige.

Ayant ainsi le nombre des jours qui répondent à l'époque arabe proposée, on y ajoute constamment 287, nombre de jours écoulés de l'année grecque dans laquelle a commencé l'ère de l'hégire; on divise ensuite la somme totale par le nombre des jours d'une année grecque; mais comme ces années comprennent une fraction de $\frac{1}{4}$ de jour, on commence par la faire disparaître avant que d'effectuer la division.

Pour cela on multiplie par 4 le diviseur et le dividende, ce qui n'en change pas le rapport, et l'on a pour nouveau diviseur 1461 ($= 365 \frac{1}{4} \times 4$). Faisant alors la division du nouveau

dividende par ce nouveau diviseur, on a au quotient le nombre des années grecques [entièrement révolues depuis le commencement de l'hégire]; on y ajoute 932 pour les années de l'ère des Séleucides écoulées avant l'hégire.

Quant au reste de la division, lequel est moindre que 1,461, on le divise par 4, pour avoir les jours écoulés de l'année courante de l'ère grecque; et s'il y a une fraction au-dessus de 1/2 jour, on substitue à cette fraction un jour entier, et on partage ensuite le nombre total des jours entre les mois grecs, à commencer par *techerîne I*, donnant à chaque mois le nombre de jours qui lui est assigné.

APPLICATION DE CETTE MÉTHODE.

1^{er} EXEMPLE.

On demande l'époque de l'ère grecque qui répond à 650 ans 3 mois 15 jours révolus de l'ère arabe.

Multipliez les 650 années de l'hégire par 354 11/30, vous aurez un produit de.....	230,338 1/3 de jour.
Ajoutez, pour 3 mois 15 jours.....	104 "
	230,442 1/3
et négligeant la fraction 1/3.....	1/3
parce qu'elle est moindre qu'un 1/2 jour, vous aurez pour somme.....	230,442 "
Ajoutez.....	287 "
	230,729 "
Multipliez par.....	4 "
	922,916 "
à diviser par 1461; ce qui donne pour quotient de cette division.....	$\frac{922,916}{1,461} = 631 \text{ ans} + \frac{1,025}{1,461}$
Ajoutez au quotient.....	932
	1,563
vous aurez au total.....	$\frac{1,025}{1,461}$

Le nombre entier 1,563 marque les années révolues de l'ère des Séleucides à l'époque de l'hégire proposée, ci. 1,563 ans 0 mois 0 jours.

Pour les jours écoulés vous aurez $\frac{1,025}{4} = 256$ jours $\frac{1}{4}$. Négligez le quart de jour et partagez les 256 entre les mois grecs, à partir de *techerine I*; vous trouverez 8 mois 13 jours. Vous aurez alors pour total 1,563 ans 8 mois 13 jours, c'est-à-dire que le 15 de *rabîe II* de l'an 351 de l'hégire répond au 13 de *lhazirâne* de 1564 de l'ère grecque [des Séleucides].

On aurait pu résoudre la même question au moyen de la table ci-après, qui a été dressée pour trouver les années de l'ère grecque correspondantes à celles de l'hégire. Pour cela on cherchera dans les *medjmouah* [ce sont les périodes de 30 années de l'hégire] le nombre des années données, qui est ici de 650, et on prendra les années grecques, jours et minutes de jour, qui sont marqués à côté, puis on les écrira à part; mais si l'on ne trouve pas dans la colonne des périodes le nombre demandé, comme cela a lieu pour notre exemple, on prendra dans cette colonne le nombre qui en approche le plus, savoir 630, auquel correspondent de l'ère grecque. 1,544^{ans} 5 jours 00^{minutes}.

TABLEAU D'ADDITION		
A LA MANIÈRE ARABE.		
Somme: 35 ^{nie} . 256 ^{jours} . 1,563 ^{ans} .		
A		B
00	5	1,544
35	147	19
00	89	00
00	15	00

J'ai cru devoir donner ce tableau, qui n'a d'autre mérite que de représenter exactement la manière dont notre auteur fait ses additions.

Retranchant 630 de 650, on aura pour reste 20, et l'on trouvera que ce nombre correspond, dans la colonne des années, à 19 ans 147 jours 35 minutes de l'ère grecque; alors on portera cette quantité sous la précédente, en observant de mettre chaque espèce d'unités sous la même espèce, savoir : les années sous les années, les jours sous les jours, et les minutes ou soixantièmes de jour sous les minutes; ci.

19	147	35
00	89	00
00	15	00

Enfin on ajoutera les 15 jours.

Somme.	1,563	256	35
----------------	-------	-----	----

L'addition se fait en commençant par les minutes, dont chaque soixantaine forme un jour, que l'on retient pour l'ajouter aux jours, écrivant le surplus au-dessus de la ligne AB [cette ligne se nomme *alkarassie*], comme on le voit sur le tableau ci-contre; et comme nous n'avons que 35 minutes, nous les écrivons sans rien retenir. Additionnant ensuite les jours, on a pour somme 256, que l'on porte de même au-dessus de la ligne : si la somme surpassait le nombre des jours d'une année, on retiendrait une année pour chaque somme de 365 jours $\frac{1}{4}$, et l'on porterait le reste au-dessus de l'*alkarassie*.

Alors, en ajoutant les années, on a 1,563, que l'on écrit également au-dessus de la ligne; ce qui donne pour somme totale 1,563 ans 256 jours 35 minutes révolues de l'ère grecque à la fin de l'an 650 de l'hégire : les minutes ou soixantièmes de jour indiquent la partie du jour courant [de l'hégire] déjà écoulée [pour l'ère grecque].

2^e EXEMPLE.

Quelle est l'époque de l'ère grecque qui répond à 313 ans 4 mois 15 jours révolus de l'ère arabique?

Le millésime arabique proposé ne se trouvant pas dans la colonne des périodes, je prends le nombre qui en approche le plus, savoir 300, auquel répondent..... 1,223^{ans} 309^{jours} 15^{minutes}.

Je prends ensuite, dans la colonne des années, pour

13 ans	12	223	46
puis, dans la colonne des mois, pour 4 mois.....	00	118	00
enfin pour 15 jours.....	00	15	00

TOTAL.....	1,235	666	01
------------	-------	-----	----

SOMME PAREILLE.....	1,236	300	46
---------------------	-------	-----	----

Et comme les 46 minutes valent plus d'un demi-jour, je substitue à cette fraction un jour entier, et j'ai pour l'époque grecque cherchée la somme vraie de temps écoulé : 1,236 ans 301 jours 0 minutes.

OBSERVATION.

Lorsque le millésime donné de l'hégire est au-dessous de 30 ans, après avoir pris dans la colonne des années la quantité correspondante d'années grecques, on y ajoutera la *souche*, *ashle* [nombre des années

de l'ère des Séleucides écoulées avant l'hégire], qui est de 932 ans 287 jours, et la somme marquera l'époque grecque demandée.

Si le millésime de l'hégire était au-dessous d'une année, on prendrait de même la quantité correspondante, à laquelle on ajouterait la *souche*, et la somme marquerait l'époque correspondante de l'ère grecque [des Séleucides].

Mais si le millésime de l'hégire était au-dessus de mille ans, qu'il fût par exemple 1,050, on prendrait d'abord la quantité qui correspond à la 900^e année de l'hégire, on en retrancherait la *souche*, et l'on ajouterait au *reste* la quantité qui répond dans la table à l'excès de 1,050 sur 900, ce qui donnerait l'époque demandée.

La table suivante a été construite d'après les bases énoncées ci-dessus, et les exemples que nous avons donnés de son usage ne doivent laisser aucune incertitude sur la manière de trouver l'époque de l'ère des Grecs [les Séleucides] qui répond à une époque donnée de l'hégire.

TABLE COMPARATIVE DES ÈRES ARABIQUE ET GRECQUE.

PÉRIODES DE 30 ANNÉES de l'hégire.	ÉPOQUES CORRESPONDANTES de l'ère des Séleucides.			ANNÉES de L'HÉGIRE.	ANNÉES CORRESPONDANTES de l'ère des Séleucides.			MOIS ARABES.	JOURS.
	Années.	Jours.	Minutes.		Années.	Jours.	Minutes.		
XXX.	961	325	45	I.	0	354	22		
LX.	990	364	30	II.	1	343	29	I.	30
XC.	1,020	38	00	III.	2	332	36		
CXX.	1,049	76	45	IV.	3	321	43	II.	59
CL.	1,078	115	30	V.	4	310	50		
CLXXX.	1,107	154	15	VI.	5	299	57	III.	89
CCX.	1,136	193	00	VII.	6	289	4		
CCXL.	1,165	231	45	VIII.	7	278	11	IV.	118
CCLXX.	1,194	270	30	IX.	8	267	18		
CCG.	1,223	309	15	X.	9	256	25	V.	148
CCGXXX.	1,252	308	00	XI.	10	245	32		
CCCLX.	1,282	21	30	XII.	11	232	39	VI.	177
CCXC.	1,311	60	15	XIII.	12	223	46		
CCCCXX.	1,340	99	00	XIV.	13	212	53	VII.	207
CCCCL.	1,369	137	45	XV.	14	202	00		
CCCCLXXX.	1,398	176	30	XVI.	15	191	7	VIII.	236
DX.	1,427	215	15	XVII.	16	180	14		
DXL.	1,456	254	00	XVIII.	17	169	21	IX.	266
DLXX.	1,485	292	45	XIX.	18	158	28		
DG.	1,514	331	30	XX.	19	147	35	X.	295
DCXXX.	1,544	5	00	XXI.	20	136	42		
DCLX.	1,573	43	45	XXII.	21	125	49	XI.	325
DCXC.	1,602	82	30	XXIII.	22	114	56		
DCCXX.	1,631	121	15	XXIV.	23	104	3	XII.	354
DCCL.	1,660	160	00	XXV.	24	93	10		
DCCLXXX.	1,689	198	45	XXVI.	25	82	17		
DCCCX.	1,718	237	30	XXVII.	26	71	24		
DCCCXL.	1,747	276	15	XXVIII.	27	60	31		
DCCCLXX.	1,776	315	00	XXIX.	28	49	38		
DCCCC.	1,805	353	45	XXX.	29	38	45		

SOUCHE
OU TEMPS ÉCOULÉ
de l'ère des Séleucides
avant l'hégire.
ANNÉES. JOURS.
939 287

DE L'ÈRE DES COPHTES.

Cette ère date du règne de Dioclétien ; pour en avoir l'époque, il faut retrancher du millésime de l'ère des Séleucides 594 ans 332 jours. On peut connaître facilement à quel mois copte et à quel jour de ce mois répond un jour donné de l'année grecque. Il ne s'agit pour cela que d'ajouter un mois aux mois déjà écoulés de l'année grecque, pour avoir le nombre des mois révolus de l'année copte, et, en commençant par *thôt*, de prendre, pour le mois copte dans lequel on se trouve, le *sabègue*, *antécession*, qui lui correspond dans la table ci-dessous. En ajoutant cette *antécession* aux jours révolus du mois grec, on a les jours révolus du mois copte, ou, si la somme passe 30, on en ôte 30 pour un mois copte, et le reste appartient au mois suivant. L'on entend ici par *antécession* le nombre de jours dont le commencement des mois coptes précède celui des mois grecs.

TABLE DES JOURS D'ANTÉCESSION POUR LES ANNÉES COPHTES ORDINAIRES ET BISSEXTILES.

Mois coptes	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Jours } Ann. ordin.	2.	3.	4.	4.	5.	6.	4.	5.	5.	6.	6.	7.
d'antécession. } Ann. biss ^{te} .	2.	2.	4.	4.	5.	6.	4.	5.	5.	6.	6.	7.

La première antécession est pour *thôt*, la seconde pour *bâbeh*, et ainsi de suite pour les autres mois.

OBSERVATION.

Les années coptes sont composées de douze mois, chacun de 30 jours, et de cinq épagomènes ou complémentaires pour les années communes, ou de six pour les bissextiles. La première année a commencé le 29 août 284 de J.-C. ; la troisième a été bissextile, ainsi elle a précédé la nôtre d'un an : cette année bissextile finit le 29 août et l'année suivante com-

mence le 30; mais elle finit le 28, parce que, dans cette année, nous ajoutons un jour à février, et celle d'après commence le 29. La réforme du calendrier en 1582 a changé ce rapport. On trouvera ci-après, chapitre XIII, les noms et l'ordre des mois cophites.

CHAPITRE X.

DÉTERMINATION DES CORDES, SINUS, SINUS DU COMPLÉMENT OU DE L'EXCÉDANT, FLÈCHE OU SINUS VERSE D'UN ARC, ET COMMENT ON CONNAÎT UN ARC AU MOYEN DE L'UNE DE CES QUATRE LIGNES.

La *corde d'un arc*, *ouater*, est une ligne droite qui joint les deux extrémités de cet arc.

Le *sinus d'un arc*, *j'be khaus*, est la moitié de la corde.

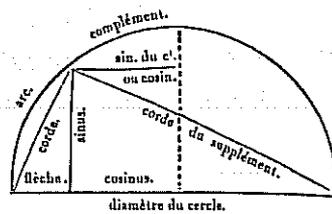
La *flèche*, *sahem*, est une perpendiculaire menée de l'extrémité de l'arc sur son sinus.

Le *sinus du complément d'un arc*, *j'be témame*, est le sinus de la différence *en moins* de cet arc avec le quart de la circonférence.

Le *sinus de l'excédant*, *j'be fadhul*, est le sinus de la différence *en plus*, c'est-à-dire de l'excès de l'arc, sur le quart de la circonférence.

L'on nomme aussi le sinus *sinus droit*, *j'be mustaouic*, et la flèche *sinus verse*, *j'be maëkouse*.

Nous avons réuni toutes ces lignes dans la figure ci-contre, pour en faire mieux comprendre les définitions.



Il est évident que le sinus, le sinus verse et la corde d'un arc forment un triangle rectangle, dont l'angle droit est compris entre

le sinus et le sinus verse; d'où il résulte que le carré du sinus, plus le carré du sinus verse, égalent le carré de la corde.

Il est de même évident que la corde d'un arc et celle du supplément forment un angle droit sous-tendu par le diamètre; d'où il résulte 1° que la corde du supplément est égale à la racine carrée de l'excès du carré du diamètre sur le carré de la corde;

2° Que le produit du sinus verse par le diamètre est égal au produit de la corde;

3° Que le produit du sinus verse par l'autre partie du diamètre est égal au carré du sinus.

Ces propositions fondamentales sont de la plus grande utilité.

Les plus habiles géomètres, après de profondes recherches, n'ont pu trouver de méthode générale pour arriver à la connaissance du sinus d'un arc quelconque; mais ils ont établi des règles par lesquelles on peut déterminer les sinus des arcs que peuvent donner exactement les procédés géométriques.

Telles sont les règles qui donnent le sinus du sixième de la circonférence, celui du cinquième, etc.; et lorsqu'on a eu ces sinus, on en a déduit, quoiqu'avec beaucoup de peine et d'une manière approchée seulement, les sinus des autres arcs.

La différence entre ces sinus et les sinus vrais est insensible; et après les avoir ainsi calculés, on en a formé une table pour en faciliter l'usage: nous la donnerons ci-après.

On verra que le quart de la circonférence y est partagé en 90 parties égales; que l'on y procède par quart de degré, et qu'on y a placé à côté de chaque arc le sinus de cet arc, exprimé en parties du diamètre, supposé de 120 parties égales.

Il a fallu pour cela déterminer la corde de l'arc d'un degré, et c'est ce qu'on a fait par une méthode très-laborieuse, que nous allons exposer¹.

¹ C'est la même que celle de l'Almageste. S.

1^{re} OPÉRATION PRÉLIMINAIRE.

Le diamètre étant de 120 parties, le [rayon ou] demi-diamètre est de 60 parties, et le quart du diamètre de 30 parties. Ajoutez le carré de 30 au carré de 60, tirez la racine de la somme et retranchez 30 du nombre que vous avez à la racine, le reste exprimera la longueur de la corde du dixième de la circonférence, laquelle est de $37^d 4' 55''$ [c'est-à-dire $\frac{27}{60} + \frac{4}{3,600} + \frac{55}{216,000}$ du demi-diamètre].

2^e OPÉRATION PRÉLIMINAIRE.

Ajoutez le carré de la corde du dixième de la circonférence au carré du demi-diamètre, tirez la racine de la somme, cette racine sera la corde du cinquième de la circonférence, laquelle est de $70^d 32' 3''$.

3^e OPÉRATION PRÉLIMINAIRE.

1^o Retranchez le carré de la corde du cinquième de la circonférence du carré du diamètre, tirez la racine de la différence, et ce que vous aurez sera la corde du supplément du cinquième de la circonférence.

2^o Prenez la racine des trois quarts du carré du diamètre, et ce que vous aurez sera la corde du supplément du sixième de la circonférence.

3^o Multipliez la corde du supplément du sixième par la corde du cinquième, retranchez de ce produit celui de la corde du supplément du cinquième par la corde du sixième, et divisez la différence par le diamètre, vous aurez la corde de l'arc de 12 degrés.

4^e OPÉRATION PRÉLIMINAIRE.

Retranchez le carré de la corde de 12 degrés du carré du diamètre, tirez la racine de la différence, retranchez cette racine du diamètre, divisez le reste par 2 et multipliez le quotient par le diamètre; tirez ensuite la racine du produit, vous aurez la corde de l'arc de 6 degrés.

Cherchez ensuite de la même manière la corde de l'arc de 3 degrés, puis celle de l'arc de un degré et demi, et celle de l'arc de trois quarts de degré.

QUESTION PRINCIPALE.

Ayant la corde de $3/4^d$ [et celle de $3/2$], on observera, 1^o que le rapport de

la corde de 1^d à celle de $3/4^d$ est plus petit que le rapport de 1^d à $3/4^d$, car celui-ci est $1 + 1/3 = 4/3$, et la corde de 1^d est moindre que $4/3$ de la corde de $3/4^d$. Or celle-ci est, par le calcul précédent, de $47' 8''$; donc la corde de 1^d (qui est plus petite que $3/4$ [$47' 8''$]) est plus petite que $1^d 2' 51''$.

2° Le rapport de la corde de 1^d à celle de $3/2^d$ est plus grand que le rapport [des arcs] de 1^d à $3/2^d$: celui-ci est $2/3$, et le premier est plus grand que $2/3$. Or la corde $3/2^d$ est de $1^d 34' 15''$, dont les deux tiers sont $1^d 2' 50''$; donc la corde de 1^d est plus grande que $1^d 2' 50''$, mais (d'après l'observation précédente) elle est plus petite que $1^d 2' 51''$. Si donc nous partageons en deux parties la différence de ces deux quantités, et que nous ajoutions la demi-différence à $1^d 2' 50''$, nous aurons pour valeur approchée de la corde de un degré $1^d 2' 50'' 30'''$ environ.

Maintenant que la corde d'un degré est connue, on aura facilement la corde d'un demi-degré par la méthode précédente; celle de $1^d 30'$ a été déterminée aussi, mais on pourrait l'avoir au moyen de ces deux-là, comme il suit :

Multipliez la corde du supplément de 1^d par la corde de $1/2^d$, et la corde de 1^d par la corde du supplément de $1/2^d$; divisez la somme de ces deux produits par le diamètre, le quotient sera la corde de $1^d 30'$.

C'est par cette méthode, en faisant les substitutions convenables, que l'on a déterminé les cordes de 2^d , de $2^d 30'$, etc.; et lorsque les cordes sont connues, les sinus le sont aussi.

(Suivent la table des sinus et celle des cordes.)

TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES,
POUR TOUS LES ARCS DU CADRAN, DE 15 EN 15 MINUTES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RATON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RATON.	MINUTES.	SECONDES.
0	15	0	15	43	0	0	3
0	30	0	31	25	0	0	8
0	45	0	47	8	0	0	19
1	00	1	2	50	0	0	33
1	15	1	18	32	0	0	52
1	30	1	34	14	0	1	14
1	45	1	49	56	0	1	40
2	00	2	5	38	0	2	12
2	15	2	21	20	0	2	47
2	30	2	37	2	0	3	25
2	45	2	52	43	0	4	8
3	00	3	8	25	0	4	56
3	15	3	24	6	0	5	48
3	30	3	39	47	0	6	43
3	45	3	55	27	0	7	43
4	00	4	11	7	0	8	46
4	15	4	26	48	0	9	54
4	30	4	42	27	0	11	6
4	45	4	58	7	0	12	22
5	00	5	13	46	0	13	42
5	15	5	29	25	0	15	6
5	30	5	45	3	0	16	34
5	45	6	0	41	0	18	7
6	00	6	16	18	0	19	43
6	15	6	31	55	0	21	24
6	30	6	47	32	0	23	9
6	45	7	3	8	0	24	57
7	00	7	18	44	0	26	50
7	15	7	34	19	0	28	47
7	30	7	49	54	0	30	48

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VÉRSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VÉRSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
7	45	8	5	28	0	32	53
8	00	8	21	1	0	35	2
8	15	8	36	35	0	37	15
8	30	8	52	7	0	39	33
8	45	9	7	38	0	41	54
9	00	9	23	10	0	44	19
9	15	9	38	40	0	46	39
9	30	9	54	10	0	49	23
9	45	10	9	40	0	51	0
10	00	10	25	8	0	54	42
10	15	10	40	35	0	57	27
10	30	10	56	3	1	0	17
10	45	11	11	29	1	3	10
11	00	11	26	55	1	6	9
11	15	11	42	20	1	9	10
11	30	11	57	43	1	12	17
11	45	12	13	7	1	15	26
12	00	12	28	29	1	18	40
12	15	12	43	50	1	21	58
12	30	12	59	11	1	25	20
12	45	13	14	31	1	28	46
13	00	13	29	49	1	32	16
13	15	13	45	7	1	35	50
13	30	14	0	24	1	39	28
13	45	14	15	40	1	43	10
14	00	14	30	55	1	46	56
14	15	14	46	9	1	50	46
14	30	15	1	22	1	54	40
14	45	15	16	34	1	58	38
15	00	15	31	45	2	2	40

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
15	15	15	46	56	2	6	46
15	30	16	2	4	2	10	56
15	45	16	17	11	2	15	10
16	00	16	32	18	2	19	28
16	15	16	47	23	2	23	49
16	30	17	2	27	2	28	15
16	45	17	17	30	2	32	45
17	00	17	32	32	2	37	18
17	15	17	47	33	2	41	56
17	30	18	2	32	2	46	37
17	45	18	17	30	2	51	23
18	00	18	32	28	2	56	12
18	15	18	47	23	3	1	5
18	30	19	2	18	3	6	3
18	45	19	17	11	3	11	3
19	00	19	32	3	3	16	8
19	15	19	46	53	3	21	17
19	30	20	1	42	3	26	30
19	45	20	16	30	3	31	47
20	00	20	31	16	3	37	7
20	15	20	46	1	3	42	31
20	30	21	0	45	3	47	59
20	45	21	15	27	3	52	31
21	00	21	30	8	3	57	4
21	15	21	44	46	4	4	47
21	30	21	59	24	4	10	30
21	45	22	14	00	4	16	17
22	00	22	28	35	4	22	8
22	15	22	43	9	4	28	3
22	30	22	57	41	4	34	2

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
22	45	23	12	10	4	40	5
23	00	23	26	38	4	46	11
23	15	23	41	4	4	52	21
23	30	23	55	30	4	58	35
23	45	24	9	53	5	4	53
24	00	24	24	55	5	11	14
24	15	24	38	35	5	57	40
24	30	24	52	54	5	24	9
24	45	25	7	10	5	30	41
25	00	25	21	26	5	36	18
25	15	25	35	39	5	43	58
25	30	25	49	50	5	50	42
25	45	26	4	00	5	57	29
26	00	26	18	8	6	4	20
26	15	26	32	14	6	11	15
26	30	26	46	19	6	18	14
26	45	27	00	22	6	25	17
27	00	27	14	22	6	32	23
27	15	27	28	21	6	39	33
27	30	27	42	18	6	46	45
27	45	27	56	12	6	54	3
28	00	28	10	6	7	1	24
28	15	28	23	57	7	8	47
28	30	28	37	46	7	16	15
28	45	28	51	34	7	23	47
29	00	29	5	19	7	31	22
29	15	29	19	2	7	39	1
29	30	29	32	44	7	46	43
29	45	29	46	23	7	54	29
30	00	30	00	00	8	2	19

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
30	15	30	13	35	8	10	12
30	30	30	27	8	8	18	8
30	45	30	40	40	8	26	8
31	00	30	54	8	8	34	12
31	15	31	7	35	8	42	19
31	30	31	21	00	8	50	30
31	45	31	34	25	8	58	44
32	00	31	47	43	9	7	2
32	15	32	1	00	9	15	23
32	30	32	14	17	9	28	48
32	45	32	27	30	9	32	16
33	00	32	40	42	9	40	47
33	15	32	53	51	9	49	22
33	30	33	6	58	9	58	00
33	45	33	20	3	10	6	43
34	00	33	33	6	10	15	28
34	15	33	46	6	10	24	17
34	30	33	59	4	10	33	9
34	45	34	12	00	10	42	4
35	00	34	24	53	10	51	3
35	15	34	37	43	11	00	35
35	30	34	50	31	11	9	11
35	45	35	3	18	11	18	20
36	00	35	16	1	11	27	31
36	15	35	28	43	11	36	48
36	30	35	41	21	11	46	7
36	45	35	56	58	11	55	29
37	00	36	6	32	12	4	54
37	15	36	19	3	12	14	24
37	30	36	31	32	12	23	56

SUIVE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSÉS.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSÉS.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
37	45	36	43	59	12	33	31
38	00	36	56	23	12	43	10
38	15	37	8	45	12	52	52
38	30	37	21	3	13	2	37
38	45	37	33	20	13	12	25
39	00	37	45	33	13	22	17
39	15	37	57	45	13	32	13
39	30	38	9	53	13	42	9
39	45	38	21	59	13	52	10
40	00	38	34	2	14	2	15
40	15	38	46	3	14	12	22
40	30	38	58	1	14	22	38
40	45	39	9	56	14	30	46
41	00	39	21	49	14	43	3
41	15	39	33	38	14	53	23
41	30	39	45	26	15	3	45
41	45	39	57	10	15	14	12
42	00	40	8	52	15	24	40
42	15	40	20	31	15	35	13
42	30	40	32	7	15	45	48
42	45	40	43	41	15	56	27
43	00	40	55	11	16	7	8
43	15	41	6	40	16	17	52
43	30	41	18	5	16	28	39
43	45	41	29	26	16	39	30
44	00	41	40	46	16	50	23
44	15	41	52	2	17	1	19
44	30	42	3	16	17	12	18
44	45	42	14	26	17	23	20
45	00	42	25	34	17	34	25

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
45	15	42	36	40	17	45	33
45	30	42	47	42	17	56	44
45	45	42	58	41	18	7	58
46	00	43	9	37	18	19	17
46	15	43	20	30	18	30	33
46	30	43	31	21	18	41	55
46	45	43	42	8	18	53	20
47	00	43	52	52	19	4	49
47	15	44	3	33	19	16	19
47	30	44	14	12	19	27	13
47	45	44	24	47	19	39	29
48	00	44	35	20	19	51	8
48	15	44	45	48	20	2	50
48	30	44	56	15	20	14	35
48	45	45	6	37	20	26	22
49	00	45	16	57	20	38	11
49	15	45	27	14	20	50	4
49	30	45	37	27	21	1	59
49	45	45	47	38	21	13	57
50	00	45	57	45	21	25	58
50	15	46	7	50	21	38	1
50	30	46	17	51	21	50	7
50	45	46	27	47	22	2	15
51	00	46	37	43	22	14	27
51	15	46	47	35	22	26	40
51	30	46	57	23	22	38	57
51	45	47	7	8	22	51	15
52	00	47	16	50	23	3	37
52	15	47	26	29	23	16	1
52	30	47	36	4	23	28	28

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
52	45	47	45	36	23	40	57
53	00	47	55	6	23	53	28
53	15	48	4	31	24	6	2
53	30	48	13	53	24	18	39
53	45	48	23	12	24	31	57
54	00	48	32	29	24	48	59
54	15	48	41	40	24	56	2
54	30	48	50	49	25	9	29
54	45	48	59	55	25	22	17
55	00	49	8	57	25	35	7
55	15	49	17	56	25	48	00
55	30	49	26	51	26	00	55
55	45	49	35	43	26	13	54
56	00	49	44	32	26	27	55
56	15	49	53	57	26	39	57
56	30	50	2	00	26	53	2
56	45	50	10	38	27	6	9
57	00	50	19	13	27	19	18
57	15	50	27	44	27	30	30
57	30	50	36	12	27	45	43
57	45	50	44	37	27	59	00
58	00	50	52	15	28	12	18
58	15	51	1	16	28	25	38
58	30	51	9	30	28	39	00
58	45	51	17	41	28	52	25
59	00	51	25	48	29	5	52
59	15	51	33	12	29	19	20
59	30	51	41	52	29	32	52
59	45	51	49	48	29	46	25
60	00	51	57	41	30	00	00

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
60	15	52	5	31	30	13	37
60	30	52	12	46	30	27	16
60	45	52	20	59	30	40	58
61	00	52	28	38	30	54	41
61	15	52	36	13	31	8	26
61	30	52	43	45	31	22	14
61	45	52	51	13	31	36	3
62	00	52	58	36	31	49	54
62	15	53	5	37	32	3	48
62	30	53	13	15	32	16	42
62	45	53	20	27	32	31	39
63	00	53	27	37	32	45	38
63	15	53	34	43	32	59	38
63	30	53	41	46	33	13	41
63	45	53	48	45	33	27	45
64	00	53	55	40	33	41	52
64	15	54	2	31	33	56	00
64	30	54	9	18	34	10	10
64	45	54	16	2	34	24	21
65	00	54	22	42	34	38	35
65	15	54	29	19	34	52	50
65	30	54	35	51	35	7	6
65	45	54	42	20	35	21	25
66	00	54	48	46	35	35	45
66	15	54	55	7	35	50	6
66	30	55	1	25	36	4	30
66	45	55	7	39	36	18	56
67	00	55	13	49	36	33	22
67	15	55	19	55	36	47	50
67	30	55	25	58	37	2	20

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
67	45	55	31	57	37	16	52
68	00	55	37	52	37	31	25
68	15	55	43	43	37	46	00
68	30	55	49	30	38	00	36
68	45	55	55	13	38	15	14
69	00	56	00	53	38	29	52
69	15	56	6	39	38	44	33
69	30	56	12	1	38	59	15
69	45	56	17	29	39	13	59
70	00	56	22	53	39	28	44
70	15	56	28	14	39	43	30
70	30	56	33	30	39	58	18
70	45	56	38	43	40	13	7
71	00	56	33	52	40	27	57
71	15	56	48	57	40	42	49
71	30	56	53	57	40	57	42
71	45	56	58	55	41	12	37
72	00	57	3	48	41	27	32
72	15	57	8	37	41	42	30
72	30	57	13	23	41	57	28
72	45	57	18	4	42	12	27
73	00	57	22	42	42	27	28
73	15	57	27	15	42	42	30
73	30	57	31	45	42	57	33
73	45	57	36	11	43	12	37
74	00	57	40	32	43	27	42
74	15	57	44	50	43	42	49
74	30	57	49	4	43	57	56
74	45	57	53	14	44	13	4
75	00	57	57	20	44	28	15

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RATON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RATON.	MINUTES.	SECONDES.
75	15	58	1	22	44	43	27
75	30	58	5	20	44	58	38
75	45	58	9	14	45	13	51
76	00	58	13	4	45	20	5
76	15	58	16	50	45	44	20
76	30	58	20	32	45	59	36
76	45	58	24	10	46	14	53
77	00	58	27	44	46	30	11
77	15	58	31	14	46	45	29
77	30	58	34	40	47	00	49
77	45	58	38	2	47	16	10
78	00	58	41	20	47	31	31
78	15	58	44	34	47	46	13
78	30	58	47	44	48	2	17
78	45	58	50	50	48	17	40
79	00	58	53	51	48	33	5
79	15	58	56	50	48	48	31
79	30	58	59	43	49	3	57
79	45	59	2	33	49	19	25
80	00	59	5	18	49	34	52
80	15	59	8	00	49	50	20
80	30	59	10	37	50	5	50
80	45	59	13	21	50	21	20
81	00	59	15	41	50	36	50
81	15	59	18	6	50	42	22
81	30	59	20	27	51	50	13
81	45	59	22	45	51	23	25
82	00	59	24	58	51	38	59
82	15	59	27	7	51	54	32
82	30	59	29	12	52	10	6

SUITE DE LA TABLE DES SINUS ET SINUS VERSES.

ARCS.		SINUS.			SINUS VERSES.		
DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
82	45	59	31	13	52	25	41
83	00	59	33	10	52	41	16
83	15	59	35	3	52	56	12
83	30	59	36	51	53	12	28
83	45	59	38	36	53	23	55
84	00	59	40	17	53	43	42
84	15	59	41	53	53	59	19
84	30	59	43	25	54	14	57
84	45	59	44	54	54	30	35
85	00	59	46	18	54	46	14
85	15	59	47	38	55	1	53
85	30	59	48	54	55	17	33
85	45	59	50	6	55	33	12
86	00	59	51	14	55	48	13
86	15	59	52	17	56	4	33
86	30	59	53	17	56	20	13
86	45	59	54	12	56	35	54
87	00	59	55	4	56	51	35
87	15	59	55	52	57	7	17
87	30	59	56	35	57	22	58
87	45	59	57	13	57	38	40
88	00	59	57	48	57	54	22
88	15	59	58	20	58	10	4
88	30	59	58	46	58	25	46
88	45	59	59	8	58	41	28
89	00	59	59	27	58	57	10
89	15	59	59	41	59	12	52
89	30	59	59	52	59	28	55
89	45	59	59	58	59	44	17
90	00	60	00	00	60	00	00

TABLE DES CORDES,

POUR TOUS LES ARCS DE LA DEMI-CIRCONFÉRENCE, DE DEGRÉ EN DEGRÉ.

ARCS.	CORDES.			ARCS.	CORDES.			ARCS.	CORDES.		
	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES du RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
1	1	2	50	31	32	4	8	61	60	54	17
2	2	5	40	32	33	4	35	62	61	48	17
3	3	8	28	33	34	4	55	63	62	42	00
4	4	11	17	34	35	5	5	64	63	35	26
5	5	14	4	35	36	5	5	65	64	28	32
6	6	16	49	36	37	4	55	66	65	21	24
7	7	19	33	37	38	4	36	67	66	13	40
8	8	22	15	38	39	3	00	68	67	6	12
9	9	24	54	39	40	3	24	69	67	58	8
10	10	27	32	40	41	2	33	70	68	49	49
11	11	30	5	41	42	1	30	71	69	41	4
12	12	32	36	42	43	0	15	72	70	32	3
13	13	35	4	43	43	58	49	73	71	23	44
14	14	37	37	44	44	57	10	74	72	13	4
15	15	39	47	45	45	55	19	75	73	8	5
16	16	42	2	46	46	53	16	76	73	52	46
17	17	44	14	47	47	51	00	77	74	46	7
18	18	46	19	48	48	48	30	78	75	31	7
19	19	47	21	49	49	45	42	79	76	19	46
20	20	50	16	50	50	42	51	80	77	8	4
21	21	52	0	51	51	39	42	81	77	56	7
22	22	53	49	52	52	36	16	82	78	43	18
23	23	55	27	53	53	32	38	83	79	30	12
24	24	56	58	54	54	28	44	84	80	17	45
25	25	58	22	55	55	24	36	85	81	4	15
26	26	59	38	56	56	20	12	86	81	7	24
27	28	00	48	57	57	15	32	87	82	16	9
28	29	1	50	58	58	10	38	88	83	21	13
29	30	2	44	59	59	5	28	89	84	7	12
30	31	3	30	60	60	00	00	90	84	51	10

SUITE DE LA TABLE DES CORDES,

POUR TOUS LES ARCS DE LA DEMI-CIRCONFÉRENCE, DE DEGRÉ EN DEGRÉ.

ARCS.	CORDES.			ARCS.	CORDES.			ARCS.	CORDES.		
	PARTIES de RAYON.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES de RAYON.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES de RAYON.	MINUTES.	SECONDES.
91	85	35	24	121	104	26	36	151	116	10	40
92	86	10	15	122	104	57	16	152	116	31	8
93	87	2	42	123	105	27	7	153	116	41	16
94	87	45	45	124	105	57	15	154	116	55	28
95	88	28	24	125	106	26	29	155	117	9	20
96	89	10	39	126	106	55	15	156	117	22	40
97	89	52	29	127	107	23	32	157	117	35	4
98	90	33	15	128	107	51	20	158	117	47	18
99	91	14	16	129	108	18	32	159	117	59	27
100	91	55	32	130	108	45	27	160	118	12	1
101	92	33	42	131	109	11	47	161	118	21	26
102	93	15	27	132	109	37	32	162	118	31	22
103	93	54	47	133	110	2	5	163	118	40	15
104	94	33	41	134	110	26	29	164	118	49	36
105	95	12	9	135	110	49	17	165	118	57	25
106	95	50	11	136	111	15	14	166	119	6	20
107	96	27	16	137	111	39	00	167	119	13	14
108	97	4	56	138	112	1	27	168	119	20	34
109	97	41	33	139	112	24	8	169	119	26	12
110	98	17	14	140	112	45	18	170	119	32	37
111	98	53	48	141	113	7	2	171	119	37	49
112	99	29	5	142	113	27	42	172	119	42	28
113	100	3	19	143	113	47	32	173	119	46	35
114	100	38	26	144	114	7	37	174	119	50	8
115	101	12	25	145	114	26	46	175	119	53	10
116	101	44	36	146	114	46	24	176	119	55	38
117	102	19	11	147	114	3	30	177	119	57	32
118	102	51	37	148	115	21	40	178	119	59	23
119	103	23	44	149	115	38	9	179	119	59	44
120	103	55	23	150	115	14	40	180	120	00	00

USAGE DES TABLES PRÉCÉDENTES.

TROUVER LE SINUS D'UN ARC DONNÉ.

1° Si l'arc est compris dans le premier cadran, cet arc même est le *hhisshah*, la partie dont il faut prendre le sinus¹.

2° Si l'arc n'est pas compris dans le premier cadran, mais qu'il le soit dans la demi-circonférence, on le retranche de 180 degrés, et ce qui reste est le *hhisshah*; s'il ne reste rien, c'est que l'arc n'a pas de sinus.

3° Si l'arc est plus grand que 180 degrés, mais au-dessous de 270, l'on en retranche 180, et ce qui reste est le *hhisshah*.

4° Enfin, s'il est plus grand que 270 degrés, on le retranche de 360 degrés, et le reste est le *hhisshah*. On cherche ensuite le *hhisshah* dans la table, et l'on prend le sinus qui lui correspond, lequel est le sinus demandé.

TROUVER LE SINUS DE L'EXCÉDANT OU DU COMPLÉMENT.

[Si l'arc donné est au-dessus de 90 degrés] et qu'on veuille avoir le sinus de l'excédant, on retranchera le *hhisshah* de 90 degrés, et le sinus du reste sera le sinus de l'excédant.

[Si l'arc est moindre que 90 degrés,] on le retranchera de 90 degrés, et le sinus du reste sera le sinus du complément; si l'arc était de 90 degrés, il n'y aurait ni complément ni excédant².

TROUVER LA CORDE.

Si l'arc est de 180 degrés ou moindre, on prendra le sinus de la moitié de cet arc, et le double de ce sinus sera la corde demandée.

¹ Nous avons cru pouvoir conserver ce terme de *hhisshah*, qui répond au mot latin *hic*, dont on se sert dans le discours familier pour marquer le nœud ou l'objet principal d'une affaire. « Voilà le *hic* » répond parfaitement à la locution arabe : « C'est le *hhisshah*, la difficulté qu'il s'agit de lever. » S.

² Nous avons transposé ce dernier article, qui se trouve dans le texte après le suivant, pour réunir ce qui concerne le *cosinus*, dénomination dont nous nous servons désormais pour l'un et l'autre sinus du complément ou de l'excédant, parce que l'auteur ne conserve pas exactement, dans la suite de l'ouvrage, cette distinction primitive. S.

Si l'arc est au-dessus de 180 degrés, on le retranchera de 360 degrés, et le double du sinus de la moitié du reste sera la corde demandée.

TROUVER LA FLÈCHE OU SINUS VERSE.

Si l'arc donné est compris dans le premier cadran, ou qu'il soit plus grand que 270 degrés, on retranchera son cosinus de 60 [valeur du sinus total]; le reste sera le sinus verse demandé. Si l'arc est de 90 à 270 degrés, on ajoutera 60 à son cosinus, et la somme sera son sinus verse.

TROUVER LE SINUS DU *hishshah* LORSQUE CET ARC NE FAIT PAS PARTIE DE CEUX QUI SONT DANS LA TABLE, LAQUELLE NE COMPREND QUE LES ARCS DE 15 EN 15 MINUTES.

On prendra dans la table le sinus de l'arc qui approche le plus *en moins* du *hishshah*, et celui de l'arc qui en approche le plus *en plus*; ensuite on retranchera du *hishshah* l'arc qui en approche le plus *en moins*, et on multipliera le reste par la différence des deux sinus; puis on divisera le produit par la différence des deux arcs dont on a pris les sinus.

En ajoutant le quotient de cette division au sinus du plus petit arc, la somme sera le sinus du *hishshah* proposé.

Cette opération [ou interpolation] se nomme *taädil-mâbêine-al-sethrîne*, [à la lettre :] *équation de l'intermédiaire de deux lignes*.

TROUVER UN ARC DONT ON CONNAIT LE SINUS.

Pour trouver l'arc demandé, il ne suffit pas d'en connaître le sinus, il faut encore savoir si l'arc est entre zéro et 90°, ou de 90° à 180°, ou de 180° à 270°, ou enfin au-dessus de 270°. Après cela, si le sinus donné est un de ceux compris dans les tables, on prendra l'arc qui répond à ce sinus, et ce sera l'arc demandé, si cet arc doit être plus petit que 90°; mais s'il devait être de 90° à 180°, on retrancherait l'arc trouvé de 180°, et le reste serait l'arc demandé.

Si cet arc devait être entre 180° et 270°, pour l'avoir, on ajouterait 180° à l'arc trouvé, et s'il devait être plus grand que 270°, on retrancherait l'arc trouvé de 360°, et le reste serait l'arc demandé.

Si l'on avait un sinus de complément [ou d'excédant] et qu'on voulût trouver l'arc complémentaire [ou excédant] auquel répond le sinus donné, on traiterai ce sinus comme un sinus droit, et l'on trouverait l'arc demandé.

TROUVER UN ARC PAR SON COSINUS.

Il faudra savoir d'abord si l'arc demandé est de zéro à 90°, de 90° à 180°, de 180° à 270°, ou enfin au-dessus de 270°; ensuite on traitera le cosinus donné comme si c'était un sinus droit, et l'on trouvera l'arc qui répond à ce sinus.

Après cela, si l'arc demandé doit être

entre zéro et 90°,	}	il est égal à	{	90° moins arc	}	répondant au sinus.
entre 90° et 180°,				90° plus arc		
entre 180° et 270°,				270° moins arc		
au-dessus de 270°,				270° plus arc		

ÉTANT DONNÉ UN SINUS VERSE OU UNE CORDE, TROUVER L'ARC AUQUEL L'UN OU L'AUTRE APPARTIENT.

Si le sinus verse est 60°, c'est-à-dire égal au demi-diamètre, et que l'arc demandé doive être au-dessous de 180°, il sera de 90°; au-dessus de 180°, il sera de 270°.

Si le sinus verse est plus petit ou plus grand que le demi-diamètre, on en prendra la différence au demi-diamètre, et cette différence étant traitée comme un cosinus, on trouvera l'arc demandé.

Si l'on a une corde, pour avoir l'arc demandé auquel elle appartient, on traitera la demi-corde comme un sinus, et l'arc trouvé sera la moitié de l'arc demandé.

TROUVER UN ARC DONT LE SINUS DONNÉ N'EST PAS COMPRIS DANS CEUX DES TABLES.

On cherchera dans la table le sinus qui approche le plus *en moins* du sinus donné et celui qui en approche le plus *en plus*; et, prenant la différence entre le sinus donné et le sinus qui en approche le plus *en moins*, on la multipliera par la différence des arcs qui correspondent aux deux sinus; on divisera le produit par la différence de ces sinus; le quotient, ajouté à l'arc du plus petit sinus, donnera l'arc demandé.

EXEMPLE.

ON DEMANDE L'ARC QUI A POUR SINUS 31 PARTIES 12 MINUTES.

Comme ce sinus ne se trouve pas dans les tables, prenez celui qui en

approche le plus *en moins*, savoir $31^{\text{p}} 7' 35''$, lequel répond à l'arc de $31^{\text{p}} 15'$; prenez aussi dans la table le sinus qui approche le plus *en plus* du sinus donné, vous aurez $31^{\text{p}} 21'$, sinus de l'arc de $31^{\text{p}} 30'$.

Ensuite, prenez la différence entre le sinus donné et le plus petit des deux autres sinus.....

31 ^p 12' 00"
31 ^p 7' 35"
4' 25"

multipliez cette différence, qui est de.....

4' 25"
15' 00"
1° 6' 15"

par la différence des arcs de ces deux sinus, savoir, par....

vous aurez le produit $3,975''$, ou.....

Divisez ce produit par la différence du plus grand au plus petit sinus, [savoir, par $31^{\text{p}} 21'' - 31^{\text{p}} 7' 35'' =] 13' 25''$, et le quotient, dont la valeur approchée est de.....

00° 4' 56"
31° 15' 00"

étant ajouté à l'arc du plus petit sinus.....

31° 19' 56"

la somme.....

sera égale à l'arc demandé, c'est-à-dire à l'arc dont le sinus est $31^{\text{p}} 12' 00''$.

D'après cet exemple, on doit voir ce que l'on aurait à faire dans tout autre cas.

Il arrive souvent qu'on demande l'arc qui correspond à telle ou telle partie du sinus total [ou rayon], et l'opération qui sert à trouver cet arc au moyen de la table qui précède est fort longue. Pour faciliter ces recherches, il était nécessaire de construire une table inverse, où les arcs seraient donnés relativement à la progression des sinus de 15 minutes en 15 minutes, c'est-à-dire de quart en quart de chaque partie du rayon [ou soixantième]. Nous avons donc construit cette nouvelle table, dont on reconnaîtra comme nous l'avantage et l'utilité.

Nous la nommerons *Table des arcs des sinus*, pour la distinguer de la première, que nous avons nommée *Table des sinus des arcs*. Ces tables des arcs sont connues aussi sous le nom de *Tables des sinus*, *Rhhouarzemie*, et les autres sous le nom simple de *Table des sinus*, et c'est ainsi que nous indiquerons la table des sinus des arcs dans la suite de cet ouvrage.

TABLE DES ARCS DES SINUS

DE QUINZE MINUTES EN QUINZE MINUTES DU SINUS TOTAL.

SINUS.		ARCS.		SINUS.		ARCS.	
PARTIES du RAYON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
0	15	0	14	8	00	7	40
0	30	0	29	8	15	7	54
0	45	0	43	8	30	8	9
1	00	0	57	8	45	8	23
1	15	1	12	9	00	8	38
1	30	1	26	9	15	8	52
1	45	1	40	9	30	9	4
2	00	1	55	9	45	9	21
2	15	2	9	10	00	9	36
2	30	2	22	10	15	9	50
2	45	2	38	10	30	10	5
3	00	2	52	10	45	10	19
3	15	3	6	11	00	10	34
3	30	3	21	11	15	10	48
3	45	3	35	11	30	11	3
4	00	3	49	11	45	11	18
4	15	4	4	12	00	11	32
4	30	4	18	12	15	11	47
4	45	4	33	12	30	12	9
5	00	4	47	12	45	12	16
5	15	5	1	13	00	12	31
5	30	5	6	13	15	12	46
5	45	5	20	13	30	13	00
6	00	5	34	13	45	13	15
6	15	5	49	14	00	13	30
6	30	6	13	14	15	13	44
6	45	6	28	14	30	13	59
7	00	6	42	14	45	14	14
7	15	6		15	00	14	29
7	30	7		15	15	14	43
7	45	7	25	15	30	14	58

SUITE DE LA TABLE DES ARCS DES SINUS
DE QUINZE MINUTES EN QUINZE MINUTES DU SINUS TOTAL.

SINUS.		ARCS.		SINUS.		ARCS.	
PARTIES du RAYON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
15	45	15	13	23	15	22	48
16	00	15	28	23	30	23	4
16	15	15	43	23	45	23	19
16	30	15	58	24	00	23	34
16	45	16	13	24	15	23	50
17	00	16	28	24	30	24	6
17	15	16	43	24	45	24	22
17	30	16	58	25	00	24	38
17	45	17	12	25	15	24	53
18	00	17	26	25	30	25	9
18	15	17	42	25	45	25	24
18	30	17	57	26	00	25	41
18	45	18	12	26	15	25	57
19	00	18	27	26	30	26	13
19	15	18	42	26	45	26	29
19	30	18	57	27	00	26	44
19	45	19	12	27	15	27	1
20	00	19	28	27	30	27	17
20	15	19	43	27	45	27	32
20	30	19	59	28	00	27	49
20	45	20	14	28	15	28	5
21	00	20	29	28	30	28	22
21	15	20	45	28	45	28	38
21	30	21	00	29	00	28	54
21	45	21	15	29	15	29	11
22	00	21	31	29	30	29	27
22	15	21	46	29	45	29	44
22	30	22	2	30	00	30	00
22	45	22	17	30	15	30	17
23	00	22	33	30	30	30	30

SUITE DE LA TABLE DES ARCS DES SINUS
DE QUINZE MINUTES EN QUINZE MINUTES DU SINUS TOTAL

SINUS.		ARCS.		SINUS.		ARCS.	
PARTIES du RATON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RATON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
30	45	30	50	38	15	39	36
31	00	31	7	38	30	39	55
31	15	31	23	38	45	40	14
31	30	31	40	39	00	40	33
31	45	31	57	39	15	40	52
32	00	32	14	39	30	41	11
32	15	32	31	39	45	41	30
32	30	32	43	40	00	41	49
32	45	33	5	40	15	42	3
33	00	33	22	40	30	42	27
33	15	33	39	40	45	42	47
33	30	33	56	41	00	43	6
33	45	34	14	41	15	43	27
34	00	34	31	41	30	43	46
34	15	34	49	41	45	44	6
34	30	35	6	42	00	44	26
34	45	35	24	42	15	44	46
35	00	35	41	42	30	45	6
35	15	35	59	42	45	45	27
35	30	36	17	43	00	45	47
35	45	36	34	43	15	46	7
36	00	36	52	43	30	46	28
36	15	36	10	43	45	46	49
36	30	37	28	44	00	47	10
36	45	37	46	44	15	47	31
37	00	37	4	44	30	47	52
37	15	38	23	44	45	48	14
37	30	38	41	45	00	48	
37	45	38	59	45	15	48	58
38	00	39	18	45	30	49	19

SUITE DE LA TABLE DES ARCS DES SINUS
DE QUINZE MINUTES EN QUINZE MINUTES DU SINUS TOTAL.

SINUS.		ARCS.		SINUS.		ARCS.	
PARTIES du RAYON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	PARTIES du RAYON.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
45	45	49	41	53	15	63	34
46	00	50	3	53	30	63	5
46	15	50	26	53	45	63	37
46	30	50	48	54	00	64	10
46	45	51	11	54	15	64	43
47	00	51	34	54	30	65	17
47	15	51	57	54	45	65	51
47	30	52	21	55	00	66	27
47	45	52	44	55	15	67	3
48	00	53	8	55	30	67	41
48	15	53	32	55	45	68	19
48	30	53	56	56	00	68	58
48	45	54	21	56	15	69	39
49	00	54	45	56	30	70	21
49	15	55	10	56	45	71	4
49	30	55	35	57	00	71	49
49	45	56	1	57	15	72	36
50	00	56	27	57	30	73	25
50	15	56	53	57	45	74	16
50	30	57	20	58	00	75	11
50	45	57	47	58	15	76	8
51	00	58	14	58	30	77	10
51	15	58	42	58	45	78	18
51	30	59	19	59	00	79	32
51	45	59	37	59	15	80	56
52	00	60	00	59	30		
52	15			59	45		
52	30			60	00		
52	45	61	33				
53	00	62	3				

Parties du cadran ou <i>hhisshah</i> : Maximum..... XXX.	Parties correspondantes du sinus total ou rayon : 30 parties.	XX.	16 ^p .	
		X.	6 ^p .	
		. V.	2 ^p 1/2.	
		V.	2 ^p .	
		V.	1 ^p 1/2.	
		V.	1 ^p .	
		V.	2/3 ^p .	
		V.	1/3 ^p .	
		TOTAL.....		30 ^p .
				30 ^p .

Nous avons aussi dressé pour les gens de l'art un petit tableau qui donne la valeur approchée du sinus d'un arc ou de l'arc qui répond à un sinus donné, dont l'usage facile et prompt peut suppléer à celui des tables, ainsi que nous l'avons nous-même éprouvé dans plusieurs opérations graphiques, où la différence entre la valeur vraie et la valeur approchée devient insensible.

Pour cela nous avons partagé le cadran (*hhisshah-üzhemah*, grand *hhisshah*) en neuf parties, dont les six dernières sont égales entre elles et les trois premières différentes. Au-dessous de chacune, nous avons mis les parties correspondantes du sinus total (*jib-üz-hème*, le plus grand sinus), en observant de faire correspondre aux trente premiers degrés du cadran les trente premières parties du sinus total; aux vingt degrés suivants du cadran, seize parties du sinus total; aux dix suivants, six parties; aux cinq suivants, deux parties et demie, et ainsi de suite jusqu'aux cinq derniers degrés du cadran [qui correspondent au dernier tiers de la soixantième et dernière partie du sinus total].

USAGE DES PARTIES CORRESPONDANTES DU CADRAN ET DU SINUS TOTAL.

1^{er} EXEMPLE.

On demande le sinus d'un arc de 10° : comme cet arc est au-dessous de 30°, et que les sinus des arcs de zéro à 30° inclusivement comprennent un nombre de parties du rayon égal ou à peu près égal au nombre des degrés de l'arc, le sinus de l'arc de 10° sera censé de 10 parties du rayon.

I^{er} EXEMPLE.

On demande le sinus d'un arc de 35°. Cet arc ayant plus de 30°, on en retranchera 30°, pour lesquels on prendra 30 parties du rayon; et comme les 5° restants sont moindres que les 20° qui suivent 30° dans la table, faites cette proportion : comme 20 est à 5, ainsi les 16 parties du rayon qui sont au-dessous de 20 dans la table sont à 4 parties, que vous ajouterez aux 30 parties déjà prises; ce qui donnera 34 parties pour la valeur approchée du sinus de 35°.

III^{er} EXEMPLE.

On demande le sinus d'un arc de 55°. Déduisez de cet arc 30°, pour lesquels vous prendrez 30 parties du rayon, et le reste 25 étant plus grand que 20, qui suit 30 dans la table des degrés, déduisez-en 20°, pour lesquels vous prendrez les 16 parties du rayon qui sont au-dessous de 20°, et le reste 5 étant plus petit que les 10° qui dans la table suivent 20°, faites cette proportion : comme 10 est à 5, ainsi 6, qui est au-dessous de 10, est à 3, que vous ajouterez aux 46 parties déjà obtenues; ce qui donnera 49 pour la valeur approchée du sinus de l'arc de 55°.

Ces exemples suffisent pour faire voir la simplicité de cette méthode : on pourra s'en servir utilement dans les opérations relatives à la science dont nous traitons dans cet ouvrage.

CHAPITRE XI.

MANIÈRE DE TROUVER, POUR UNE ÉPOQUE QUELCONQUE, LA DISTANCE DE L'ÉQUINOXE
DU PRINTEMPS AU POINT INITIAL DU ZODIAQUE RÉEL.

Il a été reconnu, par des observations exactes, que le commencement du zodiaque réel ne correspond pas toujours avec le

commencement du zodiaque naturel, c'est-à-dire avec le point équinoxial du printemps, mais qu'il tend à le précéder dans l'ordre des signes naturels [comptés de ce point équinoxial], par un mouvement inégal, jusqu'à ce qu'il en soit à une distance de dix degrés environ. Puis après il s'en rapproche jusqu'à ce qu'il coïncide avec lui; et passant alors du côté opposé, il s'en éloigne aussi d'environ dix degrés, puis il s'en rapproche de nouveau, jusqu'à coïncider avec lui; ensuite il s'en éloigne dans le même sens que la première fois. Ce mouvement [d'oscillation] se nomme mouvement de *précession* et de *rétrocession* ou *régression*.

Les anciens s'étaient bien aperçus du mouvement des équinoxes, mais ils étaient peu d'accord entre eux sur sa détermination; ceux qui vinrent ensuite, et parmi ceux-ci l'on doit distinguer particulièrement Hipparque et Ptolémée, y firent des réductions dont il est résulté [par le laps du temps] des erreurs très-graves, dont les modernes se sont aperçus.

Ces derniers ont donc essayé d'y remédier, et le premier qui l'ait fait avec succès et qui ait donné des déterminations justes et exactes, est le *cheïrhh* (le doyen) *Fadhel-Abou-Ishhâkh-Ibrâhîm-ben-Iahhâ*, surnommé *Al-Razkhâlah* (*Arzachel*), qui observait à Tolède dans l'année de l'hégire 453 [commençant le 25 janvier 1061, 5^e féric], et qui a composé sur ce sujet un ouvrage qui peut servir de règle à ceux qui s'occupent de cette matière.

Si donc l'on veut connaître la distance du premier point du zodiaque réel à l'équinoxe du printemps, pour une époque quelconque, on commencera par calculer combien il y a d'années et de mois compris entre l'époque donnée et la première année de l'hégire; on prendra dans la première des deux tables ci-après, pour les *milliers d'années*, les signes, degrés et minutes qui leur correspondent, puis on les écrira séparément sur un tableau; ensuite on prendra, pour les *centaines d'années*, les signes, degrés et minutes; on les écrira de même sur le tableau, en observant de

mettre les unités de même espèce au-dessous les unes des autres, savoir : les signes sous les signes, les degrés sous les degrés, les minutes sous les minutes.

Ensuite on prendra de même, pour les *dizaines d'années*, les signes, degrés et minutes qui leur correspondent; après avoir écrit ces quantités sous les précédentes, on fera la même chose pour les *années simples* et pour les *mois*, puis on fera l'addition en commençant par les minutes et retenant un degré pour chaque soixantaine de minutes; on écrira le surplus sous la colonne des minutes; ensuite on additionnera les degrés et l'on retiendra un signe pour chaque somme partielle de 30 degrés; et lorsqu'on aura ajouté les signes, si la somme est ou surpasse 12, on en retranchera 12 autant de fois que faire se pourra, et l'on écrira le reste sous les signes.

Après cette opération, si l'époque proposée est après l'hégire, on ajoutera cette somme totale à *la souche*, ou bien on la retranchera de *la souche* si l'époque est avant l'hégire : le résultat de l'addition ou de la soustraction sera le *hhisshah*; si l'on ne pouvait retrancher la somme trouvée de *la souche*, on ajouterait à celle-ci douze signes, et après avoir fait la soustraction indiquée, le reste serait le *hhisshah*.

On cherchera ensuite, dans la deuxième table ci-après, le nombre qui est égal au *hhisshah* [ou celui qui en approche le plus *en moins*]; on y prendra les degrés et minutes qui lui correspondent, puis on les écrira à part, et si le *hhisshah* est au-dessous de six signes, la quantité écrite à part sera celle de la précession; mais si le *hhisshah* est au-dessus de six signes, cette quantité sera celle de la rétrocession¹, pourvu toutefois que le temps pour lequel on fait le calcul soit compté après l'hégire; car s'il était compté avant cette époque, ce serait le contraire. Si dans le *hhisshah* il y a des minutes, et que l'on désire connaître la quan-

¹ Voyez la note suivante sur le titre de la première table. S.

tité à laquelle elles répondent, on prendra dans la table deuxième la quantité qui répond au nombre de degrés qui approche le plus *en moins* du *hhisshah*, et celle qui répond au nombre qui en approche le plus *en plus*; et prenant la différence de ces deux quantités, en observant à laquelle des deux elle se rapporte [on la rapporte à la plus forte], on multipliera cette différence par la somme des minutes qui font partie du *hhisshah*, et l'on divisera le produit par 60; le quotient sera ce qu'il faut ajouter, pour les minutes du *hhisshah*, à la première quantité, si la différence appartient à la seconde, ou retrancher de la première, si la différence lui appartient à elle-même, et le résultat de l'addition ou de la soustraction sera à très-peu de chose près la distance demandée.

TABLE I^{re}.

MOUVEMENT DU POINT INITIAL DU ZODIAQUE RÉEL DANS LE CERCLE DE PRÉCESSION ET RÉTROCESSION¹.

MOIS.	SIGNES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DIZAINES D'ANNÉES.	SIGNES.	DEGRÉS.	MINUTES.
I. <i>Muharram</i> ...	0	0	0	I.	0	0	54
II. <i>Safar</i>	0	0	0	II.	0	1	48
III. <i>Rabié I.</i>	0	0	1	III.	0	2	42
IV. <i>Rabié II.</i>	0	0	1	IV.	0	3	36
V. <i>Joumâdie I.</i> ...	0	0	2	V.	0	4	30
VI. <i>Joumâdie II.</i> ...	0	0	2	VI.	0	5	24
VII. <i>Réjeb</i>	0	0	3	VII.	0	6	18
VIII. <i>Chaèbdne</i>	0	0	3	VIII.	0	7	12
IX. <i>Ramadhane</i> ...	0	0	3	IX.	0	8	6
X. <i>Chaouâl</i>	0	0	4	CENTAINES D'ANNÉES.			
XI. <i>Dzoul-hhaèdah</i> ..	0	0	4	I.	0	9	1
XII. <i>Dzoul-hhijjah</i> ..	0	0	5	II.	0	18	2
				III.	0	27	3
				IV.	1	6	4
				V.	1	15	5
				VI.	1	24	6
				VII.	2	3	7
				VIII.	2	12	8
				IX.	2	21	8
				MILLIERS D'ANNÉES.			
				I.	3	0	9
				II.	6	0	18
				III.	9	0	27
				IV.	0	0	36
				V.	3	0	45
				VI.	6	0	54
				VII.	9	1	3
				VIII.	0	1	12
				IX.	3	1	20

SOUCHE : 0 signes 3 degrés 51 minutes, pour le commencement de l'hégire.

¹ L'auteur entend ici, par *cercle* de précession et rétrocession, un *cercle fictif* ou épicycle pour la division de l'arc de 20°, que, dans son hypothèse, doit parcourir le point initial du zodiaque réel, relativement à l'équinoxe du printemps, en 360 parties, qu'il nomme degrés, et qu'il partage comme le zodiaque en douze signes; de sorte que les six premiers correspondent aux 10° de précession et les six derniers aux 10° de rétrocession. Tel est le principe du calcul de ses deux tables, qui sont construites d'une manière fort ingénieuse. S.

TABLE II.

ÉQUATION DU POINT INITIAL DU ZODIAQUE RÉEL.

DEGRÉS des HISSEHAI.		6' OU 0'.		7' OU 1'.		8' OU 2'.	
		DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
1	29	0	10	5	16	8	52
2	28	0	20	5	25	8	56
3	27	0	31	5	34	9	1
4	26	0	41	5	43	9	5
5	25	0	53	5	52	9	10
6	24	1	3	6	4	9	14
7	23	1	14	6	16	9	17
8	22	1	25	6	29	9	21
9	21	1	35	6	41	9	24
10	20	1	45	6	53	9	28
11	19	1	56	6	57	9	31
12	18	2	8	7	2	9	35
13	17	2	19	7	6	9	38
14	16	2	30	7	10	9	41
15	15	2	41	7	14	9	45
16	14	2	50	7	21	9	47
17	13	2	58	7	28	9	49
18	12	3	6	7	35	9	51
19	11	3	15	7	42	9	52
20	10	3	24	7	48	9	55
21	9	3	36	7	54	9	56
22	8	3	47	8	0	9	56
23	7	3	57	8	7	9	57
24	6	4	8	8	13	9	58
25	5	4	19	8	20	9	59
26	4	4	29	8	24	9	59
27	3	4	39	8	31	9	59
28	2	4	49	8	37	9	59
29	1	4	58	8	41	9	59
30	0	5	6	8	47	9	59

5' ou 11'.

4' ou 10'

3' ou 9'.

CHAPITRE XII.

DE LA DÉTERMINATION DU LIEU DE L'APOGÉE DU SOLEIL, POUR UNE ÉPOQUE
QUELCONQUE.

Les observations d'Al-Razkhâl (Arzachel) ont fait connaître que l'apogée du soleil avance dans la sphère étoilée [suivant l'ordre des signes] d'un degré en 299 années grecques, ce qui donne une minute environ pour 5 années arabes; car il faut retrancher de cette progression près d'une minute après chaque période de 190 années arabes.

L'on voit donc que, pour avoir le lieu de l'apogée du soleil pour une époque donnée, il suffit de savoir combien il y a d'années révolues entre cette époque et le commencement de l'hégire, et de prendre, pour le *mouvement de l'apogée* entre l'hégire et l'époque proposée, un nombre de minutes égal au cinquième du nombre des années qui séparent ces deux époques.

Si l'époque proposée est après l'hégire, on ajoutera ce mouvement à la souche [c'est-à-dire au lieu] de l'apogée au commencement de l'hégire, [temps auquel l'apogée était éloigné de] $76^{\circ} 45'$ [du point initial du zodiaque réel]; et si l'époque proposée est avant l'hégire, on retranchera le mouvement trouvé de la souche; alors le résultat de l'addition ou de la soustraction donnera le lieu de l'apogée *dzatië, réel* [c'est-à-dire dans le zodiaque réel].

Si on voulait le lieu de l'apogée *thabïie, naturel*, savoir la distance de l'apogée au point équinoxial du printemps, l'on ajouterait au mouvement de l'apogée *dzatië* la précession qui convient à ce temps, si le point du zodiaque précède [le point initial na-

turel], ou l'on en retrancherait la rétrocession si le point initial du zodiaque était en arrière; le résultat de l'addition ou de la soustraction donnerait le lieu de l'apogée *thabîte, naturel* [c'est-à-dire dans le zodiaque naturel].

EXEMPLE.

Veut-on savoir quel est le lieu de l'apogée du soleil [dans le zodiaque réel et dans le zodiaque naturel] pour l'année 680 de l'hégire?

On prendra le cinquième de 680, qui est 136; ce sera le nombre des minutes du mouvement de l'apogée du soleil [en 680 ans]; et comme l'époque proposée est après l'hégire, on ajoutera ces 136 minutes, c'est-à-dire 2° 16', au lieu de l'apogée *dzatîe*, au commencement de l'hégire, savoir à

76° 45'
ci. 2° 16'

et la somme.	79° 1'
----------------------	--------

exprimera la distance de l'apogée au premier point du zodiaque réel [des constellations], pour l'an 680 de l'hégire.

Pour avoir le lieu de l'apogée dans le zodiaque naturel [des signes], on prendra, pour l'an 680 de l'hégire, la distance du premier point de ce zodiaque au premier point du zodiaque réel : elle est de 9° 11'; et comme le premier point du zodiaque réel précède le premier point du zodiaque naturel, on ajoutera ces

9° 11'	
aux 79° 1' déjà trouvés, ci.	79° 1'

et la somme.	88° 12'
----------------------	---------

marquera la distance de l'apogée du soleil au premier point du zodiaque naturel, c'est-à-dire au point équinoxial du printemps, pour la même année 680 de l'hégire : on aura donc le lieu de l'apogée par 28° 12' des gémeaux, à une petite quantité près que l'on peut négliger.

CHAPITRE XIII.

DETERMINER LE LIEU DU SOLEIL DANS L'ÉCLIPTIQUE, POUR QUELQUE JOUR
QUE CE SOIT.

Cherchez dans la table suivante [calculée pour l'année cophite] le jour donné, dans la colonne du mois auquel il appartient; le nombre de degrés et minutes qui sont à côté marquera le lieu du soleil.

On a supposé, dans la construction de cette table, que la révolution annuelle est de 365 jours un quart et un centième de jour. Comme l'addition successive du centième de jour donne un jour entier pour cent années cophites, il faut prendre, pour chaque année cophite écoulée depuis l'époque de la table, un centième de jour, et diminuer d'autant le quantième du mois cophite pour lequel vous cherchez le lieu du soleil.

Par exemple, s'il s'est écoulé 300 ans depuis l'époque de la table, et qu'on veuille connaître le lieu du soleil pour le 14 de *tôth*, on retranchera 3 du quantième 14, il restera 11; ensuite, prenant dans la table le nombre de degrés et minutes qui répond à ce quantième, on aura le lieu du soleil, à très-peu près, pour le jour demandé.

Après un long espace de temps, cette table ne donnera plus une valeur aussi exacte, à cause du mouvement de l'apogée, parce que la translation de ce point fait que le soleil est plus de temps à parcourir un signe qu'il avait parcouru auparavant en moins de temps, et parce que cet astre reste plus longtemps

dans les signes qui sont près de l'apogée que dans ceux qui en sont éloignés.

Lorsque nous avons divisé le cercle des signes en douze parties égales, en commençant au lieu de l'apogée, nous avons trouvé que le soleil parcourait,

	jours.	heures.	minutes.
la 1 ^{re} partie, en.....	31	9	20
la 2 ^e , en.....	31	3	16
la 3 ^e , en.....	30	16	39
la 4 ^e , en.....	30	4	39
la 5 ^e , en.....	29	17	25
la 6 ^e , en.....	29	11	45
	182	15	4

la 7^e, dans le même temps que la 6^e; la 8^e, dans le même temps que la 5^e; et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

$$\left[\begin{array}{r} \times 2 \\ \hline 365 \quad 6 \quad 8^1 \end{array} \right]$$

Si l'on veut avoir une connaissance plus exacte du lieu du soleil, on doit consulter des tables construites sur des observations plus précises, telles que celle de *Ahmed-ben-Iousef-al-Kémâd*, intitulée *Zîje-al-Amad-Ala-al-Abad*, *Table des limites pour tous les temps*: elle est de la plus grande exactitude².

¹ Cette longueur de l'année n'est pas la même que celle qui a été donnée dans le chapitre V, de 365 jours 15 minutes 36 secondes de jour; car il faudrait ici 14^m4 au lieu de 8^m. En outre, le mouvement du soleil dans chaque signe n'est pas le même que celui de la Connaissance des temps: il y a peut-être quelque erreur dans les lettres numériques du manuscrit, mais nous n'avons aucun moyen de la reconnaître; et comme l'année donnée précédemment est la même que celle des Indiens, nous avons comparé ces dernières quantités à celles que donne M. Legentil; elles sont tout-à-fait différentes. S.

² Cette table a été dressée d'après les observations d'Arzachel, comme le rapporte Hhaji Khalfâ. L'auteur en a donné un abrégé sous le titre de *Al-Moukhetabis*. S

TABLE DU LIEU DU
POUR TOUS LES JOURS DE L'ANNÉE

NOMS DES MOIS.	TÔTH.		BADEH.		HATOUR.		KÏHEK.		THÏBAH.		ANCHÏR.	
NOMS DES SIGNES.	LA VIERGE.		LA BALANCE.		LE SCORPION.		LE SAGITTAIRE.		LE CAPRICORNE.		LE VERSEAU.	
Jours du mois.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
I.....	12	50	11	59	11	54	12	18	12	51	13	15
II.....	13	18	12	52	12	54	13	19	13	52	14	15
III.....	14	17	13	52	13	54	14	20	14	53	15	15
IV.....	15	15	14	51	14	55	15	21	15	54	16	16
V.....	16	14	15	51	15	55	16	22	16	55	17	16
VI.....	17	13	16	50	16	56	17	23	17	56	18	17
VII.....	18	11	17	50	17	56	18	24	18	57	19	17
VIII.....	19	10	18	50	18	57	19	25	19	57	20	17
IX.....	20	8	19	50	19	58	20	27	20	58	21	18
X.....	21	7	20	50	20	59	21	29	21	58	22	18
XI.....	22	6	21	49	21	59	22	30	22	00	23	19
XII.....	23	5	22	49	22	59	23	31	23	00	24	19
XIII.....	24	5	23	49	24	00	24	32	24	1	24	19
XIV.....	25	4	24	49	25	1	25	33	25	2	25	19
XV.....	26	3	25	49	26	2	26	34	26	3	26	20
XVI.....	27	2	26	49	27	3	27	35	27	5	27	20
XVII.....	28	1	27	49	28	4	28	36	28	6	28	21
XVIII.....	29	00	28	49	29	5	29	37	29	7	29	21
XIX.....	30	59	29	49	30	6	30	38	30	8	30	21
XX.....	00	58	30	49	00	7	00	39	1	9	1	21
XXI.....	1	57	00	49	1	8	1	40	2	9	2	22
XXII.....	2	56	1	50	2	9	2	41	3	9	3	22
XXIII.....	3	56	2	50	3	9	3	42	4	10	4	22
XXIV.....	4	55	3	50	4	9	4	43	5	11	5	22
XXV.....	5	54	4	50	5	10	5	44	6	11	6	22
XXVI.....	6	54	5	50	6	11	6	45	7	12	7	21
XXVII.....	7	54	6	51	7	12	7	46	8	13	8	21
XXVIII.....	8	54	7	51	8	13	8	47	9	13	9	21
XXIX.....	9	53	8	52	9	14	9	48	10	13	10	20
XXX.....	10	53	9	52	10	15	10	49	11	14	11	20
			10	53	11	16	11		12	14	12	20

SOLEIL, A MIDI,

COPTE DE L'ÈRE DE DIACLÉTIEU 992.

BERMEHATE.		BERMOUDEH.		BECHLESE.		PÔONAH.		ABÏBE.		MESRIË.		ÉPAGOMÈNES.	
LES POISSONS.		LE BÉLIER.		LE TAUREAU.		LES GÉMEAUX.		L'ÉCREVISSE.		LE LION.		LA VIERGE.	
Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
13	19	19	55	12	1	10	47	9	26	8	10	7	11
14	19	13	53	12	59	11	44	10	23	9	8	8	9
15	19	14	51	13	57	12	41	11	20	10	5	9	8
16	19	15	50	14	55	13	39	12	18	11	2	10	6
17	18	16	48	15	53	14	36	13	15	12	00	11	5
18	18	17	47	16	50	15	33	14	13	12	58		
19	17	18	46	17	47	16	30	15	10	13	56		
20	17	19	45	18	45	17	27	16	8	14	54		
21	16	20	43	19	42	18	24	17	5	15	52		
22	16	21	42	20	40	19	22	18	2	16	50		
23	15	22	40	21	37	20	19	19	00	17	48		
24	14	23	38	22	35	21	16	19	57	18	46		
25	13	24	37	23	32	22	13	20	54	19	44		
26	12	25	35	24	30	23	11	21	52	20	42		
27	12	26	33	25	28	24	8	22	49	21	40		
28	11	27	30	26	26	25	6	23	47	22	38		
29	10	28	28	27	24	26	3	24	45	23	36		
Le Bélier.													
00	9	29	26	28	21	27	1	25	42	24	34		
		Le Taureau.											
1	8	00	24	29	18	27	59	26	39	25	32		
				Les Gémeaux.									
2	7	1	22	00	16	28	57	27	36	26	30		
3	6	2	20	1	14	29	55	28	33	27	28		
						L'Écrevisse.							
4	5	3	18	2	11	00	52	29	30	28	26		
								Le Lion.					
5	4	4	16	3	8	1	49	00	27	29	24		
										La Vierge.			
6	3	5	14	4	5	2	46	1	25	00	22		
7	2	6	12	5	3	3	43	2	22	1	20		
8	00	7	10	6	0	4	40	3	19	2	19		
8	59	8	8	6	57	5	37	4	17	3	17		
9	58	9	6	7	54	6	34	5	15	4	15		
10	57	10	4	8	52	7	31	6	14	5	14		
11	56	11	3	9	51	8	29	7	12	6	12		

*Ajoutez 0° 15' pour le quart de jour, ce qui donne 11° 30', avant de commencer l'année suivante. S.

CHAPITRE XIV.

DE LA LONGITUDE ET DE LA LATITUDE DES ÉTOILES, ET DU LIEU QU'ELLES OCCUPENT.

La longitude d'une étoile est l'arc de l'écliptique compris entre le point équinoxial du printemps et l'un des deux points d'intersection de la circonférence de l'écliptique et de celle d'un cercle qui passe par le centre de l'étoile et par les deux pôles de l'écliptique.

On nomme ce cercle *cercle de latitude* de l'étoile, et celui des deux points d'intersection qui est le plus près de cette étoile en marque *le lieu* sur l'écliptique; car c'est jusqu'à ce point que se compte la longitude en suivant l'ordre des signes à partir de l'équinoxe : le même point se nomme aussi la longitude de l'étoile, et on entend par sa latitude l'arc du cadran du cercle de latitude compris entre l'écliptique et le demi-diamètre [de la sphère] qui passe par le centre de l'étoile. La latitude est dite *boréale* ou *australe* relativement à l'écliptique : *boréale*, si l'étoile est entre l'écliptique et son pôle nord; *australe*, si l'étoile est entre l'écliptique et son pôle sud; lorsque l'astre est sur la circonférence même de l'écliptique, il n'a pas de latitude.

Les latitudes des étoiles sont constantes, c'est-à-dire que leur quantité est toujours la même, les longitudes au contraire sont variables; et si l'on veut connaître la longitude d'une des étoiles comprises dans la table suivante, on prendra la distance du point initial du zodiaque naturel [c'est-à-dire de l'équinoxe] au point initial du zodiaque réel pour l'époque donnée, et si le point initial du zodiaque réel est en avant du point initial du zodiaque na-

turel, on ajoutera cette distance à la longitude que nous donnons à l'étoile pour le commencement de l'hégire. Si elle est en arrière, on la retranchera, et le résultat de l'addition ou de la soustraction marquera la distance en longitude pour l'époque donnée.

I^{er} EXEMPLE.

ON DEMANDE LA LONGITUDE DU COEUR-DU-LION [RÉGULUS] POUR L'ANNÉE 473 DE L'HÉGIRE.

Prenez pour l'année proposée la distance $7^{\circ} 25'$ du point initial du zodiaque réel au point initial du zodiaque naturel; et comme le point initial du zodiaque réel est en avant, ajoutez la distance $7^{\circ} 25'$ à $9^{\circ} 8'$ du signe du lion, longitude de Régulus au commencement de l'hégire : la somme $16^{\circ} 33'$ du lion [ou $136^{\circ} 33'$] sera la longitude de Régulus pour l'année 473 de l'hégire [cette année commence le 21 juin 1080, 1^{re} féerie], ainsi que l'a trouvée Arzachel, par une observation faite en la même année¹.

II^e EXEMPLE.

ON DEMANDE LA LONGITUDE DE LA MÊME ÉTOILE [RÉGULUS] 775 ANS AVANT L'HÉGIRE.

Prenez pour cette époque la distance du point initial du zodiaque réel au point initial du zodiaque naturel, laquelle est de $9^{\circ} 14'$; et comme le point initial du zodiaque réel est en arrière, retranchez ces $9^{\circ} 14'$ de la longitude de Régulus au commencement de l'hégire : le reste, $29^{\circ} 54'$ du signe de l'écrevisse, sera la longitude de Régulus, 775 années arabes avant l'hégire.

C'est peu de temps auparavant qu'*Hipparque* avait trouvé Régulus à $29^{\circ} 50'$ du signe de l'écrevisse².

¹ On a vu dans le chapitre XI qu'Arzachel observait déjà en 453; ainsi voilà une suite positive d'observations continuée pendant vingt ans par le plus célèbre astronome de l'école arabe de Tolède. S.

² Si cette observation n'est pas encore connue, elle peut servir à constater si Régulus a un mouvement propre, comme on l'a remarqué dans plusieurs autres étoiles; car, l'observation étant d'*Hipparque*, on ne peut douter de sa précision. S.

TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES,
POUR LE COMMENCEMENT DE L'HÉGIRE [JEUDI 15 JUILLET A MIDI, 622 DE J.-C.].

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, D'APRÈS L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.	
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.		
1	La médiale des Autriches, ou le ventre de la Baleine.	3 p.	Le Bélier.	1	38	20	00	A.	
2	Celle qui est entre les épaules d'Andromède.....	2 p.		1	13	24	30	B.	
3	<i>Alchalime</i> , qui est la dernière du Fleuve.....	1		6	47	13	20	A.	
4	Le nœud des Deux-Fils [<i>des Poissons</i>].....	3 p.		9	8	8	30	A.	
5	Le ventre du Grand-Poisson, qui est près d'Andromède.			10	29	26	20	B.	
6	L'australe des <i>Chérathaine</i>	3		13	18	7	20	B.	
7	La boréale des <i>Chérathaine</i>			14	15	8	20	B.	
8	La Main-Teinte ou bosse du Chameau.....	3		14	28	51	40	B.	
9	L'œil de la Baleine.....	4		16	50	8	10	A.	
10	La barbe ou mandibule de la Baleine [elle est sur le menton].	3 p.		17	9	14	00	A.	
11	<i>Al nâthikh</i> , cornupeta [la brillante de la Mouche]... 3	3		17	18	10	00	B.	
12	La poitrine de Cassiopée.....	3		17	28	46	45	B.	
13	Le sommet du Triangle.....	3		17	38	16	30	B.	
14	La bouche de la Baleine.....	3		19	18	11	30	A.	
15	La boréale des <i>Anisaïne</i> , ou boréale de la base du Triangle.	2		22	38	20	40	B.	
16	La cuisse de Cassiopée.....	3		23	18	49	00	B.	
17	<i>Anâkhal-ardhe</i> , ou le pied d'Andromède.....	3		23	28	28	10	B.	
18	L'australe des <i>Anisaïne</i> , ou australe de la base du Triangle.	3		23	28	19	00	B.	
19	La Main-Tronquée [elle est de la barbe ou mâchoire inférieure de la Baleine].	3		24	18	12	20	A.	
20	L'australe d' <i>Albothaine</i>	5		26	19	1	10	B.	
21	(Manque).....	3		27	2	45	30	B.	
22	(Manque).....	5		28	00	4	50	B.	
23	La médiale d' <i>Albothaine</i>	4		Le Taureau.	00	30	1	40	B.
24	L'australe de la section du Taureau.....	4 es.			00	58	9	15	A.

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, SUIVANT L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
25	(Manque).	4		1	18	8	30	A.
26	La boréale du milieu de la section.....	5		2	38	7	15	A.
27	<i>Maïflame-al-Tsuriach</i> , le poignet des Pleïades.....	3		3	18	40	30	B.
28	La tête de Méduse, ou <i>al-Rhól</i>			6	18	23	00	B.
29	La première des Pleïades [c'est la boréale du côté d' <i>al-Rhól</i>].	5		8	48	4	30	B.
30	L'épaule de Persée.....	3		9	18	35	30	B.
31	La poitrine du Taureau.....	3	Le Taureau.	10	18	8	00	A.
32	L'extérieure au nord des Pleïades.....	4		10	18	5	00	B.
33	La boréale du haut de l'épaule des Pleïades [c'est celle qui est en avant].	3		10	45	12	00	B.
34	Le côté de Persée.....	2		11	28	30	00	B.
35	L'australe du haut de l'épaule des Pleïades [c'est la dernière].			12	58	11	10	B.
36	Le genou de Persée.....	3		15	17	19	15	B.
37	L'angle du <i>Lam</i> grec [le <i>lambda</i>].....	3		15	38	5	45	A.
38	L'œil boréal du Taureau.....	1		18	28	8	00	A.
39	<i>Aldébaran</i> , ou le <i>hâdie</i> , le Conducteur.....	3		19	18	5	10	A.
40	La sixième de <i>al-Taje</i> , la Couronne royale.....	3		21	27	15	50	A.
41	La cheville du pied gauche du Cocher.....	1	26	28	10	10	B.	
42	Le pied d'Orion [ou <i>Rigel</i>].....	4	26	30	31	30	A.	
43	<i>Al-Anze</i> , la Chèvre.....	2	28	37	20	40	B.	
44	L'épaule gauche d' <i>al-Jouzâ</i> [d'Orion].....	3	Les Gémeaux.	00	38	17	30	A.
45	Le ventre du Lièvre.....			1	28	44	20	A.
46	<i>Al-Atoukhe</i> [la brillante de la Chèvre].....			1	37	22	30	B.
47	La première de la ceinture [d'Orion].....			2	00	24	10	A.
48	La corne attachée [boréale] du Taureau. <i>Cornu alligatum</i> .			2	20	5	00	B.

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N ^o D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, SUIVANT L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.		LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.
			Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			
49	Le corps du Lièvre				2	30			
50	L'antérieure, d'Anourat-al-Arheribah, ou des deux brillantes des Corbeaux.								
51	Al-Hakheah, ou la tête d'Orion.....				3	40	13	50	A.
52	La seconde de la ceinture [d'Orion].				4	00	24	50	A.
53	La corne australe du Taureau	3			4	18	2	30	A.
54	La troisième de la ceinture [d'Orion].				4	49	25	40	A.
55	Le genou [d'Orion].	3 g.			6	50	33	30	A.
56	Al-Julie [la brillante de la queue de la Petite-Ourse].	3			6	50	66	00	B.
57	L'épaule d'Orion (la droite, voyez 44)	1			8	40	17	00	A.
58	L'épaule droite du Cocher.....	2			9	28	20	00	B.
59	Le poignet droit du Cocher.....	3			9	30	13	20	B.
60	La première d'al-Haneah [c'est la boréale].	4 g.			13	10	1	30	A.
61	La seconde d'al-Haneah.	4			14	50	1	5	A.
62	Le pied du Chien	3			16	18	13	45	A.
63	La troisième d'al-Haneah.	3 p.			16	19	3	30	A.
64	Merzame al-Abour	4			17	40	41	20	A.
65	La quatrième d'al-Haneah.....	3			18	40	7	30	A.
66	Le genou du premier des Gémeaux.....	3 p.			19	40	1	30	B.
67	La cinquième d'al-Haneah	4			21	20	10	30	A.
68	Sohil-al-ïemen. [Canope].	1			23	50	75	00	A.
69	Chiéru-al-abbour. [Sirius transiens].	1			21	18	59	10	A.
70	Al-Sukhane. L'Ancre boréale.	3			26	50	65	40	A.
71	Le Gémeau boréal, ou le bras antérieur [c'est le boréal].	3			29	58	9	40	B.
72	La boréale des Ailzani, Vierges.	3			00	20	51	30	A.

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, SUIVANT L'AUTEUR ARABE	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
73	La boréale des <i>Adzará</i> , des <i>Vierges</i>	3		1	20	46	10	A.
74	<i>Chiérá-al-Rhoméishá</i>	4		1	38	14	00	A.
75	Le bras étendu.....	4		3	20	6	15	B.
76	La médiane des <i>Adzará</i> , des <i>Vierges</i>	3		3	20	48	45	A.
77	Celle qui suit <i>Sohdil</i> [Canope].....	3 p.		5	36	71	45	A.
78	<i>Al-Rhoméishá</i>	1		5	50	16	10	A.
79	La restante des <i>Adzará</i> , ou queue du Chien.....	3		8	50	50	40	A.
80	<i>Ters-al-Séftnah</i> , le bouclier du Navire.....	4 g.		13	00	47	15	A.
81	La troisième du Navire.....	4 g.		15	28	45	00	A.
82	<i>Al-Natsrah</i> , dite <i>al-Maalef</i> , l'Étable.....			17	00	00	40	B.
83	L'externe de la tête de l'Hydre, vers le midi.....	3		19	8	23	15	A.
84	La queue du Dragon.....	3 p.		19	50	50	55	B.
85	La deuxième du Navire.....	3	L'Écrevisse.	20	18	43	20	A.
86	La bouche de l'Hydre.....	4		20	8	14	15	A.
87	La plus brillante des <i>Deux-Veaux</i> , <i>Ferkhadaine</i>			23	50	72	50	B.
88	La première d' <i>al-Naèche</i> , ou le dos du la [grande] Ourse.			24	20	49	00	B.
89	La mâchoire inférieure, ou la barbe de l'Hydre.....	4 g.		24	28	12	00	A.
90	Le tapis [ou peut-être le pont] du Navire.....			27	50	18	20	A.
91	La boréale d' <i>al-Tharf</i>	4		27	50	7	30	B.
92	L'australe d' <i>al-Tharf</i>	4		28	20	5	40	A.
93	La boréale d' <i>al-Naèche</i> , ou l'épigastre de la [grande] Ourse.	3 g.		28	50	44	30	B.
94	L'origine du col de l'Hydre [du côté de la tête].....	4 p.		29	58	13	40	A.
95	L'australe de la tête du Lion.....	3		00	50	9	30	B.
96	La cachée d' <i>al-Ferkhadaine</i>	3	Le Lion.	2	50	74	50	B.

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, SUivant L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
97	Celle qui est sous le tapis du Navire.....			6	38	63	50	A.
98	<i>Sohél</i> le solitaire, ou la vertèbre de l'Hydre.....			6	40	30	30	A.
99	La boréale du front du Lion.....	3		6	48			
100	L'australe des deux médiales du front du Lion.....	3						
101	L'épaule du Lion.....			8	50	8	30	B.
102	Le cœur du Lion.....	1		9	8	00	10	B.
103	<i>Al-Jaune</i>			13	50	13	30	B.
104	La première de la crinière du Lion [ce sont les <i>Rhartsâne</i>].		Le Lion.	20	50	13	40	B.
105	<i>Al-Nâchir</i>			20	50	14	30	A.
106	La seconde de la Crinière.....	3		23	00	9	40	B.
107	<i>Al-Anâkhe</i>			24	38	55	40	B.
108	L'antérieure de la Ligne.....	3 p.		24	38	24	40	A.
109	La cuisse du Lion.....	3		26	58	5	50	B.
110	La dernière de la Ligne.....	3		29	38	22	10	A.
111	<i>Al-Sharfah</i>	1		1	8	11	50	B.
112	Le foie du Lion.....	3		4	30	39	45	B.
113	Le côté austral d' <i>al-Aouâ</i> , de <i>Bootes</i>	3		5	40	00	10	B.
114	<i>Al-Khaïd</i> , le Gouverneur.....	2		6	8	54	00	B.
115	La médiale du côté austral d' <i>al-Aouâ</i> , de <i>Bootes</i>	3		15	00	1	10	B.
116	La suivante des Deux-Loups.....	3	La Vierge.	15	00	84	50	B.
117	L'australe de ces Deux-Loups.....	3		16	40	78	00	B.
118	Le côté boréal, d' <i>al-Aouâ</i> , de <i>Bootes</i>	3		18	50	15	10	B.
119	<i>Al-Dabahh</i>	3		19	20	70	00	B.
120	L'angle d' <i>al-Aouâ</i> , de <i>Bootes</i>	3		19	50	2	50	B.

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, D'APRÈS L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
121	L'aile droite du Corbeau.....	3	La Vierge.	20	8	14	50	A.
122	Le col du Corbeau.....	3		21	00	19	40	A.
123	La médiale du côté boréal d'al-Aouâ de Bootes.....	3		22	00	8	30	B.
124	[La vertèbre dorsale] du Corbeau. (Voyez le n° 88 de la table des déclinaisons.)	3 p		22	00	21	40	A.
125	[L'aile gauche du Corbeau.] (Voyez le n° 52 de la table des déclinaisons*.)	3		23	17	12	30	A.
126	L'épaule d'al-Shaïâhh, du Crieur.....	3		26	20	49	00	B.
127	Le pied du Corbeau.....	3		27	7	18	10	A.
128	L'australe de l'angle d'al-Aouâ.....	4		28	00	25	00	B.
129	La lance du Lancier.....	3		28	00	28	00	B.
130	Le sommet du fémur de Adzâra.....	3		1	28	8	40	B.
131	La suivante du triangle de l'Hydre.....	3		2	00	31	20	A.
132	Al-Simâk-al-Aézal, le Déloussé.....	1		3	20	2	00	A.
133	Al-Simâk-al-Rdmihh, le Lancier.....	1		3	40	31	30	B.
134	La ceinture d'al-Shaïâhh, du Crieur.....	3		6	37	40	15	B.
135	L'épaule gauche du Centaure.....	3	La Balance.	12	48	25	40	A.
136	L'épaule droite du Centaure.....	3		12	18	22	30	A.
137	La boréale d'al-Rhafar, du Garde ou Gardien.....	4		13	20	7	30	B.
138	L'australe d'al-Rhafar.....	4		14	00	2	40	B.
139	L'articulation du pied droit du Centaure.....			16	37	51	10	A.
140	La médiale d'al-Rhafar.....	4		16	40	5	30	B.
141	Le tarse gauche du Centaure.....			17	50	55	20	A.
142	La brillante d'al-Féhhah.....			21	20	44	30	B.
143	La cheville du pied droit du Centaure.....			22	00	51	40	A.
144	Le plateau austral.....	3 g.		24	38	00	40	B.

* Manquent dans le manuscrit.

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, D'APRÈS L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
145	Le commencement du corps humain.....	3	La Balance.	24	38	33	33	A.
146	L'origine du col du Serpent.....	3 p.		28	40	34	15	B.
147	Le plateau boréal.....	3 g.		28	50	8	50	B.
148	L'extrémité de la queue de l'Hydre.....	3 p.		29	18	17	40	B.
149	Le bras du Centaure.....	3		29	28			
150	<i>Hhadhâr</i> [c'est le <i>Hhanatse</i>], le <i>Parjure</i>	g.						
151	Le col du Serpent.....	3 p.		00	18	25	20	B.
152	La tempe du Serpent.....	3 p.		1	00	36	30	B.
153	Le pied d' <i>al-Fahed</i> , du <i>Léopard</i> ou du <i>Loup</i>	3		4	38	24	50	A.
154	L'antérieure de la main d' <i>al-Fahed</i>	4 g.		4	38	21	15	A.
155	La seconde de la main d' <i>al-Fahed</i>	3 p.	10	18	21	00	A.	
156	L'épaule de l'agenouillé, d' <i>Hercule</i>	3	10	18	43	00	B.	
157	Le côté d' <i>Hercule</i>	3	10	28	54	10	B.	
158	La boréale de la Couronne.....	3	Le Scorpion.	12	57	1	20	B.
159	La médiale de la Couronne.....	3		12	18	1	40	A.
160	L'australe de la Couronne.....	3		12	18	5	00	A.
161	<i>Al-Wesne</i> , ou le <i>Jureur</i>	1		15	00	41	10	A.
162	<i>Al-Niûth-al-Aouel</i> , la première des entrailles.....	3 p.		17	17	8	45	A.
163	Le genou gauche.....	3		18	50	51	50	B.
164	Le cœur du Scorpion.....			19	17	4	00	A.
165	<i>Al-Niûth-al-Tsanic</i> , la deuxième des entrailles.....	3		21	8	5	30	A.
166	La tête de l'agenouillé, d' <i>Hercule</i>	3 p.	24	20	37	30	B.	
167	Le premier <i>Spondyle</i>	3	25	8		00	A.	
168	Le deuxième <i>Spondyle</i>	4	26	40	18	40	A.	

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, D'APRÈS L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DE CIEL.
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
169	Le genou du Serpenteaire.....	4	Le Scorpion.	27	48	7	30	B.
170	Le quatrième <i>Sphondyle</i>	3 p.		29	50	19	30	A.
171	La tête du Serpenteaire.....	3 g.		1	28	36	00	B.
172	L'australe d' <i>al-Chaulah</i>	3 p.		3	37	13	30	A.
173	La boréale d' <i>al-Chaulah</i>	3		4	8	13	20	A.
174	L'épaule du Serpenteaire.....	3 p.		4	37	27	15	B.
175	Le cinquième <i>Sphondyle</i>	3		4	48	18	30	A.
176	.....D' <i>al-Naâim-al-Wâridah</i>	3 p.		11	7	6	20	A.
177	La cheville du pied boréal du Sagittaire.....	3 p.		13	20	13	00	A.
178	<i>Al-Sîah</i> du nord [c'est la boréale des <i>Zhalimânes</i>],..	4		13	20	2	50	B.
179	La poignée [de l'arc] du Sagittaire d' <i>al-Naâim al-Wâ- ridah</i>	3		14	20	0	30	A.
180	<i>Al-Sîah</i> du midi, d' <i>al-Naâim-al-Wâridah</i>	3 g.		14	38	10	50	A.
181	L'australe d' <i>al-Zhalimâne</i> , ou le Pasteur.....	3		15	40	1	30	A.
182	<i>Al-Faukhe</i> [elle fait partie d' <i>al-Naâim-al-Shâdirah</i>]...	4 p.		19	40	3	50	A.
183	L'épaule du Sagittaire, d' <i>al-Naâim Al-shâdirah</i>	3	22	00	3	10	A.	
184	La première d' <i>Al-Kalâishe</i>	4	22	20	2	10	B.	
185	L'aisselle du Sagittaire, d' <i>al-Naâim-al-Shâdirah</i>	3	23	20	6	45	A.	
186	Le genou du Sagittaire.....	4 p.	23	37	18	00	A.	
187	L'Aigle tombant.....	1	24	00	2	00	B.	
188	L'arrière de l'épaule du Sagittaire, d' <i>al-Naâim-al- Shâdirah</i>	4 g.	24	13	4	30	A.	
189	Le nerf du Sagittaire.....	4 p.	24	18	23	00	A.	
190	La brillante d' <i>al-Khalâishe</i>	4	25	48	2	00	B.	
191	L'australe de <i>Zhalimâi-al-Nasr</i> , de l'Aigle.....	3 p.	27	50	18	10	B.	
192	La queue de l'Aigle.....	3	28	50	36	20	B.	

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, SUIVANT L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.	LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.	
				Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.		
193	La dernière d'al-Khalâïshe	4 p.	Le Sagittaire.	29	28	6	50	B.	
194	La troisième des externes de la constellation <i>Akhâb</i> le Grand Aigle.	3 p.		2	38	25	00	B.	
195	La boréale d'al-Shardaine	4 p.		4	00	13	30	A.	
196	La boréale d'al-Zhalimâ [al-Nasr]	4 p.		4	50	20	00	B.	
197	L'épaulé de l'Aigle	3		9	50	31	30	B.	
198	L'Aigle volant	g.		10	30	29	10	B.	
199	Le col du Grand-Aigle	3 p.		11	30	27	10	B.	
200	Le bec de la poule, du <i>Cygne</i>	3 p.		11	8	49	20	B.	
201	L'antérieure de <i>Saad-al-Dzâbihh</i> , la Fortune de l'Égypteur.	3 p.		Le Capricorne.	14	00	7	2	
202	La deuxième du même	3 p.			14				
203	La deuxième externe du Grand-Aigle	3	15		28	19	10	B.	
204	La brillante de <i>Saad-bela</i> , la Fortune de la Valeur	4 g.	21		20	8	40	B.	
205	L'antérieure du dos du Capricorne	4	23		18	00	00	O	
206	La queue du Dauphin	4 g.	24		18	29	10	B.	
207	L'australe du côté antérieur, des <i>Nœuds</i>	4 g.	25		8	32	00	B.	
208	La boréale du côté antérieur, des <i>Nœuds</i>	3 p.	26		43	33	50	B.	
209	Celle qui suit le dos du Capricorne	3 p.	27		38	00	50	B.	
210	L'australe du côté qui est après les <i>Nœuds</i>	4	27		58	32	00	A.	
211	La boréale du côté qui est derrière les <i>Nœuds</i>	3 p.	Le Verseau.	00	8	33	10	B.	
212	La première de la queue du Capricorne	3 p.		1	30	2	10	A.	
213	La brillante <i>Saad-al-Souul</i> , la Fortune des Fortunes	3 p.		4	10	8	50	B.	
214	La poitrine du <i>Cygne</i> [elle est d'al-Foûâris, les Cavaliers].	3 g.		5	8	56	20	B.	
215	La bouche d'al-Foûâris, c'est [la lèvre du Cheval], le <i>djuafalih</i>	3		12	00	22	30	B.	
216	La brillante de <i>Saad-al-Mulk</i> , la fortune du royaume ou de la propriété.	3 p.		13	00	11	00	B.	

EXCERPT DE LA TABLE DES LONGITUDES ET LATITUDES DE 240 ÉTOILES.

N ^o D'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES, D'APRÈS L'AUTEUR ARABE.	GRANDEURS.	SIGNES.		LONGITUDE.		LATITUDE.		RÉGION DU CIEL.
			Le Verseau.		Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
217	L'australe d' <i>al-Fouâtris</i>	3			13	18	44	00	B.
218	La bouche du poisson austral, <i>Fomalhaut</i> , ou la première Grenouille.	1			13	40	23	00	B.
219	<i>Al-Rûlfe</i> , ou la queue de la Poule, du <i>Cygne</i>				15	48	60	00	B.
220	La brillante de <i>Saad-al-Bêhâm</i> [c'est la tête du Cheval]	3 p.			16	00	16	50	B.
221	La première d' <i>al-Arhhebtâh</i> , les <i>Tentes</i>	3 p.			16	10	8	45	B.
222	La seconde de la même.....	4 g.			18	20	10	45	B.
223	<i>Saad-al-Arhhebtâh</i> , la <i>Fortune des Tentes</i> , Hyd.....	3 p.			18	39	9	00	B.
224	La brillante de <i>Saad-al-rhamâm</i> [c'est le col du Cheval].	3 p.			25	30	18	00	B.
225	L'australe de <i>Saad-bârî</i> [c'est la poitrine du Cheval].	4 g.			2	48	29	00	B.
226	L'antérieure de celle qui suit le détour de l'eau.....	4 g.			3	18	15	30	B.
227	La croupe du Cheval ou l'australe d' <i>al-Fazerhe</i> antérieur	p.			3	18	19	40	B.
228	ou le genou du Cheval.....	3			5	38	35	00	B.
229	L'épaule du Cheval ou la boréale d' <i>al-Fazerhe</i>	p.			8	49	31	00	B.
230	La boréale de la queue de la Baleine.....	3 p.			10	58	9	40	A.
231	La boréale d' <i>al-Kerb</i> , du lieu de l'urne.....	4			11	8	25	30	B.
232	L'australe d' <i>al-Kerb</i> ,.....	4			11	38	25	00	B.
233	La deuxième Grenouille [c'est la boréale de la queue de la Baleine].	3 g.			12	20		20	A.
234	L'aile du Cheval [Pegase] [c'est l'australe d' <i>al-Fazerhe</i> postérieur].	p.			18	48	12	30	B.
235	La boréale des trois médiales, des <i>Autruches</i>	3 p.			21	38	15	40	A.
236	L'épaule de l'Enflammé, <i>Céphée</i>	3			23	18	69	00	B.
237	<i>Sérat-al-Fars</i> , ou l'extrémité boréale de la tête d'Andromède.	p.			24	30	26	00	B.
238	La boréale de l'origine de la queue de la Baleine [c'est la boréale des <i>Autruches</i>].	3 p.			26	20	15	20	A.
239	L'australe des trois médiales des <i>Autruches</i>	4 g.			28	40	25	20	B.
240	L'australe des <i>Autruches</i>	4			29	38	30	50	A.

OBSERVATION SUR LA TABLE PRÉCÉDENTE.

Bayer est le premier qui ait désigné les étoiles de chaque constellation par les lettres grecques α , β , γ , etc., en suivant à peu près l'ordre de leurs grandeurs. Les astronomes arabes, n'ayant pas de procédé analogue, les désignent d'une manière beaucoup moins parfaite, et qui laisse quelquefois du doute sur l'étoile désignée. Pour établir une synonymie satisfaisante, nous avons commencé à rechercher dans nos atlas les étoiles rapportées dans cette table, afin de les marquer par la lettre qui leur convient; mais la longueur de cette recherche, qui n'eût été qu'un accessoire à notre travail, nous a forcé de la remettre à un autre temps, comme aussi nombre d'observations que réclament le fond aussi bien que la forme du sujet. Nous nous réglerons, pour ces additions, sur le jugement qui sera porté de cet ouvrage. S.

CHAPITRE XV.

DE LA HAUTEUR AU-DESSUS DE L'HORIZON; DE L'OMBRE HORIZONTALE ET DE L'OMBRE VERTICALE; DU CORPS ET DU DIAMÈTRE DE L'UNE ET DE L'AUTRE OMBRE.

La hauteur, *irtifāa*, au-dessus de l'horizon est un arc de cadran de la circonférence qui passe par les deux pôles de l'horizon, lequel arc a l'une de ses extrémités dans le plan de l'horizon et l'autre au-dessus de ce plan.

Le diamètre de la hauteur, *khothre-al-irtifāi*, est une ligne droite menée de l'extrémité supérieure de l'arc de hauteur au centre du

monde, [c'est-à-dire au centre commun du vertical et de l'horizon.]

Le *rayon de la hauteur*, *choää-al-irtifäi*, est une ligne menée du centre du monde à l'opposite et sur la direction du diamètre de la hauteur.

La *directrice de la hauteur*, *tertibe-al-irtifäi*, est une ligne droite qui passe par l'extrémité inférieure de l'arc de hauteur et par le centre de l'horizon.

La *verticale de la hauteur*, *ämoude-al-irtifäi*, est une ligne droite perpendiculaire au plan de l'horizon, et passant par le centre de l'horizon.

On dit de la hauteur qu'elle est *orientale* ou *occidentale* selon le lieu du point ou de l'astre dont on prend la hauteur, relativement au méridien; elle est *orientale* si l'astre est dans la partie orientale du ciel, et *occidentale* si l'astre est dans la partie occidentale. On dit de même que la hauteur est *boréale* ou *australe*, et cela relativement au premier cercle d'azimut [ou premier vertical] de l'horizon; ainsi la hauteur est boréale lorsque le point ou l'astre auquel elle appartient est dans la partie boréale du ciel, et elle est australe si le point est dans la partie australe.

On entend par *hauteur du soleil au-dessus de l'horizon* la hauteur dont le diamètre répond au centre du soleil, [c'est-à-dire la hauteur même du centre] d'où l'on voit comment on doit estimer la hauteur d'un astre ou celle d'un point qui est au-dessus de l'horizon, nommant ici *point*, tout point de la superficie d'un corps situé à quelque distance de la terre ou contigu à sa surface, tel que les nuages, les arbres, les pieux ou jalons et tout ce qu'on voudra.

Dans un autre sens, et ceci est relatif à l'observateur, on entend par la hauteur d'un point donné, celle du point de la sphère supérieure auquel irait aboutir le rayon visuel mené de l'œil de

l'observateur par le point donné et prolongé jusqu'à la surface de cette sphère.

L'*ombre horizontale*, *zhill-al-mebsouth*, est une ligne droite parallèle à la directrice de la hauteur, et dont une des extrémités est dans la verticale de la hauteur, et l'autre dans son rayon.

Le *corps*, *charhse*, de l'ombre horizontale [c'est le module des tables] est la partie de la verticale de la hauteur comprise entre l'ombre horizontale et le centre de la sphère [qui est supposé le même que celui de l'horizon et du vertical].

L'*ombre verticale*, *zhill-al-menkouse*, est une ligne parallèle à la verticale de la hauteur et comprise entre la directrice de la hauteur et son rayon.

Et le *corps* [ou module] de l'ombre verticale est la partie de la directrice de la hauteur, comprise entre l'ombre verticale et le centre de la sphère.

Le sommet du corps de l'une et de l'autre ombres est au centre de la sphère, et le *diamètre*, *khothre*, de chacune des deux ombres, est la partie du rayon de la hauteur comprise entre le centre, sommet commun des deux corps, et l'extrémité de chaque ombre; car chaque ombre fait avec son corps un angle droit qui a pour corde ou sous-tendante le diamètre de l'ombre dont il s'agit.

Les gens de l'art supposent que le *corps* de chaque ombre est divisé en douze parties égales qu'ils nomment *doigts*; ils se servent aussi d'une autre division en six parties et deux tiers, qu'ils appellent *pieds*, et l'on trouve dans les anciens une troisième division du corps de l'ombre en soixante parties: on peut adopter celle qu'on trouve la plus convenable.

OBSERVATION.

On donne, dans le premier livre de la seconde partie, les constructions géométriques de ces différentes propositions et des suivantes.

CHAPITRE XVI.

MÉTHODE EMPLOYÉE POUR TROUVER LE DIAMÈTRE DES DEUX OMBRES HORIZONTALE
ET VERTICALE, ET POUR LA CONVERSION DES OMBRES.

La première chose à considérer en ce sujet est que l'ombre et son corps sont toujours calculés en quantités de même espèce, c'est-à-dire que, si on évalue le corps en pieds ou en doigts, il faut de même évaluer l'ombre en pieds ou en doigts. Alors si on connaît l'une des deux ombres et qu'on veuille en avoir le diamètre, on ajoutera le carré du nombre des parties de l'ombre au carré du nombre des parties de son corps, et, tirant la racine de la somme de ces deux carrés, on aura la valeur du diamètre de l'ombre en question.

I^{er} EXEMPLE.

L'ombre horizontale étant de 9 doigts, pour en avoir le diamètre on prendra le carré de 9, qui est 81, et on y ajoutera 144, carré de 12; la somme sera 225, dont la racine 15 marque le nombre de doigts du diamètre de l'ombre.

II^e EXEMPLE.

L'ombre horizontale étant de 5 pieds, pour avoir le diamètre de cette ombre, on ajoutera le carré de 5, qui est 25, à 44 $\frac{4}{9}$, carré de 6 $\frac{2}{3}$, et, prenant de la somme 69 $\frac{4}{9}$ la racine 8 $\frac{1}{3}$, on aura le nombre de pieds du diamètre demandé.

III^e EXEMPLE.

L'ombre horizontale étant de 45 parties [45/60 du corps], pour avoir le diamètre de cette ombre on ajoutera 2,025, carré de 45, à 3,600, carré de 60; la somme sera 5,625, dont la racine 75 exprime le nombre des parties du diamètre demandé. Telle est la manière dont on pourra résoudre toute autre question du même genre.

[CONVERSION DES OMBRES.]

Connaissant le nombre de *doigts* d'une ombre horizontale ou verticale, si l'on veut réduire ces doigts en *pieds*, on multipliera le nombre des doigts par 5, et, en divisant le produit par 9, le quotient sera le nombre de pieds demandé.

Réciproquement, si l'ombre est exprimée en *pieds*, pour réduire ces pieds en doigts on multipliera par 9, et, divisant le produit par 5, le quotient donnera le nombre de doigts demandé.

La raison de cela est que le rapport du nombre des doigts compris dans une ombre ou dans son corps est au nombre de pieds équivalant comme 9 est à 5, et que réciproquement celui des pieds est à celui des doigts comme 5 est à 9.

Et si l'on veut réduire les doigts en *parties* de soixante au corps, on multipliera les doigts par 5; au contraire on diviserait ces parties par 5 pour les réduire en doigts; car le rapport du nombre des doigts est à celui des parties [ou soixantièmes du corps] comme 1 est à 5, et le rapport du nombre des parties à celui des doigts est comme 5 est à 1.

De même, si on veut réduire des *pieds* en *parties* [ou soixantièmes], on multipliera le nombre des pieds par 9; on diviserait au contraire les parties par 9 pour les réduire en pieds; parce que le rapport du nombre des pieds à celui des parties est comme 1 est à 9, et le rapport inverse comme 9 est à 1.

APPLICATION.

Si l'ombre est de 19 doigts, pour la réduire en pieds on multipliera 19 par 5, et, divisant le produit 95 par 9, le quotient $10 \frac{5}{9}$ sera le nombre de pieds demandé.

Si on veut savoir combien ces 19 doigts valent de parties, on multipliera 19 par 5, et le produit 95 sera le nombre de parties correspondantes. On fera de même pour les autres cas.

CHAPITRE XVII.

MÉTHODE POUR TROUVER L'UNE OU L'AUTRE OMBRE HORIZONTALE OU VERTICALE,
AU MOYEN DE L'AUTRE, LORSQUE L'UNE DES DEUX EST CONNUE.

Lorsqu'on a l'une des deux ombres et qu'on veut avoir l'autre, on divise par l'ombre connue le carré du corps, et le quotient exprime la valeur de l'ombre demandée, et cela parce que le rapport de l'une des deux ombres au corps est le même que celui du corps à l'autre ombre.

APPLICATION.

1^{er} EXEMPLE.

Si l'ombre horizontale est de 18 doigts, pour avoir l'ombre verticale qui lui correspond, on divisera par 18 144, carré du nombre de doigts du corps, et le quotient 8 exprimera le nombre des doigts de l'ombre verticale demandée.

On aurait pu prendre simplement le rapport de 12 à 18, et multiplier 12 par ce rapport [qui est $\frac{2}{3}$] : on aurait de même la valeur de l'ombre verticale demandée.

II^e EXEMPLE.

Si l'ombre horizontale est de 20 pieds, pour avoir l'ombre verticale correspondante, on divisera par 20 $44 \frac{4}{9}$, carré du nombre de pieds du corps, et le quotient $2 \frac{2}{9}$ pieds sera la valeur de l'ombre verticale demandée.

III^e EXEMPLE.

Si l'ombre horizontale est de 100 parties de 60 au corps, on divisera par 100 3,600, carré du nombre des parties du corps, et le quotient 36 parties sera la valeur de l'ombre verticale.

Ces trois exemples doivent suffire pour tous les autres cas qu'on pourrait proposer.

CHAPITRE XVIII.

MÉTHODE POUR DÉTERMINER LA HAUTEUR D'APRÈS L'OMBRE HORIZONTALE OU VERTICALE,
ET POUR DÉTERMINER CES DEUX OMBRES D'APRÈS LA HAUTEUR.

Quelle que soit l'ombre donnée, on multiplie constamment par 60 la valeur du corps, et, divisant le produit par le diamètre de l'ombre, le quotient est le sinus de la hauteur ou de son complément, selon que l'ombre donnée est horizontale ou verticale.

Cela est fondé, 1^o sur ce que le diamètre de l'ombre verticale est au sinus total comme le corps est au sinus de la hauteur; 2^o Sur ce que le diamètre de l'ombre verticale est au sinus total comme le corps est au sinus du complément de la hauteur.

APPLICATION.

I^{er} EXEMPLE.

Si l'ombre horizontale est de 9 doigts, pour avoir la hauteur correspon-

dante on multipliera 12, valeur en doigts du corps, par 60, et on divisera le produit 720 par 15, diamètre de 9 doigts [ou de l'ombre donnée], et le quotient 48 sera le sinus de la hauteur : or, le sinus 48 est, comme on le voit dans la table des sinus, celui de l'arc de $13^{\circ} 8'$; donc la hauteur demandée est de $13^{\circ} 8'$.

11^e EXEMPLE.

Si l'ombre horizontale était de cinq pieds, pour avoir la hauteur correspondante on multipliera $6 \frac{2}{3}$, valeur en pieds du corps, par 60, et on divisera le produit 400 par 8 pieds $\frac{1}{3}$, valeur du diamètre de l'ombre donnée : le quotient 48 sera le sinus de la hauteur, et l'arc qui dans la table répond à ce sinus sera la hauteur demandée. [C'est la même que celle de l'exemple précédent.]

Si la hauteur était connue, pour avoir l'ombre horizontale on multiplierait le sinus du complément de la hauteur par 12, et, divisant le produit par le sinus de la hauteur, le quotient exprimerait le nombre des doigts de l'ombre horizontale demandée. Pour avoir l'ombre verticale, on multipliera le sinus de la hauteur par 12, et divisant le produit par le sinus du complément de la hauteur, on aurait en doigts la valeur de l'ombre verticale demandée.

Si on voulait avoir des pieds, on substituerait dans les opérations $6 \frac{2}{3}$ à 12.

EXEMPLE ET APPLICATION.

La hauteur étant de 30° , pour avoir l'ombre horizontale, on multipliera le sinus du complément $51^{\circ} 58'$ par 12, et, divisant le produit $623^{\circ} 36'$ par 30° , sinus de la hauteur, le quotient 20 doigts 47 minutes sera la valeur de l'ombre horizontale demandée. Pour avoir l'ombre verticale, on multipliera 30° , sinus [de 30°], par 12; et, divisant le produit 360 par $51^{\circ} 58'$, sinus du complément, le quotient 58 doigts 11 minutes environ sera la valeur de l'ombre verticale demandée.

Comme on aura besoin souvent par la suite d'avoir les ombres correspondantes à des hauteurs données, et que leur déduction par le calcul exige beaucoup de temps, nous avons dressé la table suivante des ombres [horizontales] pour toutes les hauteurs du cadran de quart en quart de degré.

TABLE DES OMBRES HORIZONTALES,

POUR TOUTES LES HAUTEURS, DE 15 MINUTES EN 15 MINUTES.

HAUTEUR.		OMBRE.		HAUTEUR.		OMBRE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.
0	15	2751	29	7	45	88	10
0	30	1275	1	8	00	85	23
0	45	916	48	8	15	82	45
1	00	687	26	8	30	80	18
1	15	509	57	8	45	77	18
1	30	458	17	9	00	75	46
1	45	392	33	9	15	73	42
2	00	342	39	9	30	71	43
2	15	305	25	9	45	69	50
2	30	274	54	10	00	68	3
2	45	249	50	10	15	66	22
3	00	228	18	10	30	64	45
3	15	211	20	10	45	63	13
3	30	196	12	11	00	61	45
3	45	183	5	11	15	60	20
4	00	171	36	11	30	58	59
4	15	161	22	11	45	57	42
4	30	152	29	12	00	56	28
4	45	144	25	12	15	55	16
5	00	137	3	12	30	54	8
5	15	130	35	12	45	53	2
5	30	124	38	13	00	51	59
5	45	119	11	13	15	50	58
6	00	114	10	13	30	49	59
6	15	109	34	13	45	49	2
6	30	105	29	14	00	48	8
6	45	101	23	14	15	47	15
7	00	97	44	14	30	46	24
7	15	94	20	14	45	45	35
7	30	91	9	15	00	44	46

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES HORIZONTALES.

HAUTEUR.		OMBRE.		HAUTEUR.		OMBRE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.
15	15	44	1	22	45	28	37
15	30	43	16	23	00	28	16
15	45	42	32	23	15	27	56
16	00	41	51	23	30	27	36
16	15	41	10	23	45	27	16
16	30	40	31	24	00	26	56
16	45	39	52	24	15	26	39
17	00	39	15	24	30	26	20
17	15	38	39	24	45	26	2
17	30	38	4	25	00	25	44
17	45	37	30	25	15	25	27
18	00	36	56	25	30	25	10
18	15	36	24	25	45	24	53
18	30	35	52	26	00	24	36
18	45	35	21	26	15	24	20
19	00	34	51	26	30	24	4
19	15	34	22	26	45	23	49
19	30	33	53	27	00	23	33
19	45	33	25	27	15	23	18
20	00	32	58	27	30	23	4
20	15	32	31	27	45	22	49
20	30	32	0	28	00	22	34
20	45	31	40	28	15	22	20
21	00	31	16	28	30	22	7
21	15	30	51	28	45	21	53
21	30	30	28	29	00	21	39
21	45	30	4	29	15	21	26
22	00	29	42	29	30	21	1
22	15	29	20	29	45		
22	30	28	5	30	00		

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES HORIZONTALES.

HAUTEUR.		OMBRE.		HAUTEUR.		OMBRE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.
30	15	20	35	37	45	15	30
30	30	20	23	38	00	15	21
30	45	20	10	38	15	15	13
31	00	19	58	38	30	15	5
31	15	19	47	38	45	14	57
31	30	19	35	39	00	14	49
31	45	19	24	39	15	14	41
32	00	19	12	39	30	14	34
32	15	19	1	39	45	14	27
32	30	18	50	40	00	14	18
32	45	18	39	40	15	14	11
33	00	18	28	40	30	14	3
33	15	18	18	40	45	13	56
33	30	18	8	41	00	13	48
33	45	17	57	41	15	13	41
34	00	17	47	41	30	13	34
34	15	17	37	41	45	13	27
34	30	17	28	42	00	13	20
34	45	17	18	42	15	13	13
35	00	17	8	42	30	13	6
35	15	16	59	42	45	12	59
35	30	16	50	43	00	12	52
35	45	16	40	43	15	12	45
36	00	16	31	43	30	12	39
36	15	16	22	43	45	12	33
36	30	16	13	44	00	12	26
36	45	16	4	44	15	12	19
37	00	15	55	44	30	12	13
37	15	15	47	44	45	12	7
37	30	15	38	45	00	12	00

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES HORIZONTALES.

HAUTEUR.		OMBRE.		HAUTEUR.		OMBRE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.
45	15	11	54	52	45	9	8
45	30	11	47	53	00	9	3
45	45	11	41	53	15	8	58
46	00	11	35	53	30	8	53
46	15	11	29	53	45	8	48
46	30	11	23	54	00	8	43
46	45	11	17	54	15	8	38
47	00	11	11	54	30	8	33
47	15	11	5	54	45	8	29
47	30	11	00	55	00	8	24
47	45	10	54	55	15	8	20
48	00	10	48	55	30	8	15
48	15	10	43	55	45	8	11
48	30	10	37	56	00	8	6
48	45	10	32	56	15	8	2
49	00	10	26	56	30	7	57
49	15	10	21	56	45	7	53
49	30	10	15	57	00	7	48
49	45	10	10	57	15	7	44
50	00	10	4	57	30	7	39
50	15	9	59	57	45	7	35
50	30	9	54	58	00	7	30
50	45	9	48	58	15	7	26
51	00	9	43	58	30	7	22
51	15	9	38	58	45	7	17
51	30	9	33	59	00	7	13
51	45	9	28	59	15	7	9
52	00	9	23	59	30	7	5
52	15	9	18	59	45	7	00
52	30	9	13	60	00	6	56

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES HORIZONTALES.

HAUTEUR.		OMBRE.		HAUTEUR.		OMBRE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.
60	15	6	52	67	45	4	55
60	30	6	47	68	00	4	51
60	45	6	43	68	15	4	47
61	00	6	39	68	30	4	44
61	15	6	35	68	45	4	40
61	30	6	31	69	00	4	36
61	45	6	27	69	15	4	33
62	00	6	23	69	30	4	29
62	15	6	19	69	45	4	25
62	30	6	15	70	00	4	22
62	45	6	11	70	15	4	19
63	00	6	7	70	30	4	15
63	15	6	3	70	45	4	11
63	30	5	59	71	00	4	8
63	45	5	55	71	15	4	5
64	00	5	51	71	30	4	1
64	15	5	47	71	45	3	57
64	30	5	44	72	00	3	54
64	45	5	40	72	15	3	51
65	00	5	36	72	30	3	47
65	15	5	32	72	45	3	43
65	30	5	29	73	00	3	40
65	45	5	25	73	15	3	37
66	00	5	21	73	30	3	33
66	15	5	17	73	45	3	29
66	30	5	14	74	00	3	26
66	45	5	10	74	15	3	23
67	00	5	6	74	30	3	20
67	15	5	2	74	45	3	16
67	30	4	59	75	00	3	13

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES HORIZONTALES.

HAUTEUR.		OMBRE.		HAUTEUR.		OMBRE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	MINUTES.
75	15	3	10	82	45	1	31
75	30	3	7	83	00	1	28
75	45	3	3	83	15	1	25
76	00	3	00	83	30	1	22
76	15	2	57	83	45	1	19
76	30	2	53	84	00	1	16
76	45	2	49	84	15	1	13
77	00	2	46	84	30	1	9
77	15	2	43	84	45	1	6
77	30	2	39	85	00	1	3
77	45	2	37	85	15	1	00
78	00	2	33	85	30	00	56
78	15	2	30	85	45	00	53
78	30	2	26	86	00	00	50
78	45	2	23	86	15	00	47
79	00	2	20	86	30	00	44
79	15	2	17	86	45	00	41
79	30	2	13	87	00	00	38
79	45	2	10	87	15	00	35
80	00	2	7	87	30	00	31
80	15	2	4	87	45	00	28
80	30	2	00	88	00	00	25
80	45	1	57	88	15	00	22
81	00	1	54	88	30	00	19
81	15	1	51	88	45	00	16
81	30	1	47	89	00	00	13
81	45	1	44	89	15	00	10
82	00	1	41	89	30	00	7
82	15	1	38	89	45	00	..
82	30	1	34	90	00	00	00

CHAPITRE XIX.

AXIOMES CONCERNANT LA HAUTEUR ET LES OMBRES.

Toute ombre a une hauteur correspondante, mais toute hauteur n'a pas une ombre : car, d'après ce qui précède, le cadran peut être un arc de hauteur; et cet arc n'a pas d'ombre correspondante.

L'ombre horizontale et l'ombre verticale d'une hauteur quelconque ne sont toutes deux en même temps ni plus grandes ni plus petites que leurs corps ou modules; si l'une des ombres est plus grande que son corps, l'autre est plus petite que le sien; si l'une d'elles est égale à son corps, l'autre est aussi égale au sien.

L'ombre horizontale et l'ombre verticale d'une même hauteur sont telles, que le produit de la multiplication des parties de l'une par les parties de l'autre est égal au produit de la multiplication des parties du corps de la première par celles du corps de la seconde, soit que les deux corps soient évalués en doigts, ou que l'un d'eux seulement soit évalué en doigts et l'autre en unités d'une autre espèce.

Deux hauteurs sont complément l'une de l'autre lorsque l'ombre horizontale de l'une est égale à l'ombre verticale de l'autre, sous la condition cependant qu'elles soient exprimées en unités de même espèce; c'est-à-dire que, si l'une est évaluée en doigts, l'autre doit l'être aussi, et si la première est évaluée en pieds, la seconde doit l'être de même.

Deux hauteurs quelconques évaluées en quantités de même espèce sont telles, que l'ombre horizontale de l'une est à l'ombre

horizontale de l'autre comme l'ombre verticale de la seconde est à l'ombre verticale de la première.

Qu'on choisisse un espace de terrain et qu'on le nivelle avec soin pour le rendre parallèle à l'horizon, et qu'ensuite on y élève une colonne exactement perpendiculaire : lorsque les rayons du soleil tomberont sur ce terrain, préparé de manière que l'extrémité de l'ombre de la colonne y soit comprise, le rapport de cette colonne et de son ombre sera sensiblement le même que le rapport du sinus de la hauteur du soleil au sinus du complément de cette hauteur ; et il y aura dans l'ombre de la colonne, du moins sensiblement, autant de parties semblables de la colonne qu'il y a dans l'ombre horizontale de la hauteur de parties de son corps [ou module des tables], quoique cela n'ait lieu que parce que la grosseur de la terre est insensible relativement à celle de la sphère du soleil ; si donc on prépare avec beaucoup de soin un parallépipède de pierre ou de bois, dont les faces parfaitement planes soient à angle droit, et qu'on le pose perpendiculairement sur un terrain plan, de manière que les faces qui sont debout fassent un angle parfaitement droit avec l'horizon, et qu'ensuite sur une des faces perpendiculaires à l'horizon on place un [style] perpendiculaire à cette face, lorsque le soleil sera vis-à-vis de la dite face, l'ombre verticale de la hauteur sera toujours sensiblement égale à l'ombre du style, évaluée en parties semblables.

On demandera souvent par la suite les hauteurs correspondantes à des ombres horizontales comptées en doigts, et quoiqu'on puisse les trouver ou par un calcul direct, ou par la table qui précède, comme cela présente quelque difficulté, nous donnons dans la première des deux tables ci-après les hauteurs toutes calculées [pour les ombres de doigt en doigt jusqu'à 140 doigts inclusivement].

La deuxième table donne les ombres verticales évaluées en parties de 60 au module, pour les 60 premiers degrés du cadran.

Si l'on voulait la hauteur correspondante à une ombre verticale évaluée en doigts, on chercherait dans la première table l'ombre horizontale qui est égale à l'ombre verticale donnée, et prenant la hauteur qui répond à cette ombre horizontale, on la retrancherait de 90° pour avoir la hauteur demandée; il n'est pas besoin de dire que, si l'on voulait avoir une ombre horizontale évaluée en parties de 60 au corps, on pourrait se servir de la même manière de la table des ombres verticales évaluées en soixantièmes du module.

OBSERVATION.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer dans notre introduction, Aboul-Hhassan connaissait donc l'emploi des tangentes et des sécantes trigonométriques, dont l'invention avait été attribuée à l'un des restaurateurs de l'astronomie moderne, Régiomontan. L'importance de cette découverte, publiée en 1808 par M. Sédillot, donna une nouvelle direction aux idées que l'on s'était formées des travaux scientifiques des Arabes : ce ne fut que plusieurs années après que M. Sédillot, poursuivant ses recherches, reconnut qu'Eb-n-Jounis, au x^{e} siècle, avait été, sous ce rapport, aussi loin qu'Aboul-Hhassan, et que les Arabes employaient ces lignes 600 ans avant que Régiomontan en eût introduit l'usage dans notre trigonométrie. S.

TABLE DES HAUTEURS POUR LES OMBRES HORIZONTALES.

DE DOIGT EN DOIGT, JUSQU'À 140 DOIGTS INCLUSIVEMENT.

OMBRE.	HAUTEUR.		OMBRE.	HAUTEUR.		OMBRE.	HAUTEUR.	
	DOIGTS.	DEGRÉS. MINUTES.		DOIGTS.	DEGRÉS. MINUTES.		DOIGTS.	DEGRÉS. MINUTES.
1	85	14	25	25	39	49	13	46
2	80	32	26	24	46	50	13	30
3	76	00	27	23	58	51	13	15
4	71	35	28	23	12	52	13	00
5	67	24	29	22	29	53	12	45
6	63	26	30	21	48	54	12	32
7	59	46	31	21	10	55	12	19
8	56	20	32	20	34	56	12	6
9	53	9	33	19	59	57	11	53
10	50	11	34	19	27	58	11	41
11	47	29	35	18	56	59	11	30
12	45	00	36	18	26	60	11	19
13	42	43	37	17	58	61	11	8
14	40	36	38	17	32	62	10	57
15	38	39	39	17	6	63	10	47
16	36	52	40	16	42	64	10	37
17	35	13	41	16	19	65	10	28
18	33	41	42	15	57	66	10	18
19	32	16	43	15	36	67	10	9
20	30	57	44	15	15	68	10	00
21	29	45	45	14	56	69	9	52
22	28	37	46	14	37	70	9	44
23	27	34	47	14	17	71	9	36
24	26	34	48	14	2	72	9	28

.....
 SUITE DE LA TABLE DES HAUTEURS POUR LES OMBRES HORIZONTALES,
 DE DOIGT EN DOIGT, JUSQU'A 140 DOIGTS INCLUSIVEMENT.

OMBRE.	HAUTEUR.		OMBRE.	HAUTEUR.		OMBRE.	HAUTEUR.	
	DOIGTS.	DEGRÉS.		MINUTES.	DOIGTS.		DEGRÉS.	MINUTES.	DOIGTS.	DEGRÉS.	MINUTES.
73	9	20	97	7	3	121	5	39
74	9	13	98	6	59	122	5	37
75	9	5	99	6	55	123	5	34
76	8	58	100	6	51	124	5	31
77	8	51	101	6	47	125	5	29
78	8	45	102	6	43	126	5	27
79	8	38	103	6	39	127	5	24
80	8	32	104	6	35	128	5	21
81	8	26	105	6	31	129	5	19
82	8	19	106	6	27	130	5	16
83	8	14	107	6	24	131	5	14
84	8	8	108	6	20	132	5	12
85	8	3	109	6	17	133	5	9
86	7	57	110	6	14	134	5	7
87	7	51	111	6	10	135	5	5
88	7	47	112	6	7	136	5	2
89	7	41	113	6	3	137	5	00
90	7	36	114	6	00	138	4	58
91	7	31	115	5	57	139	4	56
92	7	26	116	5	54	140	4	54
93	7	21	117	5	51			
94	7	16	118	5	48			
95	7	12	119	5	45			
96	7	7	120	5	43			

TABLE DES OMBRES VERTICALES POUR LES HAUTEURS

JUSQU'À 60 DEGRÉS, LE MODULE OU CORPS DE L'OMBRE ÉTANT DE 60 PARTIES.

HAUTEUR.		OMBRE.			HAUTEUR.		OMBRE.		
DEGRÉS.	PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.	DEGRÉS.	PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.		
1	1	2	51	31	36	3	6		
2	2	5	43	32	37	30	2		
3	3	8	40	33	38	57	52		
4	4	11	45	34	40	28	54		
5	5	14	58	35	42	00	45		
6	6	18	22	36	43	35	33		
7	7	22	2	37	45	12	48		
8	8	25	57	38	46	52	38		
9	9	30	11	39	48	35	53		
10	10	34	47	40	50	20	45		
11	11	39	45	41	52	9	27		
12	12	45	12	42	54	1	27		
13	13	51	7	43	55	57	4		
14	14	57	34	44	57	56	9		
15	16	4	37	45	60	00	00		
16	17	12	17	46	62	7	54		
17	18	20	37	47	64	20	30		
18	19	29	43	48	66	38	12		
19	20	39	35	49	69	1	19		
20	21	50	16	50	71	30	20		
21	23	1	54	51	74	5	39		
22	24	14	33	52	76	47	47		
23	25	28	7	53	79	34	21		
24	26	22	49	54	82	34	58		
25	27	58	43	55	85	41	19		
26	29	15	50	56	88	57	12		
27	30	34	18	57	92	23	31		
28	31	54	0	58	96	1	10		
29	33	15	31	59	99	51	25		
30	34	38	28	60	103	55	22		

CHAPITRE XX.

DÉTERMINER APPROXIMATIVEMENT LA HAUTEUR DU SOLEIL.

Comme on ne peut sans instruments astronomiques déterminer exactement la hauteur du soleil, lorsque vous voudrez l'avoir à peu près vous vous tiendrez debout sur un terrain uni et horizontal, et comptant combien il y a de *pieds* dans votre ombre, vous en prendrez le double, dont vous retrancherez le dixième : le reste sera en *doigts* la longueur de l'ombre horizontale de la hauteur actuelle du soleil.

Si cette ombre horizontale est de 12 doigts, la hauteur sera de 45 degrés; si elle est plus petite que 12, vous prendrez 9 degrés pour chaque couple de doigts des six premiers doigts et 3 degrés pour chacun des autres doigts, la somme que vous aurez sera le complément de la hauteur; vous la retrancherez de 90 degrés, et le reste sera la hauteur demandée.

Si l'ombre horizontale est de plus de 12 doigts, on en prendra la moitié, par laquelle on divisera 36, et, doublant le quotient, on aura en doigts l'ombre verticale; puis on prendra 9 degrés pour chaque couple de doigts des six premiers doigts et 3 degrés seulement pour chacun des derniers doigts, et la somme sera le nombre des degrés de la hauteur.

1^{er} EXEMPLE.

L'ombre étant de 5 pieds, je double ce nombre, et du double 10 je retranche le 10^e; reste 9 doigts pour l'ombre horizontale. Ensuite je prends pour les 6 premiers doigts [27°] à raison de 9° pour 2 doigts, et pour

les 3 autres doigts [9°] à raison de 3° pour un doigt; la somme 36° est le complément de la hauteur : je retranche ces 36° de 90°, et le reste 54 est la hauteur approchée pour le temps de l'observation.

II^e EXEMPLE.

L'ombre étant de 20 pieds, je double le nombre, et du double 40 je retranche le 10°; il me reste 36 pour le nombre des doigts de l'ombre horizontale : ce nombre étant plus grand que 12, j'en prends la moitié, qui est 18, je divise 36 [nombre constant] par 18; le quotient est 2, que je double, et j'ai 4 doigts pour l'ombre verticale; lesquels, à raison de 9° pour 2 doigts, me donnent 18° pour la hauteur approchée [du soleil] au temps de l'observation.

CHAPITRE XXI.

DÉTERMINER APPROXIMATIVEMENT LA HAUTEUR DES ÉTOILES ET DES VERTICALES.

Placez entre vous et l'étoile ou la chose dont vous voulez connaître la hauteur, un corps dont la face supérieure soit parallèle à l'horizon, et en même temps polie [et réfléchissante], comme un miroir ou comme la surface de l'eau; ensuite tenez-vous droit sur le terrain, et après vous être approché du corps [sans vous incliner] éloignez-vous sans cesser de regarder sa surface jusqu'à ce que vous voyiez [l'image de] l'étoile sur le bord qui est de votre côté, et quand vous la verrez ainsi, mesurez la distance qui est entre votre position actuelle et le corps [réfléchissant], ce sera l'ombre horizontale de la hauteur de l'étoile, parce que

l'angle [d'incidence] du rayon [lumineux] est égal à l'angle de réflexion.

Où si vous aimez mieux, placez devant vous, entre vous et l'étoile ou la chose dont vous voulez connaître la hauteur, un jalon plus élevé que vous, et après vous en être approché en vous tenant droit, éloignez-vous jusqu'à ce que votre œil en se portant sur le sommet du jalon aperçoive l'étoile [sur le même rayon visuel]; ensuite multipliez la distance qui est entre votre position actuelle et le jalon par celle de votre œil au-dessus du sol, et divisez le produit par la différence entre votre hauteur et celle du jalon que vous avez placé devant vous; le quotient sera l'ombre horizontale de la hauteur demandée; car la différence entre votre hauteur et celle du jalon est à votre hauteur [prise ici pour celle de l'œil] comme la distance où vous êtes du pied du jalon est à l'ombre horizontale de la hauteur demandée.

CHAPITRE XXII.

DÉTERMINER APPROXIMATIVEMENT L'OMBRE HORIZONTALE ET L'OMBRE VERTICALE,
D'APRÈS LA HAUTEUR.

Si la hauteur est de 45° , l'ombre horizontale est de 12 doigts, de même que l'ombre verticale; si elle est au-dessous [de 45°], prenez deux doigts pour chaque fois 9° , jusqu'à ce que vous ayez six doigts, ensuite ne prenez qu'un doigt pour chaque fois 3° : la somme donnera en doigts l'ombre verticale. Si la hauteur est au-dessus de 45° , retranchez-la de 90° ; opérez sur le reste comme

vous venez de le faire pour une hauteur au-dessous de 45° , et le résultat sera l'ombre horizontale de la hauteur donnée.

I^{er} EXEMPLE.

La hauteur étant de 30° , comme 30° sont moins que 45° , prenez pour les 27 premiers degrés 6 doigts, et pour les 3 degrés restants un doigt; la somme 7 doigts sera l'ombre verticale de la hauteur 30° .

II^e EXEMPLE.

La hauteur étant de 50° , qui sont au-dessus de 45° , retranchez-la de 90° ; le reste sera 40° . Prenez pour les 27 premiers 6 doigts, et pour les 13 autres degrés 4 doigts $\frac{1}{3}$, à raison d'un doigt pour 3 degrés: la somme 10 doigts $\frac{1}{3}$ sera l'ombre horizontale de la hauteur donnée.

CHAPITRE XXIII.

DÉTERMINATION DE L'OBLIQUITÉ MAJEURE, POUR UNE ÉPOQUE QUELCONQUE.

L'obliquité majeure, *al-mâïle-al-aÿzhème*, est un arc de cadran d'un cercle passant par les deux pôles de la sphère des signes naturels [du zodiaque mobile] et par les deux pôles de l'équateur [céleste], lequel arc de cadran est compris entre l'équateur et le *minthakhah* de la sphère des signes naturels [l'écliptique]. Des observations exactes ont fait connaître que l'obliquité majeure n'est pas constamment de la même quantité.

Ptolémée l'a toujours trouvée, par l'observation, de $23^\circ 51'$; ensuite, au temps d'Almamon, on l'a trouvée de $23^\circ 35'$, et

[depuis] on a reconnu qu'elle oscillait entre $23^{\circ} 53'$ et $23^{\circ} 33'$. Si donc on veut connaître l'obliquité majeure pour une époque quelconque, on verra combien il y a d'années entre l'époque donnée et le commencement de l'hégire, et on prendra pour ces années, dans la *table de la distance du pôle de l'écliptique à la moindre distance*, prise sur le cercle de la variation d'inclinaison, la distance qui leur correspond, et on l'ajoutera à la souche de la distance du pôle, pour le commencement de l'hégire, si l'époque donnée est après celle de cette ère; mais si elle est auparavant, on retranchera cette distance de la souche, et le résultat de l'addition ou de la soustraction sera la *distance du pôle à la moindre distance*; ensuite on cherchera dans la *table de la variation d'obliquité* la quantité qu'on vient de trouver pour la *distance du pôle à la moindre distance*, et, prenant ce qui répond à cette quantité, on aura le *maximum, rhâïah*, d'obliquité [ou obliquité majeure] pour l'époque donnée.

EXEMPLE.

Supposons qu'il y ait d'écoulé 680 ans de l'hégire, cherchez dans la première table ci-après, pour cette époque, la distance du pôle, et prenez ce qui est à côté : vous aurez, pour 600 ans, $113^{\circ} 12'$; conservez cette quantité, et ajoutez-y ce que vous trouvez pour 80 ans, savoir : $15^{\circ} 6'$, la somme sera..... $128^{\circ} 18'$
Ajoutez-la à la souche, qui est de..... $278^{\circ} 6'$
parce que le temps donné est après l'hégire, la somme totale sera $406^{\circ} 24'$
Déduisez-en, pour un cercle entier..... $360^{\circ} 00'$
vous aurez pour reste..... $46^{\circ} 24'$
C'est la *distance du pôle à la moindre distance*.

Maintenant cherchez cette distance du pôle à la moindre distance [de $46^{\circ} 24'$] dans la deuxième table, qui est celle de la *variation d'obliquité*, vous trouverez à côté $23^{\circ} 36'$ environ : c'est l'obliquité majeure pour le temps donné.

Nous ferons observer cependant que ceux qui n'ont pas des connaissances fort étendues [en astronomie] croient communément que [l'obliquité majeure] est constante, et de $23^{\circ} 35'$ seulement.

OBSERVATION.

L'auteur paraît nommer l'obliquité de l'écliptique *obliquité majeure*, tant pour la distinguer de deux autres obliquités qu'il considère dans les points de l'écliptique relativement à l'équateur, savoir : l'*obliquité première* et l'*obliquité seconde*, que parce qu'étant mesurée sur le colure des solstices, l'obliquité majeure marque la plus grande distance à l'équateur d'aucun point de l'écliptique, celle des points solsticiaux; l'obliquité première et l'obliquité seconde marquent la distance des autres points, mesurée 1° sur un cercle de déclinaison, 2° sur un cercle de latitude, et sont les deux côtés d'un triangle sphérique qui a pour base un arc de l'équateur et pour sommet le point donné. S.

TABLE DE LA DISTANCE DU POLE DE L'ÉCLIPTIQUE
A LA MOINDRE DISTANCE.

ANNÉES.	DISTANCES.		ANNÉES.	DISTANCES.		ANNÉES.	DISTANCES.	
	DEGRÉS.	MINUTES.		DEGRÉS.	MINUTES.		DEGRÉS.	MINUTES.
100	18	52	10	1	53	1	0	11
200	37	44						
300	56	36	20	3	46	2	0	22
400	75	28						
500	94	20	30	5	39	3	0	33
600	113	12						
700	132	4	40	7	33	4	0	45
800	150	56						
900	169	48	50	9	26	5	0	56
1000	188	40						
1100	207	32	60	11	19	6	1	7
1200	226	24						
1300	245	16	70	13	13	7	1	19
1400	264	8						
1500	283	00	80	15	6	8	1	30
1600	301	52						
1700	320	44	90	16	59	9	1	42
1800	339	36						
1900	358	28	100	18	52	10	1	53
2000	367	20						
	[ou 7	20]						

SOURCE POUR LE COMMENCEMENT DE L'ÈRE : 278 degrés 6 minutes.

* Le manuscrit porte 33n, et les autres nombres marqués d'une * manquent dans le texte. 5.

TABLE DE LA VARIATION D'OBLIQUITÉ.

DISTANCE DU PÔLE.		OBLIQUITÉ [DE L'ÉCLIPTIQUE].			DIFFÉRENCES.	OBSERVATIONS.
DEGRÉS.	DEGRÉS.	DEGRÉS.	MINUTES.	SECONDES.		
[00	360	23	33	00]*	9"	<p>Ces deux tables nous offrent un nouvel exemple de l'emploi d'un <i>cercle fictif</i>. Ici ce cercle répond aux 20 minutes de différence du minimum au maximum d'obliquité.</p> <p>Nous avons reconnu les deux erreurs de cette seconde table en comparant les quantités qui la composent, leur progression en plus ou en moins étant soumise à une loi déterminée, comme on le voit par les différences que nous ajoutons dans la colonne ci-contre. S.</p>
10	350	23	33	9	27	
20	340	23	33	36	44	
30	330	23	34"	20	60	
40	320	23	35	20	74	
50	310	23	36	35	86	
60	300	23	38	00	95	
70	290	23	39	35	101	
80	280	23	41	16	104	
90	270	23	43	00	104	
100	260	23	44	44	101	
110	250	23	46	25	95	
120	240	23	48	00	86	
130	230	23	49	26	74	
140	220	23	50	40	60	
150	210	23	51	40	44	
160	200	23	52	24	27	
170	190	23	52	51	9	
180	180	23	53	00		

* Manuscrit, 41.

** Manuscrit, 35.

CHAPITRE XXIV.

DÉTERMINATION DE L'OBLIQUITÉ PREMIÈRE ET DE L'OBLIQUITÉ SECONDE D'UN POINT DONNÉ SUR LA CIRCONFÉRENCE [DE L'ÉCLIPTIQUE OU] DU *MINTHAKHAKH* DE LA SPHÈRE DES SIGNES NATURELS.

L'*obliquité première*, *al-maïle-al-aoual*, d'un point donné sur la circonférence du *minthakhah* de la sphère des signes naturels [ou de l'écliptique], est un arc de cadran d'un cercle passant par les pôles du monde et par le point donné, lequel arc se trouve compris entre ce point et l'équateur céleste.

L'*obliquité seconde*, *al-maïle-al-tsânïe*, d'un point donné sur la circonférence du *minthakhah* de la sphère des signes naturels, est un arc de cadran d'un cercle passant par les pôles de cette sphère [ceux de l'écliptique] et par le point donné, lequel arc se trouve compris entre ce point et l'équateur céleste.

L'*obliquité première* et l'*obliquité seconde* ont le même maximum, qui est l'*obliquité majeure*.

On entend par *obliquité* [d'un signe], du bélier [par exemple], l'*obliquité* du dernier point de ce signe; par *obliquité* d'un degré quelconque de la sphère des signes, celle du dernier point de ce degré; et par *obliquité* du soleil, celle du point de l'écliptique qui coïncide avec le centre de cet astre.

Si l'on considère un des points de la circonférence de l'écliptique, et qu'on veuille en avoir l'*obliquité première*, on multiplie le sinus de l'arc qui est entre le point donné et le point équinoxial le plus près de ce point, par le sinus de l'*obliquité majeure*,

et, divisant le produit par 60, on a pour quotient le sinus de l'obliquité demandée, et l'arc qui dans la table des sinus répond à ce sinus est la mesure de cette obliquité.

EXEMPLE.

Le maximum d'obliquité étant de $23^{\circ} 35'$, si on veut l'obliquité [première] du dernier point du bélier, on multiplie le sinus de l'obliquité majeure, lequel est 24, par le sinus de la distance du dernier point du bélier au point équinoxial le plus proche, laquelle est de 30° [et son sinus 30°]; et, divisant le produit 720ⁿ par 60, le quotient 12ⁿ sera le sinus de l'obliquité demandée, et cette obliquité de $11^{\circ} 32'$.

Ou, si on l'aime mieux, on prendra le rapport du sinus de l'obliquité majeure à 60, et, multipliant par ce rapport le sinus de la distance du point donné au point équinoxial le plus proche, le produit sera le sinus de l'obliquité demandée.

Ou enfin, si on l'aime mieux, on réduira le rapport du sinus [24ⁿ] de l'obliquité majeure et de 60ⁿ, à sa plus petite expression, ce qui donnera 2 et 5 pour les termes de ce rapport; ensuite on multipliera par 2 le sinus de la distance du point donné au point équinoxial le plus proche, et, divisant le produit par 5, le quotient sera le sinus de l'obliquité [première] du point donné.

Si on veut son *obliquité seconde*, on multipliera le sinus de l'arc compris entre ce point et le point équinoxial le plus proche par l'ombre verticale de la hauteur, égale à l'obliquité majeure; et, divisant le produit par 60, le quotient sera l'ombre verticale de la hauteur, qui est égale à l'obliquité demandée; ainsi en prenant cette hauteur on aura par sa valeur celle de l'obliquité demandée.

EXEMPLE.

L'obliquité majeure étant de $23^{\circ} 35'$, si on veut avoir l'obliquité seconde du dernier point du bélier, on prendra l'ombre verticale de l'obliquité majeure, laquelle ombre est de 5 doigts 14 minutes; on la multipliera par le

sinus de la distance du point donné au point équinoxial le plus voisin, laquelle est de 30° [et son sinus 30°], et, divisant le produit 157 doigts par 60, on aura au quotient 2 doigts 37 minutes pour l'ombre verticale de l'obliquité demandée. Or, la hauteur qui correspond à cette ombre est $12^\circ 18'$, quantité égale à la déclinaison demandée.

On pourrait déduire, pour un degré donné, l'obliquité seconde de l'obliquité première. Pour cela on divisera le sinus de l'obliquité première de ce degré par le sinus du complément de l'obliquité de la distance au solstice le plus voisin, et on aura au quotient le sinus de l'obliquité seconde du degré proposé, laquelle sera l'arc qui répond à ce sinus.

Observons que l'obliquité première de chaque degré est égale à l'obliquité seconde du *coascendant*, *muthālī*, de ce degré.

On doit savoir aussi 1^o que les différences d'obliquité des parties de la sphère des signes, à l'égard de l'équateur, sont plus grandes vers les points équinoxiaux et plus petites vers les points solsticiaux; celles qui sont plus près de l'équinoxe étant plus considérables que celles qui en sont éloignées; 2^o que les obliquités des parties également distantes des points équinoxiaux sont égales entre elles; que l'obliquité est dite boréale ou australe relativement à l'équateur: elle est *boréale* lorsque les parties considérées sont au nord, et *australe* lorsqu'elles sont au midi.

Comme on demande souvent 1^o l'obliquité première; 2^o l'obliquité seconde; 3^o l'ombre verticale de l'obliquité première, calculée sur un module de 60 parties; 4^o quels degrés de l'écliptique a telle ou telle obliquité, nous avons dressé les quatre tables suivantes, au moyen desquelles on résoudra facilement ces différentes questions.

La première table donne, pour tous les points de l'écliptique, l'obliquité première, dont le maximum est de $23^\circ 35'$.

La deuxième table donne l'obliquité seconde, dont le maximum est de même de $23^\circ 35'$.

La troisième table donne les ombres verticales de l'obliquité première, de degré en degré, sur un module de 60 parties.

La quatrième table donne les degrés de l'écliptique d'après leur obliquité première, de 15' en 15', jusqu'à 23° 35' inclusivement.

TABLE DE L'OBLIQUITÉ PREMIÈRE (OU DÉCLINAISON)
DONT LE MAXIMUM EST DE 23 DEGRÉS 35 MINUTES.

DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	0 SIGNE, VI ^e SIGNE.		I ^{er} SIGNE, VII ^e SIGNE.		II ^e SIGNE, VIII ^e SIGNE.	
		DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
1	29	0	24	11	53	20	29
2	28	0	48	12	14	20	11
3	27	1	12	12	35	20	53
4	26	1	36	12	56	21	4
5	25	2	00	13	16	21	16
6	24	2	24	13	36	21	26
7	23	2	48	13	56	21	36
8	22	3	11	14	15	21	46
9	21	3	35	14	35	21	56
10	20	3	59	14	54	22	5
11	19	4	23	15	13	22	14
12	18	4	46	15	32	22	22
13	17	5	10	15	50	22	30
14	16	5	33	16	8	22	37
15	15	5	57	16	26	22	44
16	14	6	20	16	43	22	50
17	13	6	43	17	1	22	56
18	12	7	6	17	28	23	2
19	11	7	29	17	34	23	7
20	10	7	52	17	51	23	12
21	9	8	15	18	7	23	16
22	8	8	37	18	23	23	20
23	7	9	00	18	38	23	24
24	6	9	22	18	53	23	27
25	5	9	44	19	8	23	29
26	4	10	6	19	22	23	31
27	3	10	28	19	36	23	33
28	2	10	50	19	50	23	34
29	1	11	11	20	3	23	35
30	0	11	32	20	16	23	35

TABLE DE L'OBLIQUITÉ SECONDE

DONT LE MAXIMUM EST AUSSI DE 23 DEGRÉS 35 MINUTES.

DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	0 SIGNE, VI ^e SIGNE.		I ^{er} SIGNE, VII ^e SIGNE.		II ^e SIGNE, VIII ^e SIGNE.	
		DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
1	29	0	26	12	40	20	58
2	28	0	52	13	1	21	4
3	27	1	18	13	22	21	15
4	26	1	44	13	43	21	25
5	25	2	10	14	3	21	34
6	24	2	36	14	23	21	44
7	23	3	2	14	43	21	53
8	22	3	28	15	2	22	2
9	21	3	54	15	21	22	10
10	20	4	20	15	40	22	18
11	19	4	45	15	58	22	26
12	18	5	11	16	17	22	32
13	17	5	36	16	34	22	39
14	16	6	1	16	52	22	46
15	15	6	26	17	9	22	51
16	14	6	51	17	26	22	56
17	13	7	17	17	42	23	2
18	12	7	40	17	58	23	7
19	11	8	5	18	14	23	11
20	10	8	29	18	29	23	15
21	9	8	53	18	44	23	19
22	8	9	17	18	59	23	22
23	7	9	40	19	13	23	25
24	6	10	4	19	26	23	28
25	5	10	27	19	40	23	30
26	4	10	50	19	53	23	31
27	3	11	12	20	6	23	33
28	2	11	34	20	18	23	34
29	1	11	57	20	30	23	34
30	0	12	18	20	42	23	35

TABLE DES OMBRES VERTICALES DE L'OBLIQUITÉ [PREMIÈRE]
DES POINTS DE L'ÉCLIPTIQUE, DE DEGRÉ EN DEGRÉ, POUR UN DE SES QUADRANS.

DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	OMBRE.			DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	OMBRE.			DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	OMBRE.		
	PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.
1	0	25	8	31	12	38	7	61	22	24	50
2	0	50	47	32	13	1	2	62	22	39	26
3	1	15	25	33	13	23	49	63	22	53	37
4	1	40	32	34	13	46	22	64	23	7	19
5	2	5	37	35	14	8	49	65	23	20	45
6	2	30	42	36	14	31	5	66	23	33	43
7	2	55	44	37	14	53	6	67	23	46	9
8	3	20	44	38	15	15	1	68	23	58	7
9	3	45	46	39	15	36	41	69	24	9	32
10	4	10	42	40	15	58	2	70	24	16	36
11	4	35	38	41	16	19	18	71	24	31	12
12	5	00	31	42	16	40	21	72	24	41	21
13	5	25	20	43	17	1	2	73	24	50	57
14	5	50	7	44	17	21	34	74	25	00	00
15	6	14	46	45	17	41	55	75	25	8	30
16	6	39	26	46	18	1	55	76	25	16	30
17	7	4	2	47	18	21	32	77	25	23	56
18	7	28	30	48	18	41	4	78	25	30	53
19	7	52	56	49	19	00	19	79	25	37	24
20	8	17	12	50	19	19	10	80	25	43	20
21	8	41	34	51	19	37	44	81	25	48	42
22	9	5	45	52	19	56	4	82	25	53	32
23	9	29	46	53	20	14	00	83	25	57	47
24	9	53	42	54	20	31	32	84	26	1	28
25	10	17	34	55	20	48	49	85	26	4	35
26	10	41	20	56	21	5	48	86	26	7	10
27	11	4	59	57	21	22	22	87	26	9	9
28	11	28	26	58	21	38	30	88	26	10	33
29	11	51	48	59	21	54	16	89	26	11	26
30	12	15	3	60	22	9	47	90	26	11	40

* Manuscrit, 18.

TABLE DES DEGRÉS D'UN CADRAN DE L'ÉCLIPTIQUE,

D'APRÈS LEUR OBLIQUITÉ [PREMIÈRE], DE DEGRÉ EN DEGRÉ, JUSQU'À 23 DEGRÉS 35 MINUTES.

OBLIQUITÉ PREMIÈRE.		DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.		OBLIQUITÉ PREMIÈRE.		DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
0	15	0	38	6	15	15	48
0	30	1	15	6	30	16	27
0	45	1	53	6	45	17	6
1	00	2	30	7	00	17	45
1	15	3	8	7	15	18	24
1	30	3	46	7	30	19	30
1	45	4	23	7	45	19	42
2	00	5	1	8	00	20	22
2	15	5	33	8	15	21	2
2	30	6	16	8	30	21	41
2	45	6	54	8	45	22	21
3	00	7	31	9	00	23	2
3	15	8	9	9	15	23	42
3	30	8	47	9	30	24	22
3	45	9	25	9	45	25	3
4	00	10	3	10	00	25	45
4	15	10	41	10	15	26	25
4	30	11	19	10	30	27	6
4	45	11	57	10	45	27	48
5	00	12	35	11	00	28	32
5	15	13	14	11	15	29	12
5	30	13	52	11	30	29	54
5	45	14	31	11	45	30	36
6	00	15	9	12	00	31	19

SUITE DE LA TABLE DES DEGRÉS D'UN CADRAN DE L'ÉCLIPTIQUE,
D'APRÈS LEUR OBLIQUITÉ [PREMIÈRE], DE DEGRÉ EN DEGRÉ, JUSQU'À 13 DEGRÉS 35 MINUTES.

OBLIQUITÉ PREMIÈRE.		DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.		OBLIQUITÉ PREMIÈRE.		DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	
DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.	DEGRÉS.	MINUTES.
12	15	32	2	18	15	51	31
12	30	32	46	18	30	52	29
12	45	33	29	18	45	53	29
13	00	34	13	19	00	54	29
13	15	34	58	19	15	55 *	30
13	30	35	42	19	30	56 **	34
13	45	36	27	19	45	57	38
14	00	37	13	20	00	58	45
14	15	37	59	20	15	59	54
14	30	38	45	20	30	61	6
14	45	39	32	20	45	62	20
15	00	40	19	21	00	63	37
15	15	41	7	21	15	64	57
15	30	41	55	21	30	66	22
15	45	42	14	21	45	67	54
16	00	43	33	22	00	69	31
16	15	44	24	22	15	71	10
16	30	45	14	22	30	73	3
16	45	46	5	22	45	75	9
17	00	46	58	23	00	77	37
17	15	47	50	23	15	80	39
17	30	48	44	23	30	85	21
17	45	49	39	23	45	90	00
18	00	50	35				

* Manuscrit, 56.

** Manuscrit, 58.

CHAPITRE XXV.

DÉTERMINATION DE LA DISTANCE DES ÉTOILES A L'ÉQUATEUR, POUR UNE ÉPOQUE QUELCONQUE, D'APRÈS LEUR LONGITUDE ET LEUR LATITUDE POUR CETTE ÉPOQUE.

La distance d'une étoile à l'équateur [ou sa déclinaison] est un arc de cadran d'un cercle passant par les pôles du monde et par le centre de l'étoile, compris entre le demi-diamètre qui passe par le centre de l'étoile et entre l'équateur. La déclinaison des étoiles n'est pas constamment la même, parce que leur longitude n'est pas constante et que leur mouvement se fait sur un cercle qui n'est pas parallèle à l'équateur.

Lorsqu'on veut avoir la déclinaison d'une étoile pour un temps donné, on assigne pour ce temps le lieu de l'étoile [en longitude et latitude], comme il a été dit précédemment. [Sur quoi l'on peut observer que l'étoile doit être ou sur l'équateur, ou sur le premier cercle de latitude, ou sur l'écliptique, ou enfin sur tout autre point de la sphère¹.] Dans le premier cas, elle n'a pas de déclinaison; dans le second [pour avoir la déclinaison], on multiplie le sinus de la latitude par le [cosinus] de l'obliquité majeure [celle de l'écliptique], et, divisant le produit par 60, on a au quotient le sinus de la déclinaison, laquelle est de même dénomination que la latitude.

¹ Nous substituons ceci au texte, qui nous paraît altéré, et dont voici la traduction littérale : « Observez que l'étoile doit être dans l'un des quatre côtés, soit qu'elle soit dans l'un des deux points équinoxiaux et qu'elle n'ait pas de latitude, ou qu'elle y soit et qu'elle ait une latitude. » On ne peut mettre en question qu'une étoile placée dans un des équinoxes ait ou n'ait pas de latitude; et d'ailleurs ceci ne comprend pas les quatre cas que l'auteur expose ensuite. Voyez la formule générale que nous donnons à la fin de ce chapitre. S.

Dans le troisième cas, la déclinaison est égale à l'obliquité première du lieu de l'étoile, et elle est de même dénomination que cette obliquité¹.

Dans le quatrième cas, ajoutez la latitude à l'obliquité seconde, si la latitude et l'obliquité sont du même côté; dans le cas contraire, retranchez la plus petite de la plus grande, et observez que la dénomination du reste doit être la même que celle de la plus grande; ensuite multipliez le sinus du *reste* ou de la *somme* par le sinus du complément de l'obliquité majeure, et divisez le produit par le sinus du complément de l'obliquité seconde du lieu de l'étoile : le quotient sera le sinus de la déclinaison de cette étoile, laquelle déclinaison sera boréale ou australe, selon la dénomination du reste ou de la somme dont on aura fait usage.

EXEMPLE.

On demande la déclinaison d'*Aldébaran* [ou l'œil du Taureau] pour l'année 680 de l'hégire.

Cherchez sa position pour cette époque; vous trouverez qu'elle est dans la 30^e minute du 29^e degré du Taureau, et que sa latitude de 5^e 10' est australe. Ainsi *Aldébaran* est dans le quatrième cas, parce qu'il n'est [ni sur l'équateur ni sur le premier cercle de latitude²], et qu'il a une latitude.

D'après cela, prenez l'obliquité seconde de 28^e 29' du Taureau, c'est-à-dire 20^e 24', dans la partie boréale; prenez la différence entre cette obliquité [seconde] et la latitude, parce qu'elles sont de dénomination contraire. vous aurez 15^e 14', et cette différence sera boréale. Ensuite multipliez le sinus de cette différence, lequel est 15^e 46', par le sinus du complément de l'obliquité majeure pour l'année 680 de l'hégire, c'est-à-dire par 54^e 59', et divisez le produit 866^e 54'⁵ 14" par le sinus du complément de l'obliquité

¹ Ceci est l'équivalent de cette phrase : *La déclinaison est égale à elle-même*; car l'obliquité première n'est autre chose que la déclinaison des points de l'écliptique. Mais, dans le sens de l'auteur, elle devient significative, parce qu'il a déjà donné la manière de trouver l'obliquité première. S.

² Le texte porte : « Parce qu'il n'est pas dans un des deux points équinoxiaux. » S.

³ Par correction marginale, 18' 9". Calcul inexact. S.

seconde de $28^{\circ} 29'$ du Taureau, c'est-à-dire par $56^{\circ} 14'$, et le quotient $15^{\circ} 25'$ environ sera le sinus de la déclinaison d'*Aldebaran*, laquelle est de $14^{\circ} 53'$ boréale, parce que la dénomination de la différence de l'obliquité du lieu d'*Aldebaran* et de sa latitude est boréale.

Si on retranche la déclinaison d'une étoile de 90° , le reste sera la distance de cette étoile au pôle du monde le plus près d'elle, et cette distance sera de même dénomination que la déclinaison; et si on ajoute 90° à la déclinaison d'une étoile, la somme sera la distance de cette étoile au pôle qui en est le plus éloigné, distance dont la dénomination sera contraire à celle de la déclinaison.

Comme nous emploierons souvent dans nos calculs la déclinaison des étoiles, nous avons dressé, pour la fin de l'année 680 de l'hégire, la table suivante, qui contient les déclinaisons de 180 étoiles à cette époque.

OBSERVATION.

Les quatre cas relatifs au lieu d'une étoile dont on cherche la déclinaison sont compris dans la formule suivante :

$$\text{Sin. Déclinaison} = \frac{\text{Sin. (lat. } \pm \text{ obliq. seconde) cos. obliq. maj.}}{\text{Cos. obliq. seconde,}}$$

qui est celle du quatrième cas, et qui donne,

pour le premier.... Sin. Déclin. = 0;

pour le deuxième... Sin. Déclin. = $\frac{\text{Sin. lat.} \times \text{cos. obliq. maj.}}{R}$;

et pour le troisième... Sin. Déclin. = Tang. obliq. sec \times cos. obliq. maj. = obliq. prem.

Cette manière de considérer la question est beaucoup plus simple; et comme ce sont les seules circonstances du lieu de l'étoile, dans le sens de l'auteur, elle justifie en quelque sorte la restauration que nous avons faite, comme la seule admissible. S.

TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES.

POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS DE LA TABLE DE L'ÉCARTÉ	NOMS DES ÉTOILES.	DÉCLINAISON.		RÉGION DE L'ÉCARTÉ.
			DÉGRÉS.	MINUTES.	
1	14	La bouche de la Baleine.....	0	15	B.
2	19	La main tronquée. Astrol*.....	1	8	B.
3	47	La boréale de la ceinture d'Orion.....	1	44	A.
4	137	La boréale d'al-Rhafar.....	1	50	A.
5	52	La médiale de la ceinture d'Orion.....	2	9	A.
6	83	L'externe de la tête de l'Hydre, au midi.....	2	13	A.
7	222**	La boréale d'Arhebiûh.....	2	19	A.
8	220	La brillante de Saad-al-Bihâm.....	2	41	A.
9	10	Le menton ou barbe de la Baleine.....	2	51	A.
10	54	L'australe de la ceinture d'Orion.....	2	54	A.
11	196	La boréale d'al-Zhaltmâr, de l'Aigle.....	2	55	A.
12	120	L'angle de Bootes.....	3	0	B.
13	115	La médiale du côté austral de Bootes.....	3	27	B.
14	98	Sohêl, le Solitaire. Astrol.....	3	31	A.
15	130	Le sommet du fémur d'al-Ahzari.....	3	44	B.
16	216	La brillante de Saad-al-Mulk.....	3	46	A.
17	223	Saad-al-Arhebiûh.....	3	50	A.
18	221	La médiale d'Arhebiûh.....	3	51	A.
19	44	L'épaule gauche d'al-Jouzâ.....	4	43	B.
20	40	La sixième de la Couronne-Royale.....	4	53	B.
21	140	La médiale d'al-Rhafar.....	4	54	B.

* Cette abréviation signifie : marquée sur l'astrolabe, note ajoutée au nom de plusieurs étoiles. S.

** Manuscrit, 225. Plusieurs de ces numéros de renvoi sont inexacts; nous les avons revus et corrigés avec soin, et nous en avons rétabli plusieurs qui manquaient. Nous marquerons ceux dont nous n'avons pas trouvé la concordance. S.

SUITE DE LA TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES.
POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS d'ordre.	NUMÉROS de la TABLE DE LONGITUDE.	NOMS DES ÉTOILES.	DECLINAISON.		RÉGION DU CIEL.
			DÉG.ÉS.	MINUTES.	
22	199	Le col de l'Aigle.....	4	54	A.
23	224*	L'australe d'Arhhebidh.....	4	55	A.
24	191	L'australe d'al-Zhalimâ, de l'Aigle.....	5		
25	147	Le plateau boréal ou la boréale d'al-Zebânâ.....	5	13	A.
26	113	Le côté austral de Bootes.....	6	3	B.
27	57	L'épaulé d'al-Jouzâ, Astrol.....	6	6	B.
28	138	L'australe d'al-Rhafar.....	6	33	A.
29	78	Al-Rhomeishâ, Astrol.....	6	40	B.
30	198	[L'Aigle] volant, Astrol.....	6	46	B.
31	132	Al-Aézal, le Délaissé, Astrol.....	6	48	A.
32	215	La bouche du Cheval, Astrol.....	6	50	B.
33	224	La brillante de Saad-al-Rhamâm.....	6	56	B.
34	123	La médiane du côté boréal de Bootes.....	7	45	B.
35	163	Le genou gauche du Serpenteaire.....	8	17	A.
36	213	La brillante de Saad-al-Soude.....	8	43	A.
37	51	Al-Hakkeah ou la tête d'Orion.....	8	44	B.
38	206	La queue du Dauphin, Astrol.....	8	46	B.
39	151	Le col du Serpent.....	9	10	B.
40	74**	Merzame-ul-Rhomeishâ.....	9	10	B.
41	42	Le pied d'Al-Jouzâ, Astrol.....	9	42	A.
42	31	La poitrine du Taureau.....	10	00	B.
43	55	Le genou d'Orion.....	10	31	A.

* C'est la quatrième citée d'al-Arhebidh, et il n'y en a que trois dans la table des longitudes. S.

** Ce n° 74 répond à Chieru-ul-Rhomeidhâ.

SUITE DE LA TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES,
POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS de la TABLE DE LONGITUDE.	NOMS DES ÉTOILES.	DÉCLINAISON.		RÉGION DU CIEL.
			DÉGRÉS.	MINUTES.	
44	234	L'aile du Cheval. Astrol.....	10	8	B.
45	227	La croupe du Cheval. Astrol.....	11	17	B.
46	204	La brillante de <i>Saad-Bela</i>	11	41	A.
47	238	La boréale de l'origine de la queue de la Baleine.....	11	52	A.
48	207	L'australe avancée des Nœuds.....	11	52	A.
49	144	Le plateau austral ou l'australe d' <i>al-Zebâd</i>	12	15	A.
50	110	La boréale de la ligne.....	12	23	A.
51	210	L'australe en arrière des Nœuds.....	12	26	B.
52	125	L'aile gauche du Corbeau.....	12	26	A.
53	233	La boréale de la queue de la Baleine. Astrol.....	12	48	A.
54	192	La queue de l'Aigle.....	12	57	B.
55	108	L'australe de la ligne.....	12	59	A.
56	92	L'australe d' <i>al-Tharf</i>	13	1	B.
57	67	L'australe d' <i>al-Hanâh</i>	13	4	B.
58	171	La tête du Serpenteaire.....	13	13	B.
59	121	L'aile droite du Corbeau.....	13	19	A.
60	208	La boréale avancée des Nœuds.....	13	59	B.
61	240**	L'australe de la croupe de la Baleine.....	14	2	A.
62	1	Le ventre de la Baleine.....	14	5	A.
63	201	La boréale de <i>Saad-al-Dzâbihh</i>	14	20	A.
64	20	L'australe d' <i>al-Bothâine</i>	14	32	B.
65	118	Le côté boréal de Bootes.....	14	40	B.

* Ce n° 67 répond à la cinquième d'*al-Hanâh*.

** Voy. n° 106.

SUITE DE LA TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES,

POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS d'ordre.	NUMÉROS de la TABLE DE L'ORDRE.	NOMS DES ÉTOILES.	DÉCLINAISON.		RÉGION DU CIEL.
			DÉGRES.	MINUTES.	
66	39	<i>Aldebaran</i> . Astrol.	14	53	B.
67	6	L'australe d' <i>al-Chérathaine</i>	15	35	B.
68	102	Le cœur du Lion. Astrol.	15	36	B.
69	69	<i>Chiéra-al-Abour</i> . Astrol.	15	38	A.
70	166	La tête de l'Agneuillé. Astrol.	15	54	B.
71	65	L'australe du reste d' <i>al-Haneah</i>			
72	23	La médiale d' <i>al-Bothaine</i>			
73	202	L'australe de <i>Saad-al-Dzâbihh</i>	16	40	A.
74	193	La dernière d' <i>al-Khaldâshe</i>	16	47	A.
75	7	La boréale de <i>Chérathaine</i>	16	54	B.
76	158	La boréale de la Couronne.	17	6	A.
77	64	<i>Merzame-al-Abour</i>	17	47	A.
78	122	Le col du Corbeau.	18	2	A.
79	99	La boréale d' <i>al-Bothaine</i>	18	32	B.
80	111	<i>Al-Sharfa</i> . Astrol.	18	40	B.
81	49	Le corps du Lièvre.	18	51	A.
82	127	Le pied du Corbeau.	19	5	A.
83	209	La suivante de la queue du Capricorne. Astrol.	19	10	A.
84	11	<i>Al-Nâthihh</i> . Astrol.	19	33	B.
85	106	L'australe d' <i>al-Rhartsane</i>	19	47	B.
86	159	La médiale de la Couronne.	19	51	A.
87	239	L'australe du reste des Autruches.	20	3	A.
88	124	La vertèbre dorsale du Corbeau.	20	14	A.

SUITE DE LA TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES,
POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS de la TABLE DE LONGITUDE.	NOMS DES ÉTOILES.	DÉCLINAISON.		RÉGION DE CIEL.
			DÉGRÉS.	MINUTES.	
89	100	L'australe du reste du Front.....	20	16	B.
90	63	La médiale d'al-Haneâh.....	20	30	B.
91	178	La boréale de Zhalim-al-Râte.....	20	33	A.
92	184	La première de al-Khalâishe.....	21	24	A.
93	190	La brillante d'al-Khalâishe.....	21	30	A.
94	82	Al-Nutrak.....	21	42	B.
95	60	La première d'al-Haneâh.....	21	52	B.
96	233	La seconde Grenouille.....	21	57	A.
97	61	Celle qui est à côté d'al-Haneâh.....	22	13	B.
98	32	L'externe des Pléiades au nord.....	22	31	B.
99	129	La lance du Lancier.....	22	45	B.
100	160	L'australe de la Couronne.....	23	4	A.
101	101	L'épaule du Lion. Astrol.....	23	36	B.
102	229	L'épaule du Cheval. Astrol.....	23	37	B.
103	133	Al-Simâk-al-Râmîkh.....	23	48	B.
104	164	Le cœur du Scorpion.....	23	50	A.
105	104	La crinière du Lion.....	24	15	B.
106	240	L'australe des Autruches.....	24	40	A.
107	181	Al-Hâte, le Pasteur.....	25	00	A.
108	66	Le genou du Géneau antérieur.....	25	00	B.
109	237	Sirat-al-Fars. Astrol.....	25	4	B.
110	76	La médiale d'al-Adzâni.....	25	34	A.
111	13	Le sommet du Triangle. Astrol.....	25	41	B.

SUITE DE LA TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES,
POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS de la TABLE DE LONGITUDE.	NOMS DES ÉTOILES.	DÉCLINAISON.		RÉGION DU CIEL.
			DÉGRÉS.	MINUTES.	
112	91	La boréale d' <i>al-Tharf</i>	25	53	B.
113	99	La boréale du Front.....	26	34	B.
114	183	L'épaule du Sagittaire.....	26	44	A.
115	200	Le bec de la Poule. Astrol.....	26	48	B.
116	48	La corne du Taureau. Astrol.....	27	13	B.
117	182	Le haut de la Flèche, <i>Faukhe-al-Sahem</i>	27	24	A.
118	217	L' australe d' <i>al-Fouâris</i>	27	26	B.
119	148	L'extrémité de la queue de l'Hydre.....	27	42	A.
120	79	La dernière d' <i>al-Adzâri</i>			
121	183	L'omoplate du Sagittaire.....	28	2	A.
122	72	La première d' <i>al-Adzâri</i> , des <i>Vierges</i>	28	9	A.
123	35	La suivante du haut de l'épaule des Pléiades.....	29	00	B.
124	75	Le Gémeau austral.....	29	13	B.
125	131	La suivante du triangle de l'Hydre.....	29	14	A.
126	53	La corne australe du Taureau.....	29	21	B.
127	176	La pointe de la Flèche.....	29	32	A.
128	142	La brillante d' <i>al-Félah</i>	29	52	B.
129	179	La main fermée du Sagittaire.....	29	55	A.
130	62	Le pied du Chien.....	30	14	A.
131	185	L'aisselle du Sagittaire.....	30	19	A.
132	134	La ceinture d' <i>al-Shaïihh</i>	30	34	B.
133	15	La boréale des <i>Anisaine</i>	31	23	B.
134	5	La brillante du ventre du Poisson.....	31	48	B.

SUITE DE LA TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES,
POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS de la TABLE DE LONGITUDE.	NOMS DES ÉTOILES.	DÉCLINAISON.		RÉGION DE CIEL.
			DÉGRÉS.	MINUTES.	
135	135	L'épaule gauche du Centaure.....	32	8	A.
136	71	Le bras antérieur. Astrol.....	32	55	B.
137	136	L'épaule droite du Centaure.....	32	56	A.
138	180	<i>Al-Sitah</i>	34	16	A.
139	50	L'antérieure d' <i>Anourai-al-Arheribah</i>	34	51	A.
140	218	La bouche du Poisson austral, <i>Fomalhaut</i>	35	31	A.
141	173	La boréale d' <i>al-Chaulah</i>	35	46	A.
142	172	L'australe d' <i>al-Chaulah</i>	35	51	A.
143	177	Le talon du Sagittaire.....	36	19	A.
144		(Manque.).....	36	20	D.
145	214	La poitrine de la Poule.....	37	20	B.
146	36	Le genou de Persée.....	37	36	B.
147	90	Le plancher du Vaisseau.....	37	45	A.
148	28	La tête d' <i>al-Rhol</i> (ou de Méduse).....	38	22	B.
149	214	La queue du Poisson austral.....	38	25	A.
150	187	L'Aigle tombant.....	38	27	B.
151	17	Le pied de l'Enchaînée (d'Andromède).....	38	32	B.
152	105	<i>Al-Nachir</i>	39	4	A.
153	186	Le genou du Sagittaire. Astrol.....	41	33	A.
154	112	Le foie du Lion.....	42	16	B.
155	219	<i>Al-Rijfe</i>	42	44	B.
156	3	La dernière du Fleuve.....	42	46	A.
157	58	L'épaule droite du Cocher.....	43	00	B.

SUITE DE LA TABLE DE LA DÉCLINAISON DE 180 ÉTOILES.
POUR LA FIN DE L'ANNÉE 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS p'occur.	NUMÉROS de la TABLE DE LONGITUDE	NOMS DES ÉTOILES.	DÉCLINAISON.		RÈGLES ou CIEL.
			DIGRÉS.	MINUTES.	
158	208	La boréale d' <i>al-Fouâris</i>	43	30	B.
159	97	Celle qui est sous le plancher du Navire.....	44	25	A.
160	46	<i>Al-Aïâkhe</i> . Obs.....	44	25	B.
161	34	Le côté de Persée. Obs.....	46	34	B.
162	68	<i>Sohâl-al-Idmen</i> , Canope. Astrol.....	51	27	A.
163	19	La poitrine de Cassiopée.....	52	13	B.
164	27	Le poignet des Pléiades.....	53	12	B.
165	114	<i>Al-Khaïd</i> , le Gouverneur. Astrol.....	53	14	B.
166	8	La Main teinte. Astrol.....	54	56	B.
167	139	L'articulation du pied droit du Centaure.....	55	20	A.
168	150	<i>Hhadhâr</i> . Astrol.....	56	2	
169	143	La cheville du pied droit du Centaure.....	57	56	A.
170	161	<i>Al-Fvesna</i>	57	56	A.
171	107	<i>Al-Anâkhe</i>	58	55	B.
172	141	La tarse gauche du Centaure.....	59	2	A.
173	236	L'épaule de l'Enflammé, de <i>Céphée</i>	59	33	B.
174	103	<i>Al-Jaune</i>	59	39	B.
175	93	L'épigastro de la Grande-Ourse.....	60	8	B.
176	117	L'australe des Deux-Loups.....	64	24	B.
177	88	Le dos de la Grande-Ourse.....	65	35	B.
178	116	La boréale des Deux-Loups.....	66	24	B.
179	87	La brillante d' <i>al-Ferkhadâine</i>	77	2	B.
180	56	<i>Al-Judîa</i> , ou la brillante de la queue de la Petite-Ourse.....	84	14	B.

CHAPITRE XXVI.

DÉTERMINATION DE LA LATITUDE DES LIEUX TERRESTRES.

La latitude d'un lieu, *béled*, est un arc de cadran du méridien compris entre le zénith du lieu et l'équateur, et cet arc est égal à la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon.

Si donc on veut avoir la latitude d'un lieu terrestre, on prendra la hauteur méridienne du soleil au-dessus de l'horizon de ce lieu, et si cette hauteur est de 90° et que le soleil n'ait pas alors de déclinaison, le lieu n'a pas de latitude; mais si le soleil a une déclinaison, le lieu a une latitude égale à cette déclinaison.

Si la hauteur prise [à midi] est au-dessous de 90° et que le soleil n'ait pas de déclinaison, retranchez cette hauteur de 90° , le reste sera la latitude du lieu; mais si le soleil a une déclinaison, ajoutez cette déclinaison à la hauteur observée, si elles sont de même dénomination, ou retranchez-en la hauteur, si elles ne sont pas de même dénomination; et si le résultat de l'addition ou de la soustraction est de 90° , le lieu n'a pas de latitude; mais s'il n'est pas de 90° , la différence à 90° sera égale à la latitude du lieu.

On peut aussi trouver la latitude d'un lieu au moyen de la hauteur méridienne d'une étoile dont la déclinaison est connue, en opérant sur la déclinaison de l'étoile comme on le ferait sur celle du soleil, et en traitant l'étoile elle-même comme si c'était le soleil.

AUTRE MÉTHODE.

Choisissez une étoile qui ne soit pas au-dessous de l'horizon lors de ses deux passages au méridien ; observez la hauteur de cette étoile à chaque passage, ajoutez la plus petite à la plus grande et prenez la moitié de la somme ; ce sera la latitude du lieu de l'observation si les deux hauteurs sont de même dénomination, même si l'une d'elles est de 90° .

Mais si les deux hauteurs sont de dénomination différente, retranchez leur somme de 180° , et la moitié du reste ajoutée à la moindre hauteur donnera la latitude du lieu.

Si elles sont égales, ajoutez le demi-reste à l'une des deux, et la somme trouvée sera la latitude du lieu.

La table suivante donne les latitudes des lieux les plus utiles à connaître pour ceux qui cultivent la science dont nous nous occupons dans cet ouvrage.

Nous avons écrit en encre rouge les noms des villes¹ dans lesquelles nous avons été, et dont nous avons observé nous-même la latitude ; les noms des autres villes, qui sont celles où nous n'avons pas été, sont écrits en encre noire, et nous en avons pris les latitudes tant dans les différents ouvrages que nous avons lus, que dans les relations qui nous ont été faites par différentes personnes.

Le nombre des villes dont les noms sont dans cette table n'est que de cent trente-cinq ; il y en a beaucoup d'autres et même de très-connues que nous n'avons pas cru devoir y placer et dont nous ne parlerons pas, parce que nous n'avons rien trouvé de positif à leur égard, et que nous n'avons rencontré aucun homme versé dans cette science qui y ait été et qui ait pu nous en donner la

¹ Ces noms sont en caractères italiques dans la table suivante. S.

latitude exactement. On trouve cependant leur latitude indiquée dans beaucoup de livres, mais les auteurs ne s'accordent pas entre eux; ils donnent des quantités tout à fait différentes, principalement pour les pays de l'Inde et les contrées adjacentes, ainsi que pour les pays des Rhhozars ou *Khוזars* et pour ceux des Esclavons et peuples voisins, ce qui laisse encore beaucoup de choses à désirer.

TABLE DES LATITUDES DE CXXXV LIEUX TERRESTRES

[DANS LAQUELLE LES XLIV NOMS EN CARACTÈRES ITALIQUES SONT CEUX DES VILLES OU L'AUTEUR A VÉRIFIÉ LUI-MÊME LA HAUTEUR DU PÔLE].

N° D'ORDRE.	NOMS DES VILLES.	CLIMATS.	LATITUDE.		N° D'ORDRE.	NOMS DES VILLES.	CLIMATS.	LATITUDE.	
			Degrés.	Minutes.				Degrés.	Minutes.
1	Rhânah*.....	1	10	00	21	Sijelmâsah.....	2	27	00
2	Rhâdîa.....	1	10	40	22	Biskarah.....	2	27	00
3	Al-Takrour.....	1	10	40	23	Touzer.....	2	27	00
4	Makhdichou.....	1	11	00	24	<i>Muniet-Beni-Rhhashib</i>	2	27	00
5	Zhafûr.....	1	12	30	25	<i>Ifrîne</i>	3	28	00
6	Adène.....	1	13	00	26	<i>Bishhîe</i>	3	28	15
7	.....	1	14	00	27	Takhîous.....	3	28	30
8	Shanna.....	1	14	10	28	<i>Mâsah</i>	3	29	00
9	Zébid.....	1	16	00	29	<i>Khâidet-al-Sous</i>	3	29	00
10	Donkhalah.....	1	17	00	30	Tâhirt.....	3	29	15
11	Mekkah.....	1	21	00	31	Târikah.....	3	29	30
12	Al-Iémâmah.....	1	21	30	32	Chirâz.....	3	29	36
13	Héjer.....	2	21	55	33	<i>Mishra</i> [le Caire].....	3	29	55
14	Osouâne.....	2	22	45	34	<i>Tinnal</i>	3	30	00
15	Iatsreb [Médine].....	2	24	00	35	Ouasth-ul-Shine.....	3	30	00
16	Zoonileh.....	2	24	00	36	<i>Ishendérîch</i> [Alexandrie d'Égypte].....	3	31	00
17	Kâboul.....	2	24	00	37	<i>Arhmâtse</i>	3	31	15
18	Khoushe.....	2	24	30	38	<i>Aterrâkiche</i> [Maroc].....	3	31	30
19	Karamâne.....	2	25	16	39	Dimiâth [Damiette].....	3	31	30
20	Irhmîme.....	2	26	00	40	Askhalâne [Ascalon].....	3	31	30

* Nous avons ajouté à quelques-uns de ces noms les correspondants les plus connus, et nous avons tiré de la géographie d'Abou-Féda la prononciation des noms arabes, notre auteur n'ayant pas mis sur les consonnes les signes des voyelles. 5.

SUITE DE LA TABLE DES LATITUDES DE CXXXV LIEUX TERRESTRES.

N ^o D'ORDRE.	NOMS DES VILLES.	CLIMATS.	LATITUDE.		N ^o D'ORDRE.	NOMS DES VILLES.	CLIMATS.	LATITUDE.	
			Degrés.	Minutes.				Degrés.	Minutes.
41	Al-Koufuh	3	31	30	65	Jirbah.....	4	34	00
42	Adâne.....	3	31	30	66	Khosenthinah.....	4	34	15
43	Asfic.....	3	32	30	67	Safahhos.....	4	34	20
44	Armouz.....	3	32	31	68	Khâbis.....	4	34	20
45	Anefa.....	3	32	40	69	Hhamâh.....	4	34	20
46	Al-Ramlah.....	3	32	40	70	Tilmisâne.....	4	34	30
47	Tabérieh [Tibériade]....	3	32	40	71	Al-Sous.....	4	34	30
48	Al-Khodse [Jérusalem]...	3	32	50	72	Anthakiah [Antioche]....	4	34	40
49	Filistine.....	3	32	55	73	Al-Mudîah.....	4	34	49
50	Ousith.....	3	32	55	74	Thanjêh.....	4	35	10
51	Fas.....	3	33	00	75	Sousah.....	4	35	10
52	Khalat-Mahdié.....	3	33	00	76	Sebtah [Ceuta].....	4	35	20
53	Dimechkhe [Damas]....	3	33	00	77	Ouahràne.....	4	35	22
54	Al-Hebâthe.....	3	33	10	78	Tinnis.....	4	35	30
55	Al-Mudîah.....	3	33	15	79	Cherchâl.....	4	35	30
56	Al-Khaïrouâne.....	3	33	15	80	Berchek.....	4	35	30
57	Alhrabolous-al-Nharb [Tri- poli d'Afrique].	3	33	15	81	Al Jézâir [Alger].....	4	35	30
58	Serouje.....	3	33	15	82	Tadlès.....	4	35	30
59	Barhdâd [Bagdad].....	3	33	15	83	Hhaleb.....	4	35	30
60	Salâ [Salé].....	4	33	40	84	Rhhoûlâne.....	4	35	40
61	Hhimshe [Émesse].....	4	33	40	85	Khâlis [Cadix].....	4	36	00
62	Mihnasah.....	4	34	00	86	Dijârah.....	4	36	00
63	Rhanah.....	4	34	00	87	Al-Khal.....	4	36	00
64	Khalat-ben-Ammad.....	4	34	00	88	Bâjah.....	4	36	00

SUITE DE LA TABLE DES LATITUDES DE CXXXV LIEUX TERRESTRES.

N° D'ORDRE.	NOMS DES VILLES.	CLIMATS.	LATITUDE.		N° D'ORDRE.	NOMS DES VILLES.	CLIMATS.	LATITUDE.	
			Degré.	Minuter.				Degré.	Minuter.
89	Al-Rakkah.....	4	36	00	113	Khazouïne.....	4	37	30
90	Sinjâr.....	4	36	00	114	Jaïhhâne.....	5	38	30
91	Al-Raïe.....	4	36	00	115	Amid.....	5	38	30
92	Al-Jéziret-al-Rhhadherà...	4	36	00	116	Khorthobah [Cordoue]...	5	38	30
93	Al-Mériah.....	4	36	30	117	Matrakhah.....	5	39	10
94	Bounah [Bone].....	4	36	30	118	Dâniah.....	5	39	10
95	Tizert.....	4	36	30	119	Bathaliou.....	5	39	30
96	Tounous [Tunis].....	4	36	30	120	Châlibah.....	5	39	30
97	Kholrouss [Chypre].....	4	36	30	121	Janouah [Gênes].....	5	39	30
98	Hharrâne.....	4	36	30	122	Bichâne.....	5	39	30
99	Al-Maoushel.....	4	36	30	123	Aderbijâne.....	5	39	30
100	Al-Menkeb.....	4	37	00	124	Chalab.....	5	40	00
101	Malikhah.....	4	37	00	125	Chantirine.....	5	40	00
102	Sororhse.....	4	37	00	126	Tholaitihah [Tolède]...	5	40	00
103	Ferachânah [Ferganeh]...	4	37	00	127	Mechliah.....	5	40	00
104	Ichbilîah [Séville].....	4	37	15	128	Jorjâne.....	5	40	00
105	Irharnâthah [Grenade]...	4	37	30	129	Sarakhosthah [Sarragosse].	5	41	30
106	Moursiah [Murcie].....	4	37	30	130	Rhhouaie.....	5	41	40
107	Balensiah [Valence].....	4	37	30	131	Roumiah.....	5	43	11
108	Maïrkhah [Maïorque]...	4	37	30	132	Thabarestâne.....	5	45	15
109	Shakhaliâh.....	4	37	30	133	Khoshentioâh [Constanti- nople].	5	47	00
110	Mârdine.....	4	37	30	134	Klûrme [Crimée].....	5	51	00
111	Thoous.....	4	37	30	135	Bulhar.....	5	51	00
112	Isbahâne.....	4	37	30					

CHAPITRE XXVII.

DÉTERMINATION DE LA DÉCLINAISON DU SOLEIL A MIDI, POUR TEL JOUR QUE CE SOIT, D'APRÈS SA HAUTEUR MÉRIDienne AU JOUR DONNÉ, ET LA DÉCLINAISON D'UNE ÉTOILE, AUSSI D'APRÈS SA HAUTEUR MÉRIDienne.

Pour connaître la déclinaison du soleil à midi, prenez sa hauteur méridienne au jour donné; si elle est de 90° et que le lieu de l'observation n'ait pas de latitude, le soleil n'a pas de déclinaison lors de son passage au méridien; mais si la hauteur est au-dessous de 90° , retranchez-la de 90° , et le reste sera la déclinaison du soleil à midi le jour de l'observation. Si le lieu de l'observation a une latitude, retranchez cette latitude de 90° , le reste sera la hauteur des premiers points du Bélier et de la Balance, et si la hauteur méridienne du Bélier est la même que la hauteur observée et de même dénomination, c'est que le soleil n'a pas de déclinaison lors de son passage au méridien; mais si elle est plus grande ou plus petite, la différence de ces deux hauteurs méridiennes sera la déclinaison demandée, si elles sont de même dénomination; et si elles sont de dénomination contraire, on retranchera leur somme de 180° pour avoir la déclinaison.

On déterminera de même la déclinaison d'une étoile; et si le lieu de l'observation n'a pas de latitude, la dénomination de cette déclinaison sera la même que celle de la hauteur méridienne observée; mais dans les lieux qui ont une latitude, la dénomination de la déclinaison sera la même que celle de la hauteur méridienne du premier point du Bélier, si la hauteur méridienne de l'étoile

est plus petite et de même dénomination que celle du premier point du Bélier.

Mais si la hauteur méridienne de l'étoile est ou plus grande que celle du premier point du Bélier, ou de dénomination contraire, ou plus grande et de dénomination contraire en même temps, la déclinaison sera de dénomination contraire à celle de la hauteur du premier point du Bélier.

CHAPITRE XXVIII.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR MÉRIDienne DU SOLEIL POUR UN JOUR DONNÉ.

Lorsqu'on veut avoir la hauteur du soleil à midi pour un jour donné, on observe d'abord si dans ce jour le soleil a ou n'a pas de déclinaison, et si le lieu [pour lequel se fait le calcul] a ou n'a pas de latitude.

Si le lieu n'a pas de latitude et que le soleil n'ait pas de déclinaison, alors la hauteur méridienne du soleil est de 90° ; si le soleil a une déclinaison, on la retranche de 90° ¹ et le reste est la hauteur demandée.

« Si le lieu a une latitude et que le soleil n'ait pas de déclinaison, on retranche la latitude de 90° et le reste est la hauteur demandée; « mais si le soleil a une déclinaison² » dont le complément ne soit pas plus petit que la latitude du lieu, ajoutez la déclinaison à la

¹ Ici commence une addition marginale de Takhi eddin, qui supplée à une omission du copiste. S.

² Ici finit l'addition. S.

hauteur méridienne du premier point du Bélier et de la Balance, si cette déclinaison est de même dénomination que la latitude du lieu, et retranchez-la si elle est de dénomination contraire.

Le résultat de l'addition ou de la soustraction sera la hauteur demandée, si toutefois ce résultat n'est pas plus grand que 90° , car s'il est plus grand, retranchez ce dont il est plus grand que 90° de 90° , et le reste sera la hauteur demandée.

Mais si le complément de la déclinaison est plus petit que la latitude du lieu, et alors le soleil peut avoir deux hauteurs méridiennes, on trouve la plus grande hauteur par l'opération précédente, et pour trouver la plus petite on retranche le complément de la déclinaison, et le reste est la plus petite hauteur demandée.

Les mêmes opérations servent à trouver la hauteur méridienne d'une étoile en tel lieu que ce soit.

CHAPITRE XXIX.

DÉTERMINATION DU SINUS *FADHAL* D'UN POINT DE L'ÉCLIPTIQUE OU D'UNE ÉTOILE.

On entend ici par sinus *fadhal* l'ombre verticale d'une hauteur égale à la déclinaison d'un point de l'écliptique ou d'une étoile; le corps ou module de cette ombre étant supposé de 5 parties.

Si donc on connaît la déclinaison d'un point de l'écliptique ou d'une étoile, on en aura le sinus *fadhal* d'après ce qui a été exposé dans le XVIII^e chapitre; c'est-à-dire qu'en multipliant constamment par 5 le sinus de la déclinaison du point ou de l'étoile, et en

divisant le produit par le cosinus de cette déclinaison, le quotient sera le sinus *fadhal* demandé¹.

EXEMPLE.

On demande le *sinus fadhal* du premier point de l'Écrevisse.

Prenez la déclinaison du premier point de l'Écrevisse, laquelle est actuellement de $23^{\circ} 35' 2''$; retranchez-la de 90° , le reste $66^{\circ} 25'$ sera le complément de la déclinaison. Multipliez le sinus de cette déclinaison, lequel est de 24 parties, par 5 [multiplicateur] constant, et divisez le produit $120''$ par le cosinus de la même déclinaison, lequel est de $54^{\circ} 59'$, le quotient $2^{\circ} 10' 57''$ sera le *sinus fadhal* du premier point de l'Écrevisse.

Nous donnons ici deux tables de *sinus fadhal*. La première est relative à la déclinaison des parties de l'écliptique divisée de degré en degré, et la seconde à la déclinaison des étoiles pour tous les degrés du cadran.

¹ Il s'agit ici, comme on le voit, de la tangente trigonométrique de la déclinaison, et le nom de *sinus fadhal*, donné dans le chapitre x au sinus de l'excédant, ne saurait faire confondre les deux objets désignés. S.

² C'est à cette assertion positive que nous devons d'avoir fixé le temps où l'auteur écrivait, à l'an 627 de l'hégire [1229]. S.

TABLE DES SINUS FADHAL [DE LA DÉCLINAISON] DES POINTS DE L'ÉCLIPTIQUE

DIVISÉE DE DEGRÉ EN DEGRÉ.

DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	SINUS FADHAL.			DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	SINUS FADHAL.			DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.	SINUS FADHAL.		
	PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.		PARTIES.	MINUTES.	SECONDES.
1	00	2	5	31	1	3	11	61	1	52	4
2	00	4	11	32	1	5	5	62	1	53	17
3	00	6	17	33	1	6	59	63	1	54	28
4	00	8	22	34	1	8	52	64	1	55	37
5	00	10	23	35	1	10	44	65	1	56	44
6	00	12	33	36	1	12	35	66	1	57	49
7	00	14	39	37	1	14	25	67	1	58	51
8	00	16	44	38	1	16	15	68	1	59	51
9	00	18	49	39	1	18	4	69	2	00	48
10	00	20	53	40	1	19	50	70	2	1	43
11	00	22	58	41	1	21	36	71	2	2	36
12	00	25	2	42	1	23	22	72	2	3	27
13	00	27	7	43	1	25	5	73	2	4	15
14	00	29	10	44	1	26	48	74	2	5	00
15	00	31	14	45	1	28	30	75	2	5	43
16	00	33	17	46	1	30	9	76	2	6	23
17	00	35	20	47	1	31	48	77	2	6	59
18	00	37	22	48	1	33	25	78	2	7	34
19	00	39	25	49	1	35	1	79	2	8	2
20	00	41	26	50	1	36	36	80	2	8	37
21	00	43	27	51	1	38	10	81	2	9	3
22	00	45	28	52	1	39	40	82	2	9	28
23	00	47	29	53	1	41	10	83	2	9	46
24	00	49	28	54	1	42	38	84	2	10	7
25	00	51	27	55	1	44	4	85	2	10	28
26	00	53	26	56	1	45	29	86	2	10	36
27	00	55	26	57	1	46	52	87	2	10	46
28	00	57	22	58	1	48	13	88	2	10	53
29	00	59	19	59	1	49	31	89	2	10	57
30	1	1	15	60	1	50	49	90	2	10	58

TABLE DES SINUS FADHAL [DE LA DÉCLINAISON] DES ÉTOILES.

POUR TOUS LES DEGRÉS DU CADRAN.

DEGRÉS DE DÉCLINAISON.	SINUS FADHAL.		DEGRÉS DE DÉCLINAISON.	SINUS FADHAL.		DEGRÉS DE DÉCLINAISON.	SINUS FADHAL.	
	PARTIES.	MINUTES.		PARTIES.	MINUTES.		PARTIES.	MINUTES.
1	0	5	31	3	1	61	9	2
2	0	10	32	3	8	62	9	25
3	0	16	33	3	15	63	9	45
4	0	21	34	3	22	64	10	15
5	0	26	35	3	30	65	10	44
6	0	32	36	3	38	66	11	14
7	0	37	37	3	46	67	11	46
8	0	42	38	3	54	68	12	23
9	0	47	39	4	3	69	13	2
10	0	53	40	4	11	70	13	44
11	0	58	41	4	20	71	14	34
12	1	4	42	4	30	72	15	24
13	1	9	43	4	40	73	16	21
14	1	15	44	4	50	74	17	26
15	1	20	45	5	00	75	18	40
16	1	26	46	5	10	76	20	4
17	1	32	47	5	20	77	21	40
18	1	37	48	5	31	78	23	33
19	1	43	49	5	43	79	25	44
20	1	49	50	5	58	80	28	21
21	1	55	51	6	12	81	31	34
22	2	1	52	6	28	82	35	35
23	2	7	53	6	38	83	40	43
24	2	13	54	6	53	84	47	34
25	2	19	55	7	9	85	57	9
26	2	26	56	7	24	86	71	30
27	2	32	57	7	42	87	95	34
28	2	39	58	8	1	88	103	11
29	2	46	59	8	20	89	286	26
30	2	53	60	8	39	90	00	00

On pourrait aussi trouver le sinus *fadhal* d'un point de l'écliptique ou d'une étoile par la table des ombres horizontales que nous avons donnée plus haut dans le chapitre XVIII; pour cela on prendrait ce qui répond à l'arc de hauteur égal au complément de la déclinaison du point ou de l'étoile, et en multipliant cette quantité par 5 et divisant le produit par 12, le quotient serait le sinus *fadhal* demandé.

Ou si on voulait l'avoir par la table des ombres verticales, du chapitre XIX, on prendrait ce qui répond à l'arc de hauteur égal à la déclinaison du point ou de l'étoile, et divisant cette quantité par 12 on aurait le sinus *fadhal* demandé.

AUTRE MÉTHODE.

On parviendrait encore à la connaissance du sinus *fadhal* d'un point de l'écliptique, ou d'une étoile dont la déclinaison serait au-dessous de 30° , à une approximation plus grande que ce qu'on aurait pour dix minutes de plus; pour cela prenez le douzième du sinus de la déclinaison du point ou de l'étoile, ajoutez-y un nombre de minutes égal à la moitié de celui des degrés de la déclinaison : la somme sera la valeur approchée du sinus *fadhal*¹.

CHAPITRE XXX.

DÉTERMINATION DE L'ÉQUATION SEMI-DIURNE [OU DIFFÉRENCE ASCENSIONNELLE] D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE OU D'UNE ÉTOILE, POUR UNE LATITUDE DONNÉE.

L'équation semi-diurne d'un point de l'écliptique ou d'une

¹ Cette méthode n'est pas, à beaucoup près, aussi exacte que le pense l'auteur; car elle donne pour le sinus *fadhal* de 14° , pris pour exemple, $1^p 19' 35''$, quantité qui diffère moins du sinus *fadhal* de 15° que de celui de 14° . S.

étoile pour tel lieu que ce soit est un arc de cadran de l'équateur, compris entre l'horizon de ce pays et un cercle passant par les pôles du monde et par le lieu du lever du point ou de l'étoile sur l'horizon du lieu de l'observation, et si on veut connaître la différence [ascensionnelle] d'un point de l'écliptique ou d'une étoile, pour une latitude quelconque, laquelle différence est la même chose que leur équation semi-diurne, on multipliera leur sinus *fadhhal* par le nombre des doigts de l'ombre horizontale correspondante à la hauteur méridienne du premier point du Bélier à la même latitude : le produit sera le sinus de la différence [ascensionnelle] du point ou de l'étoile pour cette latitude.

EXEMPLE.

On demande l'équation semi-diurne du premier point de l'Écrevisse, pour un lieu dont la latitude est de 30 degrés.

Prenez le sinus *fadhhal* de ce premier point de l'Écrevisse, savoir $2^{\text{p}} 10' 57''$, et multipliez-le par l'ombre horizontale de la hauteur méridienne du premier point du Bélier à cette latitude boréale de 30° ; le produit $15^{\text{p}} 7' 55'' 12'''$ sera le sinus de la différence ascensionnelle du premier point de l'Écrevisse à la latitude de 30° , et cette différence ascensionnelle, ou équation semi-diurne, sera de $14^{\circ} 36'$.

AUTRE MÉTHODE.

Prenez l'ombre verticale en parties de 60 au module, pour la latitude du lieu donné, et multipliez cette ombre horizontale par celle de la déclinaison du point de l'écliptique ou de l'étoile aussi calculée en parties de 60 au module : le produit de ces deux ombres sera le sinus de la différence ascensionnelle demandée.

AUTRE MÉTHODE.

Prenez le rapport de l'ombre horizontale de la hauteur méridi-

dienne du premier point du Bélier pour la latitude proposée, et du module de cette ombre évaluée en soixantièmes de ce module ou autrement; conservez ce rapport, et lorsque vous voudrez avoir la différence ascensionnelle d'un point de l'écliptique ou d'une étoile, vous multipliez par le rapport conservé l'ombre verticale de la déclinaison du point ou de l'étoile aussi évaluée en soixantièmes du module; le produit sera le sinus de la différence ascensionnelle à la latitude proposée.

EXEMPLE.

Pour la latitude de 30° , cherchez l'ombre de la hauteur méridienne du premier point du Bélier à cette latitude; prenez le rapport de cette ombre et de son module, lequel rapport est $7/12$ environ; et lorsque vous voudrez la différence ascensionnelle d'une étoile ou d'un point de l'écliptique à cette latitude, vous multipliez l'ombre verticale de la déclinaison du point ou de l'étoile, évaluée en parties de 60 au module, par le rapport conservé $7/12$: le produit sera le sinus de la différence ascensionnelle du point proposé à la latitude de 30° .

Observez 1° qu'il n'y a de différence ascensionnelle pour un point de l'écliptique ou pour une étoile que lorsqu'ils ont un lever et un coucher, et en même temps une déclinaison; 2° qu'il n'y a de différence ascensionnelle que dans les sphères obliques. Suit une table de la différence ascensionnelle des points de l'écliptique de 6° en 6° , pour les différentes latitudes de six en six degrés jusqu'au 66° inclusivement.

TABLE DE L'ÉQUATION SEMI-DIURNE,
[OU DIFFÉRENCE ASCENSIONNELLE] DES POINTS DE L'ÉCLIPTIQUE, DE SIX EN SIX DEGRÉS,
A DIFFÉRENTES LATITUDES.

LATITUDES.	NOMS DES SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.		6°.		12°.		18°.		24°.		30°.		36°.		42°.		48°.		54°.		60°.		66°.			
		Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.		
6	La Balance.....	0	15	0	31	0	46	0	61	0	76	0	91	0	106	0	121	0	136	0	151	0	166	0	181	0	196
		1	15	1	31	1	46	1	61	1	76	1	91	1	106	1	121	1	136	1	151	1	166	1	181	1	196
		2	15	2	31	2	46	2	61	2	76	2	91	2	106	2	121	2	136	2	151	2	166	2	181	2	196
		3	15	3	31	3	46	3	61	3	76	3	91	3	106	3	121	3	136	3	151	3	166	3	181	3	196
12	Le Bélier.....	0	15	0	31	0	46	0	61	0	76	0	91	0	106	0	121	0	136	0	151	0	166	0	181	0	196
		1	15	1	31	1	46	1	61	1	76	1	91	1	106	1	121	1	136	1	151	1	166	1	181	1	196
		2	15	2	31	2	46	2	61	2	76	2	91	2	106	2	121	2	136	2	151	2	166	2	181	2	196
		3	15	3	31	3	46	3	61	3	76	3	91	3	106	3	121	3	136	3	151	3	166	3	181	3	196
18	Les Poissons.....	0	15	0	31	0	46	0	61	0	76	0	91	0	106	0	121	0	136	0	151	0	166	0	181	0	196
		1	15	1	31	1	46	1	61	1	76	1	91	1	106	1	121	1	136	1	151	1	166	1	181	1	196
		2	15	2	31	2	46	2	61	2	76	2	91	2	106	2	121	2	136	2	151	2	166	2	181	2	196
		3	15	3	31	3	46	3	61	3	76	3	91	3	106	3	121	3	136	3	151	3	166	3	181	3	196
24	La Vierge.....	0	15	0	31	0	46	0	61	0	76	0	91	0	106	0	121	0	136	0	151	0	166	0	181	0	196
		1	15	1	31	1	46	1	61	1	76	1	91	1	106	1	121	1	136	1	151	1	166	1	181	1	196
		2	15	2	31	2	46	2	61	2	76	2	91	2	106	2	121	2	136	2	151	2	166	2	181	2	196
		3	15	3	31	3	46	3	61	3	76	3	91	3	106	3	121	3	136	3	151	3	166	3	181	3	196

CHAPITRE XXX.

Le Scorpion.....	6	24	1	28	2	58	4	31	6	12	8	1	10	9	12	35	15	38	19	25	24	46	32	52
Le Taureau.....	12	18	1	40	3	28	5	11	7	7	9	14	11	40	14	29	17	55	22	28	28	46	38	31
Le Verseau.....	18	19	1	53	3	48	5	49	7	59	10	21	13	6	16	7	20	11	25	21	32	38	41	19
Le Lion.....	24	6	2	4	4	11	6	23	8	46	11	23	14	25	17	55	22	17	28	4	36	21	50	50
	30	00	2	14	4	31	6	53	9	28	12	19	15	35	19	23	24	8	30	29	39	43	55	51
Le Sagittaire.....	6	24	2	22	4	48	7	20	10	5	13	6	16	34	20	42	25	48	39	41	42	11	61	45
Le Capricorne.....	12	18	2	29	5	00	7	41	10	34	13	45	17	25	21	44	27	8	34	28	45	27	67	22
Le Cancer.....	18	12	2	35	5	12	7	27	10	59	14	13	18	1	23	30	28	7	35	47	47	26	72	31
	24	6	2	38	5	18	8	6	11	9	14	30	18	28	22	59	28	44	36	37	48	42	76	33
	30	00	2	39	5	20	8	10	11	14	14	36	18	31	23	8	28	56	36	43	49	8	78	31

CHAPITRE XXXI.

DÉTERMINATION, POUR UN LIEU DONNÉ, DE LA HAUTEUR DU SOLEIL, LORSQUE CET ASTRE EST SUR LE CERCLE DE DÉCLINAISON QUI PASSE PAR LE LEVER DE L'ÉQUINOXE.

Le soleil ne peut avoir la hauteur dont il s'agit ici qu'autant que le lieu donné a une latitude et l'astre une déclinaison, et que la déclinaison et la latitude sont de même dénomination. A l'égard de cette hauteur, quand elle a lieu lorsque le soleil est éloigné du méridien de 90° mesurés sur son parallèle et qu'en même temps il y a entre l'astre et l'horizon du lieu donné autant de degrés du parallèle qu'il y en a dans la différence ascensionnelle du jour donné, le diamètre du parallèle sur lequel le soleil se trouve en cet instant est parallèle à l'horizon, et la hauteur prend le nom de *hauteur du diamètre du parallèle du soleil*.

Pour avoir cette hauteur, multipliez le sinus de la déclinaison du soleil au temps donné par le sinus de la latitude du lieu donné, et, divisant le produit par 60, le quotient sera le sinus de la hauteur demandée.

EXEMPLE.

La déclinaison du soleil étant de 20° , et la latitude du lieu pour lequel se fait le calcul de 30° , toutes deux boréales.

Prenez [le sinus de] la déclinaison, lequel est de $20^\circ 31'$, et multipliez-le par 30° , sinus de la latitude; le produit sera $615^\circ 30'$: divisez-le par 60, et vous aurez le quotient $10^\circ 15' 30''$ pour le sinus de la hauteur demandée, laquelle est de $9^\circ 51'$.

Ou, si vous aimez mieux, prenez le rapport du sinus de la lati-

tude donnée au rayon, et multipliez par ce rapport le sinus de la déclinaison du soleil.

EXEMPLE.

La déclinaison du soleil étant de $23^{\circ} 35'$ boréale, on demande la hauteur du diamètre du parallèle du soleil à la latitude boréale de 30° .

Le rapport du sinus de cette latitude au rayon est une demie [$=\frac{1}{2}$]; prenez donc la moitié de 24° , sinus de la déclinaison donnée, et vous aurez 12° pour la hauteur demandée.

On voit par là comment on peut avoir la hauteur du diamètre du parallèle d'une étoile pour telle latitude que ce soit, et nous en donnerons un exemple.

On demande la hauteur du diamètre du parallèle de *Al-Judie*¹, à 30° de latitude boréale, pour l'année 680 [de l'hégire].

Après avoir pris sa déclinaison pour cette époque, laquelle est de $74^{\circ} 46' 2''$ boréale, nous en prenons le sinus, qui est de $59^{\circ} 42'$, et, le multipliant par $\frac{1}{2}$, rapport du sinus de la latitude donnée au rayon, nous avons $29^{\circ} 51'$ pour le sinus de la hauteur demandée, laquelle est de $29^{\circ} 50'$.

Lorsqu'on a la hauteur du diamètre du parallèle du soleil pour un lieu dont la latitude est donnée, on a aussi la déclinaison de cet astre, car le rapport de son sinus à celui de la hauteur du diamètre de son parallèle est connu, puisqu'il est égal au rapport du rayon au sinus de la latitude connue du lieu donné.

¹ C'est la brillante de la queue de la Petite-Ourse. S.

² La table des déclinaisons porte $74^{\circ} 56'$. S.

CHAPITRE XXXII.

DÉTERMINATION DU COASCENDANT DES ARCS DE L'ÉCLIPTIQUE DANS LA SPHÈRE DROITE.

Suivant Géber-ibn-Aflabh, la sphère droite tire sa dénomination de son méridien [qui coupe l'équateur au zénith], et suivant d'autres de ce que [dans cette sphère] l'horizon passe par les deux pôles du monde, ce qui revient à exprimer les mêmes choses de deux manières différentes. Quoi qu'il en soit, on entend par coascendant *muthali* d'un arc de l'écliptique la partie de l'équateur qui lui correspond dans la sphère droite, ou si l'on veut l'arc de l'équateur compris entre les deux cercles de déclinaison qui passent par les deux extrémités de l'arc donné de l'écliptique, lequel coascendant est le même pour tous les horizons.

Dans cette comparaison les degrés de l'écliptique sont nommés *degrés égaux*¹, et ceux de l'équateur *degrés du coascendant*. On est convenu d'en placer le commencement pour le calcul des coascendants à partir du premier point du Capricorne en suivant ensuite l'ordre des signes, et c'est de ce point qu'il faut faire commencer tous les arcs de l'écliptique dont on veut avoir le coascendant; alors on multiplie l'ombre verticale de la déclinaison de la fin de l'arc donné par 60, et, divisant le produit par l'ombre verticale de l'obliquité *majeure* [ou obliquité de l'écliptique], le quotient est le sinus d'un arc que l'on cherchera et que l'on écrira à part.

¹ Ou d'égalité, *derje-alsouâ*. S.

Ensuite on observera si l'arc donné est plus petit que 90° , et dans ce cas, on retranchera de 90° l'arc écrit à part, et le reste sera le coascendant demandé.

Si l'arc donné est plus grand que 90° et plus petit que 180° , on ajoutera l'arc écrit à part à 90° , et la somme sera le coascendant de l'arc donné; et si celui-ci est plus grand que 180° et plus petit que 270° , en retranchant l'arc écrit à part de 270° , le reste sera le coascendant; ensuite si l'arc donné est au-dessus de 270° , en ajoutant l'arc écrit à part à 270° , la somme sera le coascendant demandé.

Tout arc de 90 , 180 ou 270° commençant au premier point du Capricorne a pour coascendant un arc égal de 90 , 180 , ou 270 degrés¹.

Observons que les deux ombres dont il est parlé ci-dessus doivent être calculées en parties de même espèce, c'est-à-dire que, si l'une des deux est calculée en soixantièmes du corps ou module, ou en doigts, l'autre doit l'être aussi en soixantièmes ou en doigts, et de même pour les autres divisions.

EXEMPLE.

On demande le coascendant du Capricorne, c'est-à-dire d'un arc de l'écliptique dont le commencement coïncide avec le point de départ convenu.

Je prends l'ombre verticale de la déclinaison du dernier point du Capri-

¹ Nous conserverons le terme de *coascendant* pour exprimer l'arc de l'équateur dont il s'agit, d'abord parce que c'est la traduction exacte du mot arabe *muthâliġ*, participe actif de la troisième conjugaison de *thalaġ*, qui signifie *monter avec* ou *simultanément*; en second lieu, parce que ces coascendants, qui répondent à nos *ascensions droites*, ne sont pas comptés du même point initial; en troisième lieu, parce que le terme de *coascendant* est ici parfaitement significatif étant appliqué à un arc de l'équateur qui s'élève sur l'horizon en même temps qu'un arc donné de l'écliptique, tandis que l'expression *ascension droite* est purement abstraite et ne peut, en aucune manière, être regardée comme qualificative de l'arc de l'équateur dont il est question, quoique l'usage, qui sanctionne les choses les moins fondées, lui ait attribué cette valeur. S.

corne, laquelle ombre est, en soixantièmes du module, $22^{\circ} 9' 47''$; je la multiplie par 60, et je divise le produit $1,329^{\circ} 47'$ par l'ombre verticale de l'obliquité de l'écliptique, laquelle ombre est de $26^{\circ} 11' 40''$, en soixantièmes du module, et considérant le quotient $50^{\circ} 45'$ comme un sinus, j'en prends l'arc, qui est de $57^{\circ} 47'$.

Ensuite je retranche cet arc de 90° , parce que le Capricorne est au-dessous du cadran; le reste $32^{\circ} 13'$ est le coascendant du Capricorne dans la sphère droite.

S'il était question d'un arc de l'écliptique dont le commencement ne coïncidât pas avec le point de départ convenu, pour en avoir le coascendant dans la sphère droite cherchez le coascendant d'un arc dont le commencement coïnciderait avec le point de départ convenu et la fin avec le commencement de l'arc donné¹, « et écrivez à part ce coascendant, ensuite prenez le « coascendant de l'arc [entier] qui commence au point de départ « convenu et qui se termine à la fin de l'arc donné; retranchez « de ce coascendant celui que vous avez écrit à part, le reste sera « le coascendant² » de l'arc donné.

EXEMPLE.

On demande le coascendant du Verseau.

Le Verseau est un arc de l'écliptique dont le commencement ne coïncide pas avec le point initial convenu; c'est pourquoi nous cherchons le coascendant du Capricorne, parce que ce signe commence à ce point et se termine au commencement du Verseau: or, le coascendant du Capricorne est de $32^{\circ} 13'$. Prenant ensuite le coascendant du Capricorne et du Verseau réunis, parce que la somme de ces deux signes commence au point initial convenu et se termine à la fin du Verseau, nous aurons $62^{\circ} 7'$ pour le coascendant du Capricorne et du Verseau réunis: retranchons de ce coascendant celui du Capricorne, le reste $29^{\circ} 54'$ sera le coascendant du Verseau seulement.

¹ Commencement d'une addition marginale de Takhî-Eddin, qui supplée à une omission du copiste. S.

² Fin de l'addition. S.

Pour rendre plus faciles les opérations graphiques, on peut se contenter d'une valeur approchée du coascendant des signes, et on aura pour chaque signe, à un tiers de degré près au plus, les valeurs suivantes :

Coascendant du Capricorne, 32° ; coascendant du Verseau, 30° ; des Poissons, 28° ; le coascendant du Bélier est égal à celui des Poissons, le coascendant du Taureau à celui du Verseau, et celui des Gémeaux à celui du Capricorne; et pour les six autres signes, leur coascendant est égal à celui du signe qui leur est diamétralement opposé.

Si on voulait avoir le coascendant d'un arc de 130° commençant au point initial convenu, on observerait que cet arc comprend les signes du Capricorne, du Verseau, des Poissons, du Bélier, et dix degrés ou un tiers de signe du Taureau; et, réunissant les coascendants de ces signes, on aurait 128° pour le coascendant de l'arc proposé de 130° .

C'est sur ce principe que nous avons construit la table suivante, où nous donnons de degré en degré le coascendant de tous les signes dans la sphère droite et dans l'hypothèse de $23^{\circ} 35'$ pour l'obliquité de l'écliptique.

TABLE DES COASCENDANTS DES SIGNES DANS LA SPHERE DROITE.

LESQUELS SONT AUSSI LES COASCENDANTS DU MILIEU DU CIEL.

DEGRÉS ÉGAUX (ou de l'écarteure).	COASCENDANT DU CAPRICORNE.			COASCENDANT DU VERSEAU.			COASCENDANT DES POISSONS.		
	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.
1	1	5	25	33	14	50	63	5	38
2	2	10	50	34	17	4	64	00	22
3	3	16	15	35	19	17	64	57	5
4	4	21	40	36	20	57	65	53	58
5	5	27	4	37	22	37	66	50	51
6	6	32	20	38	24	18	67	47	45
7	7	37	48	39	25	28	68	45	11
8	8	43	7	40	26	38	69	40	37
9	9	48	28	41	27	48	70	37	4
10	10	53	29	42	28	22	71	33	3
11	11	58	33	43	28	56	72	29	1
12	13	3	36	44	29	31	73	25	00
13	14	8	21	45	29	33	74	20	43
14	15	13	6	46	29	36	75	16	25
15	16	17	51	47	29	33	76	12	8
16	17	22	19	48	29	10	77	4	37
17	18	26	47	49	28	42	78	3	7
18	19	31	14	50	28	13	78	58	36
19	20	35	3	51	27	12	79	53	50
20	21	38	41	52	26	10	80	49	4
21	22	42	18	53	25	8	81	44	18
22	23	45	47	54	23	32	82	39	29
23	24	49	24	55	21	56	83	34	41
24	25	53	1	56	20	21	84	29	52
25	26	57	14	57	18	22	85	24	55
26	28	00	46	58	16	24	86	19	18
27	29	4	18	59	14	25	87	15	1
28	30	7	4	60	11	55	88	10	00
29	31	9	50	61	9	25	89	5	00
30	32	12	36	62	6	55	90	00	00

* Nous n'avons pas cru devoir indiquer les corrections que nous avons été obligé de faire aux nombres de cette table, quo la copie arabe n'a pas rendus exactement. La méthode de correction est fort simple, et c'est un travail plus long que difficile. S.

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DES SIGNES DANS LA SPHÈRE DROITE.
 LESQUELS SONT AUSSI LES COASCENDANTS DU MILIEU DU CIEL.

DEGRÉS ÉGAUX [ou de l'ÉLÉVATION].	COASCENDANT DU BÉLIER.			COASCENDANT DU TAUREAU.			COASCENDANT DES GÉMEAUX.		
	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.
1	90	55	00	118	50	35	148	50	10
2	91	50	00	119	48	5	149	52	46
3	92	44	59	120	45	35	150	55	52
4	93	40	9	121	43	36	151	59	14
5	94	35	5	122	41	33	153	2	46
6	95	30	8	123	39	39	154	6	59
7	96	25	19	124	38	30	155	10	36
8	97	20	31	125	36	28	156	14	13
9	98	15	42	126	34	52	157	17	42
10	99	10	56	127	33	50	158	21	19
11	100	6	10	128	32	48	159	24	56
12	101	1	24	129	31	47	160	28	46
13	101	56	53	130	31	18	161	33	13
14	102	52	23	131	30	50	162	37	41
15	103	47	52	132	30	22	163	42	9
16	104	43	35	133	30	24	164	46	54
17	105	39	17	134	30	27	165	51	39
18	106	35	00	135	30	29	166	56	24
19	107	30	59	136	31	4	168	1	27
20	108	26	57	137	31	38	169	6	31
21	109	22	56	138	32	12	170	11	34
22	110	19	23	139	33	22	171	16	53
23	111	15	49	140	34	32	172	22	12
24	112	12	16	141	36	42	173	27	31
25	113	9	9	142	37	23	174	32	56
26	114	6	2	143	38	3	175	38	20
27	115	2	55	144	40	43	176	43	45
28	115	59	38	145	42	56	177	49	10
29	116	56	22	146	45	10	178	54	35
30	117	53	5	147	47	24	180	00	00

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DES SIGNES DANS LA SPHÈRE DROITE,
LESQUELS SONT AUSSI LES COASCENDANTS DU MILIEU DU CIEL.

DEGRÉS ÉGAUX [DE L'ÉCLIPTIQUE].	COASCENDANT DE L'ÉCREVISSE.			COASCENDANT DU LION.			COASCENDANT DE LA VIERGE.		
	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.
1	181	5	25	213	14	50	243	3	38
2	182	10	50	214	17	4	244	00	22
3	183	16	15	215	19	17	244	57	5
4	184	21	40	216	20	57	245	53	58
5	185	27	4	217	22	37	246	50	51
6	186	32	29	218	24	18	247	47	44
7	187	37	48	219	25	28	248	44	11
8	188	43	7	220	26	38	249	40	37
9	189	48	26	221	27	48	250	37	4
10	190	53	20	222	28	22	251	33	3
11	191	53	33	223	28	56	252	29	1
12	193	3	36	224	29	31	253	25	00
13	194	8	21	225	29	33	254	20	43
14	195	13	6	226	29	36	255	16	25
15	196	17	51	227	29	33	256	12	8
16	197	22	19	228	29	10	257	7	37
17	198	26	47	229	28	42	258	3	7
18	199	31	14	230	28	13	258	58	36
19	200	35	3	231	27	12	259	53	50
20	201	38	41	232	26	10	260	49	4
21	202	42	18	233	25	8	261	44	18
22	203	45	47	234	23	32	262	39	29
23	204	49	24	235	21	56	263	34	41
24	205	53	1	236	20	21	264	29	52
25	206	57	14	237	18	22	265	24	55
26	208	00	46	238	16	24	266	19	58
27	209	4	18	239	14	25	267	15	1
28	210	7	4	240	11	55	268	10	00
29	211	9	50	241	9	25	269	5	00
30	212	12	36	242	6	55	270	00	00

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DES SIGNES DANS LA SPHERE DROITE.
 LESQUELS SONT AUSSI LES COASCENDANTS DU MILIEU DU CIEL.

DEGRES EGaux (ou de l'écliptique).	COASCENDANT DE LA BALANCE.			COASCENDANT DU SCORPION.			COASCENDANT DU SAGITTAIRE.		
	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.	Degrés.	Minutes.	Secondes.
	1	270	55	00	298	50	35	328	50	10
2	271	50	00	299	48	5	329	52	56
3	272	44	59	300	45	35	330	55	42
4	273	40	2	301	43	36	331	59	14
5	274	35	5	302	41	33	333	2	46
6	275	30	8	303	39	39	334	6	59
7	276	25	19	304	38	4	335	10	36
8	277	20	31	305	36	28	336	14	13
9	278	15	42	306	34	52	337	17	42
10	279	10	56	307	33	50	338	21	19
11	280	6	10	308	32	48	339	24	57
12	281	1	24	309	31	47	340	28	46
13	281	56	53	210	31	18	341	33	13
14	282	52	23	311	30	50	342	37	41
15	283	47	52	312	30	22	343	42	9
16	284	43	35	313	30	24	344	46	54
17	285	39	17	314	30	27	345	51	39
18	286	35	00	315	30	29	346	56	24
19	287	30	59	316	31	4	348	1	27
20	288	26	57	317	31	38	349	6	31
21	289	2	56	318	32	12	350	11	34
22	290	19	23	319	33	22	351	16	53
23	291	15	49	320	34	32	352	2	12
24	292	12	16	321	35	42	353	27	31
25	293	9	9	322	37	23	354	32	56
26	294	6	2	323	39	3	355	38	20
27	295	2	55	324	40	43	356	43	45
28	295	59	38	325	42	56	357	49	10
29	296	56	22	326	45	10	358	54	35
30	297	53	5	327	47	24	360	00	00

CHAPITRE XXIII.

DÉTERMINATION DU COASCENDANT DES SIGNES SUR LES HORIZONS OBLIQUES.

On entend par *coascendant des signes* sur les horizons obliques, la partie de l'équateur qui s'élève au-dessus de l'horizon à l'orient du lieu de l'observation avec l'arc donné de l'écliptique, et l'on est convenu pour ces coascendants de fixer le commencement des arcs de l'écliptique de manière que leur coascendant soit compté du point initial du Bélier et suivant l'ordre des signes¹.

Lors donc qu'on a un arc de l'écliptique dont le commencement coïncide avec ce point initial convenu, et qu'on en veut avoir le coascendant [oblique] pour un pays quelconque, on prend d'abord son coascendant dans la sphère droite, puis on cherche l'équation semi-diurne [ou différence ascensionnelle] de la fin de l'arc donné, et, on la retranche du coascendant si la fin de l'arc donné se trouve dans la partie septentrionale de l'écliptique, ou bien on l'ajoute si la fin de l'arc est dans la partie méridionale de l'écliptique : le résultat de la soustraction ou de l'addition est le coascendant [oblique] demandé.

EXEMPLE.

On veut avoir le coascendant du Bélier à 30° de latitude boréale.

Comme le Bélier est un arc de l'écliptique dont le commencement coïncide avec le point initial convenu, prenez le coascendant du Bélier dans la

¹ Il faut remarquer que les coascendants dans la sphère droite ne se comptent pas du même point. §.

sphère droite, savoir $27^{\circ} 53'$; ensuite, prenez l'équation semi-diurne [ou différence ascensionnelle] de la fin du Bélier, à 30° de latitude boréale : vous aurez $6^{\circ} 45'$, que vous retrancherez de la quantité ci-dessus [$27^{\circ} 53'$], parce que la fin du Bélier est dans la partie boréale de l'écliptique; le reste $21^{\circ} 7'$ sera le coascendant du Bélier à 30° de latitude boréale.

Si la fin de l'arc donné n'avait pas de différence ascensionnelle, son lever serait de 180° .

Si vous avez un arc de l'écliptique dont le commencement [ne] coïncide [pas] avec le point initial convenu et que vous en vouliez avoir le coascendant pour un lieu quelconque, prenez le coascendant de l'arc compris entre le point initial convenu et le commencement de l'arc donné, retranchez-le du coascendant de l'arc compris entre le même point initial et la fin de l'arc donné : le reste sera le coascendant de ce dernier arc dans le lieu donné.

Observez que le coascendant du Bélier dans un lieu quelconque est le même que celui des Poissons dans le même lieu; celui du Taureau le même que celui du Verseau; et ainsi des autres signes.

Si on retranche le coascendant d'un signe à une latitude quelconque du double du coascendant de ce signe dans la sphère droite, le reste est pour la même latitude le coascendant du signe opposé; et le condescendant¹ d'un signe aussi dans un lieu quelconque est égal au coascendant du signe opposé dans le même lieu.

Les signes dont le coascendant dans un lieu quelconque est plus grand que le coascendant de leurs nâdhirs ou *opposés* sont nommés relativement à ce lieu *signes de lente ascension*, et leurs nâdhirs ou opposés *signes de prompte ascension*, et dans tel lieu que ce soit le coascendant des signes de lente ascension est égal au plus grand arc diurne, et le coascendant des signes de prompte ascension au plus petit arc diurne du lieu donné.

¹ Quoique le mot *condescendant* ne soit pas fort usité en ce sens, comme il n'y en a pas de plus propre à rendre la pensée de l'auteur et le mot qu'il emploie, nous n'avons pas fait difficulté de nous en servir. C'est le mot de Ptolémée *συναπόγειον*. S.

La première table ci-après comprend les coascendants des signes [ajoutés successivement l'un à l'autre] de six en six degrés, pour les latitudes boréales aussi de six en six degrés [jusqu'au 66° inclusivement¹].

La seconde, qui est déduite de la première, donne séparément le lever de chaque signe pris un à un, pour les mêmes latitudes de six degrés en six degrés.

¹ Ebn-Jounis, ch. xiv, donne une pareille table de coascendants, de degré en degré, jusqu'au 48° inclusivement. Celle-ci a l'avantage de convenir à des latitudes beaucoup plus septentrionales. S.

TABLE DES COASCENDANTS DE CHAQUE SIGNE PRIS SÉPARÉMENT,
POUR LES LATITUDES BORÉALES, DE 6 DEGRÉS EN 6 DEGRÉS, JUSQU'AU 66° INCLUSIVEMENT.

LATITUDES.	LE BÉLIER, LES POISSONS.		LE TAUREAU, LE VERSEAU.		LES GÉMEAUX, LE CAPRICORNE.		L'ÉCREVISSE, LE SAGITTAIRE.		LE LION, LE SCORPION.		LA VIERGE, LA BALANCE.	
	COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
6	27	38	28	55	31	48	32	33	30	53	29	3
12	25	24	27	52	31	24	33	2	31	56	30	22
18	24	5	26	49	30	53	33	30	32	59	31	41
24	22	40	25	39	30	27	33	59	34	41	33	6
30	21	7	24	21	29	56	34	30	35	27	34	39
36	19	20	22	52	29	17	35	9	36	56	36	26
42	17	18	21	6	28	28	35	18	38	42	38	28
48	14	48	18	51	27	35	37	1	40	57	40	58
54	11	35	15	43	25	49	38	34	44	5	44	11
60	7	10	10	54	22	48	41	38	48	54	48	36
66	00	38	1	18	9	30	54	56	58	30	45	8

Nota. Cette table est placée dans le manuscrit après la suivante; ce qu'il est bon d'observer, parce que l'auteur renvoie quelquefois à l'une ou à l'autre, en les indiquant par l'ordre qu'il leur a donné. 5.

TABLE DES COASCENDANTS DES ARCS DE
POUR LES LATITUDES BORÉALES, AUSSI DE 6 DEGRÉS

LATITUDES.		6°.		12°.		18°.		24°.		30°.						
SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.	COASCENDANT.														
		Degrés.	Minutes.													
LE BÉLIER.	6°	5	15	4	59	4	43	4	26	4	8					
	12°	10	30	10	00	9	28	8	13	8	15					
	18°	15	50	15	4	14	16	13	24	12	28					
	24°	21	12	20	13	19	8	17	59	16	45					
	30°	26	38	25	24	24	5	22	40	21	7					
Temps du lever du Bélier.		1	46	32	1	41	36	1	36	20	1	30	40	1	24	28
LE TAUREAU.	6°	32	12	30	42	20	9	27	28	25	39					
	12°	37	52	36	9	34	21	32	35	30	18					
	18°	43	37	41	42	39	41	37	31	35	9					
	24°	49	32	47	25	45	13	42	50	40	13					
	30°	55	33	53	16	50	54	48	19	45	28					
Temps du lever du Taureau.		1	55	40	1	51	28	1	47	16	1	42	36	1	37	24
LES GÉMEAUX.	6°	61	45	59	19	56	47	54	2	51	1					
	12°	68	00	65	29	62	48	59	55	56	44					
	18°	74	21	71	44	68	59	65	57	62	43					
	24°	80	50	77	10	75	22	72	19	68	58					
	30°	87	21	84	40	81	50	78	46	75	24					
Temps du lever des Gémeaux.		2	7	12	2	5	36	2	3	44	2	1	48	1	59	44
L'ÉCREVISSE.	6°	93	54	91	14	88	26	85	23	82	2					
	12°	100	29	97	52	95	7	92	5	88	51					
	18°	107	9	104	31	101	50	98	57	95	46					
	24°	113	31	111	5	108	33	105	48	102	47					
	30°	119	19	117	42	115	20	112	45	109	54					
Temps du lever de l'Écrevisse.		2	20	32	2	12	8	2	14	00	2	15	56	2	48	00

L'ÉCLIPTIQUE, DE 6 DEGRÉS EN 6 DEGRÉS,
EN 6 DEGRÉS, JUSQU'AU 66° DEGRÉ INCLUSIVEMENT.

36°.		42°.		48°.		54°.		60°.		66°.							
COASCENDANT.																	
Degrés.	Minutes.																
3	45	3	31	2	50	2	12	1	21	00	7						
7	32	6	43	5	33	4	20	2	42	00	14						
11	23	10	9	8	39	6	43	4	8	00	22						
15	18	13	40	11	40	8	56	5	30	00	30						
19	20	17	18	14	48	11	35	7	10	00	38						
1	17	20	1	9	12	0	59	12	0	46	20	0	28	40	0	2	32
23	31	21	5	18	7	14	15	8	54	00	43						
27	52	25	3	21	37	17	4	10	46	00	58						
32	24	29	13	25	19	20	19	12	52	1	12						
37	11	33	41	29	10	23	32	15	15	1	29						
42	12	38	24	33	39	27	18	18	4	1	56						
1	31	28	1	24	24	1	15	24	1	2	52	0	43	36	0	5	52
47	30	43	25	38	19	31	26	21	16	2	22						
53	4	48	45	43	21	37	1	25	2	3	4						
58	55	54	26	48	49	41	9	29	30	4	25						
65	5	60	20	54	44	46	51	34	46	6	50						
71	29	66	52	61	4	53	50	40	52	11	26						
1	57	8	1	53	52	1	49	40	1	43	20	1	31	12	0	38	0
78	9	73	33	67	48	59	55	47	50	19	4						
85	3	80	34	74	57	67	17	55	13	30	33						
92	6	87	47	82	28	75	3	64	4	42	0						
99	56	95	11	90	5	83	12	73	2	54	8						
106	18	102	50	93	5	91	44	82	4	66	22						
2	20	36	2	28	52	2	28	4	2	34	28	2	46	32	3	39	44

PREMIÈRE PARTIE. — DES CALCULS.

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DES ARCS DE
POUR LES LATITUDES BORÉALES, AUSSI DE 6 DEGRÉS

LATITUDES.		6°.		12°.		18°.		24°.		30°.						
SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.	COASCENDANT.														
		Degrés.	Minutes.													
LE LION.	6°	196	20	124	13	122	1	119	33	117	1					
	12°	132	37	130	42	128	41	126	31	124	9					
	18°	138	48	137	5	135	47	133	21	131	14					
	24°	144	52	143	22	141	49	140	8	138	19					
	30°	150	53	149	18	148	19	146	54	145	21					
Temps du lever du Lion.		2	3	32	2	7	44	2	11	56	2	16	36	2	21	48
LA VIERGE.	6°	156	48	155	49	154	44	153	35	152	21					
	12°	162	40	161	54	161	6	160	14	159	18					
	18°	168	28	167	58	167	26	166	51	166	33					
	24°	174	15	173	59	173	43	173	26	173	18					
	30°	180	00	180	00	180	00	180	00	180	00					
Temps du lever de la Vierge.		1	56	32	2	1	28	2	6	44	2	12	24	2	18	36
LA BALANCE.	6°	185	45	186	1	186	17	186	24	186	52					
	12°	191	32	192	2	192	34	193	9	193	47					
	18°	197	20	198	6	198	56	199	46	200	42					
	24°	203	12	204	11	205	16	206	25	207	39					
	30°	209	7	210	22	211	41	213	6	214	39					
Temps du lever de la Balance.		1	56	32	2	1	28	2	6	44	2	12	24	2	18	36
LE SCORPION.	6°	215	8	216	38	218	21	219	52	221	41					
	12°	221	12	222	55	224	43	226	39	228	46					
	18°	227	23	229	38	231	19	233	29	235	51					
	24°	233	40	235	47	237	59	240	22	242	59					
	30°	240	1	242	18	244	40	247	15	250	6					
Temps du lever du Scorpion.		2	3	32	2	7	44	2	11	56	2	16	36	2	22	48

L'ÉCLIPTIQUE, DE 6 DEGRÉS EN 6 DEGRÉS,
EN 6 DEGRÉS, JUSQU'AU 66° DEGRÉ INCLUSIVEMENT.

36°.		42°.		48°.		54°.		60°.		66°.	
COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.	
Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
113	19	110	29	106	7	100	20	92	3	78	17
121	24	118	13	114	19	109	9	101	52	90	12
128	48	125	59	122	33	118	00	111	42	101	54
136	11	133	45	130	47	126	55	121	34	113	28
140	34	141	32	139	2	135	49	131	24	124	52
2	27 44	2	34 48	2	43 48	2	56 20	3	15 36	3	54 00
150	54	149	16	147	16	144	32	141	12	136	6
158	53	156	59	155	29	153	33	150	58	147	12
165	30	164	41	163	31	162	24	160	40	158	12
172	45	172	21	171	50	171	12	170	21	169	4
180	00	180	00	180	00	180	00	180	00	180	00
2	25 44	2	38 52	2	43 52	2	56 44	3	14 24	3	40 00
187	15	187	39	188	10	188	48	189	39	190	43
195	30	195	19	196	29	194	36	199	20	201	48
201	47	204	41	204	31	206	27	209	2	212	48
209	6	210	45	212	44	215	28	218	48	223	54
216	26	218	28	220	18	224	11	228	36	235	8
2	25 44	2	33 12	2	43 52	2	56 44	3	14 24	3	40 32
223	49	226	15	229	13	233	5	238	26	246	32
231	12	234	1	236	27	242	00	248	18	258	6
238	56	241	47	245	41	250	51	258	8	269	48
246	1	249	31	253	53	259	40	267	57	281	43
253	22	257	10	261	55	268	16	277	30	293	38
2	27 44	2	34 48	2	43 48	2	56 20	3	15 56	3	54 00

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DES ARCS
POUR LES LATITUDES BORÉALES, AUSSI DE 6 DEGRES

LATITUDES.		6°.		12°.		18°.		24°.		30°.						
SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.	COASCENDANT.														
		Degrés.	Minutes.													
LE SAGITTAIRE.	6°	246	29	248	55	251	27	254	12	257	13					
	12°	252	58	255	29	258	10	261	8	264	14					
	18°	259	31	262	8	264	53	267	55	271	9					
	24°	266	6	268	46	271	34	274	34	277	58					
	30°	272	39	274	20	278	10	281	14	284	36					
Temps du lever du Sagittaire.		2	10	32	2	12	8	2	14	00	2	15	56	2	18	00
LE CAPRICORNE.	6°	279	10	281	50	284	38	287	41	291	2					
	12°	285	19	288	16	291	1	294	13	297	17					
	18°	292	00	294	31	297	12	300	5	303	56					
	24°	298	15	300	41	303	13	305	18	308	59					
	30°	304	27	306	44	309	6	311	41	314	30					
Temps du lever du Capricorne.		2	6	36	2	6	36	2	3	44	2	1	48	1	59	44
LE VERSEAU.	6°	310	28	312	35	314	47	317	10	319	47					
	12°	316	23	318	18	320	19	322	29	324	51					
	18°	322	8	322	51	325	39	327	35	329	42					
	24°	327	48	329	18	330	51	332	32	334	21					
	30°	333	22	334	36	335	55	337	20	338	53					
Temps du lever du Verseau.		1	55	40	1	51	28	1	47	16	1	42	36	1	34	24
LES POISSONS.	6°	338	18	339	47	340	52	342	1	343	15					
	12°	344	10	344	56	345	44	346	36	347	32					
	18°	349	30	350	00	350	32	351	4	351	45					
	24°	354	45	355	1	355	57	355	34	355	12					
	30°	360	00	360	00	360	00	360	00	360	00					
Temps du lever des Poissons.		1	46	32	1	41	36	1	36	20	1	30	40	1	24	28

DE L'ÉCLIPTIQUE, DE 6 DEGRÉS EN 6 DEGRÉS,
EN 6 DEGRÉS, JUSQU'AU 66° DEGRÉ INCLUSIVEMENT.

36°.		42°.		48°.		54°.		60°.		66°.	
COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.	
Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
260	44	264	49	269	55	276	48	286	58	305	52
267	54	272	13	277	37	284	57	294	56	317	51
274	57	279	26	285	3	292	43	304	22	329	27
281	51	286	27	292	12	300	5	312	10	340	6
288	31	293	8	298	16	306	13	319	8	347	34
2	20 36	2	23 52	2	28 4	2	34 28	2	46 32	3	39 44
294	55	299	31	305	16	313	00	325	34	353	10
301	5	305	34	311	11	318	51	330	30	355	35
307	16	311	15	316	39	323	59	334	53	356	13
312	30	316	35	321	9	328	34	338	44	357	38
317	48	321	36	326	21	332	12	341	56	358	4
1	57 8	1	53 52	1	49 40	1	43 20	1	31 12	0	38 0
322	49	326	19	330	41	336	28	344	45	358	31
327	36	330	47	334	41	339	51	347	8	358	48
332	8	334	17	338	23	342	56	349	14	359	2
336	29	338	55	341	13	345	45	351	6	359	12
340	40	342	13	345	12	348	25	352	50	359	22
1	31 28	1	24 24	1	15 24	1	2 52	0	48 36	0	5 12
344	12	346	20	348	20	351	4	354	24	359	30
348	37	349	51	351	21	353	17	355	52	359	38
352	28	353	47	354	27	355	34	357	18	359	46
356	15	356	39	357	10	357	48	358	39	359	54
360	00	360	00	360	00	360	00	360	00	360	00
1	17 20	1	9 52	0	59 12	0	46 20	0	28 40	0	0 0

CHAPITRE XXXIV.

CONVERSION DES DEGRÉS DES COASCENDANTS EN DEGRÉS DE L'ÉCLIPTIQUE.

Lorsqu'on a un coascendant dans la sphère droite et qu'on veut le convertir en degrés de l'écliptique, si le coascendant est compté depuis le point initial convenu, et qu'il soit de 90° , 180° , ou 270° , il répond à un même nombre de degrés de l'écliptique et leur commencement est le même. Mais si ce n'est pas un de ces trois nombres, et que le nombre donné soit plus petit que 180° , prenez la différence à 90° , ou, s'il est plus grand que 180° , prenez la différence à 270° , et multipliez le sinus de l'une ou l'autre différence par l'ombre verticale de l'obliquité de l'écliptique, et, divisant le produit par 60, le quotient sera l'ombre verticale de la déclinaison du point de l'écliptique correspondant à la différence obtenue.

Connaissant par là la déclinaison du point de l'écliptique en question, prenez le sinus de cette déclinaison, multipliez-le par 60 et divisez le produit par le sinus de l'obliquité de l'écliptique : le quotient sera le sinus du degré de l'écliptique correspondant à la différence; et lorsque vous en aurez pris le degré, vous le nommerez *l'équation, taudile*, et vous l'écrirez à part.

Après cela : 1° si le coascendant donné est plus petit que 90° , vous retrancherez l'équation de 90° et vous garderez le reste.

2° Si ce coascendant est plus grand que 90° et plus petit que 180° , vous ajouterez l'équation à 90° et vous garderez la somme.

3° S'il est plus grand que 180° et plus petit que 270° , vous retrancherez l'équation de 270° et vous garderez le reste.

4° S'il est plus grand que 270° , vous ajouterez l'équation et vous garderez la somme.

Et quel que soit le nombre conservé entre les quatre que nous venons d'indiquer pour les quatre cas possibles, ce sera le nombre de degrés de l'écliptique qui répondent au coascendant dont vous voulez faire la conversion, et ces degrés commenceront au point initial convenu.

Si le coascendant donné n'est pas compté de ce point et que l'on connaisse la distance du commencement de ce coascendant au point initial convenu, on cherchera d'abord les degrés de l'écliptique qui répondent à cette distance, et ensuite ceux qui répondent à l'arc total compris entre le premier point du Capricorne et la fin du coascendant donné; et, retranchant de ceux-ci ceux qui répondent à la distance, le reste sera les degrés de l'écliptique correspondant au coascendant donné.

Si l'on ne connaissait pas la distance du commencement du coascendant donné au point initial fixé, on ne pourrait faire aucun usage de ce coascendant, parce que son commencement serait indéterminé.

On vient de voir dans ce chapitre comment on détermine un point de l'écliptique au moyen de sa déclinaison, et la table des coascendants des degrés de l'écliptique, qu'on a donnée dans le chapitre xxxii, ne laisse plus rien à désirer pour convertir un coascendant en degrés de l'écliptique.

Il en sera de même pour les coascendants sur les horizons obliques au moyen de la table suivante, dans laquelle nous ne donnons à la vérité les coascendants que pour une latitude particulière, parce que nos exemples ont été choisis pour cette latitude; mais on y pourra suppléer facilement. Cette table contient les coascendants de toutes les parties de l'écliptique, de degré en degré, pour la latitude boréale de 30° .

TABLE DES COASCENDANTS DES ARCS DE L'ÉCLIPTIQUE.

DE DEGRÉ EN DEGRÉ SUR L'HORIZON ORIENTAL, A 30 DEGRÉS DE LATITUDE BORÉALE.

DEGRÉS ÉGAUX OU DE L'ÉCLIPTIQUE.	SIGNES DU ZODIAQUE.							
	LE BÉLIER.		LE TAUREAU.		LES GÉMEAUX.		L'ÉCREVISSE.	
	COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
1	0	41	21	52	46	24	76	31
2	1	22	22	37	47	19	77	37
3	2	3	23	27	48	13	78	43
4	2	45	24	7	49	9	79	50
5	3	26	24	53	50	4	80	56
6	4	7	25	39	51	1	82	3
7	4	48	26	25	51	57	83	11
8	5	30	27	11	52	54	84	19
9	6	11	27	58	53	51	85	26
10	6	58	28	44	54	49	86	34
11	7	34	29	32	55	47	87	44
12	8	16	30	18	56	46	88	52
13	8	58	31	7	57	45	90	1
14	9	39	31	55	58	45	91	10
15	10	22	32	43	59	44	92	19
16	11	3	33	32	60	44	93	28
17	11	45	34	21	61	45	94	37
18	12	27	35	9	62	46	95	46
19	13	10	36	00	63	47	96	56
20	13	52	36	50	64	48	98	7
21	14	35	37	40	65	50	99	17
22	15	18	38	31	66	53	100	27
23	16	1	39	22	67	56	101	37
24	16	44	40	13	68	59	102	47
25	17	27	41	5	70	3	103	58
26	18	11	41	58	71	7	105	10
27	18	55	42	50	72	11	106	21
28	19	39	43	43	73	15	107	32
29	20	23	44	36	74	20	108	43
30	21	7	45	29	75	24	109	54

Signe
entier.

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DES ARCS DE L'ÉCLIPTIQUE,
DE DEGRÉ EN DEGRÉ SUR L'HORIZON ORIENTAL A 30 DEGRÉS DE LATITUDE NORDALE.

DEGRÉS ÉGAUX ou de l'ÉCLIPTIQUE.	SIGNES DU ZODIAQUE.							
	LE LION.		LA VIERGE.		LA BALANCE.		LE SCORPION.	
	COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
1	111	5	146	31	181	9	215	19
2	112	16	147	41	182	18	216	29
3	113	28	148	51	183	26	218	10
4	114	39	150	1	184	34	219	20
5	115	50	151	11	185	44	220	30
6	117	2	152	21	186	52	221	41
7	118	13	153	31	188	1	222	51
8	119	24	154	40	189	10	224	2
9	120	36	155	50	190	19	225	13
10	121	47	156	59	191	28	226	24
11	122	59	158	9	192	37	227	35
12	124	10	159	18	193	47	228	46
13	125	21	160	27	194	56	229	56
14	126	32	161	36	196	6	231	7
15	127	43	162	44	197	15	232	18
16	128	53	163	55	198	25	233	29
17	130	4	165	4	199	35	234	40
18	131	14	166	13	200	43	235	51
19	132	25	167	22	201	52	237	2
20	133	36	168	31	203	1	238	13
21	134	46	169	40	204	10	239	24
22	135	57	170	49	205	20	240	36
23	137	8	171	58	206	30	241	47
24	138	19	173	8	207	39	242	59
25	139	30	174	17	208	49	244	10
26	140	40	175	25	209	59	245	21
27	141	51	176	34	211	9	246	32
28	143	1	177	42	212	19	247	43
29	144	11	178	51	213	29	248	54
30	145	21	180	00	214	39	250	6

Signe entier.

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DES ARCS DE L'ÉCLIPTIQUE.
DE DEGRÉ EN DEGRÉ SUR L'HORIZON ORIENTAL, A 30 DEGRÉS DE LATITUDE BORÉALE.

DEGRÉS ÉGAUX ou DE L'ÉCLIPTIQUE.	SIGNES DU ZODIAQUE.							
	LE SAGITTAIRE.		LE CAPRICORNE.		LE VERSEAU.		LES POISSONS.	
	COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.		COASCENDANT.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
1	251	16	285	40	315	24	339	36
2	252	27	286	44	316	16	340	21
3	253	38	287	49	317	10	341	5
4	254	49	288	53	318	3	341	48
5	256	00	289	57	318	54	342	32
6	257	11	291	00	319	46	343	15
7	258	21	292	3	320	38	343	58
8	259	31	293	6	321	29	344	41
9	260	42	294	9	322	20	345	24
10	261	53	295	11	323	10	346	7
11	263	2	296	13	324	00	346	50
12	264	12	297	15	324	50	347	32
13	265	21	298	16	325	39	348	15
14	266	31	299	16	326	28	348	57
15	267	40	300	16	327	17	349	38
16	268	50	301	15	328	5	350	20
17	269	59	302	15	328	53	351	2
18	271	8	303	13	329	41	351	48
19	272	16	304	12	330	29	352	25
20	273	25	305	10	331	16	353	7
21	274	33	306	8	332	4	353	49
22	275	41	307	6	332	49	354	30
23	276	49	308	4	333	35	355	11
24	277	56	309	00	334	21	355	53
25	279	3	309	55	335	6	356	34
26	280	10	310	51	335	52	357	15
27	281	16	311	46	336	38	357	56
28	282	23	312	41	337	24	358	38
29	283	29	313	36	338	7	359	19
30	284	36	314	30	338	52	360	00

Signe
entier.

CHAPITRE XXXV.

DÉTERMINATION DE L'ARC DIURNE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE.
ET DE SON ARC NOCTURNE POUR UN LIEU DONNÉ.

On entend par *arc diurne*, *khaus-néhârie*, d'un point quelconque de l'écliptique pour tel lieu que ce soit, la partie du parallèle de ce point qui est au-dessus de l'horizon du lieu donné; ainsi les points de l'écliptique ne peuvent avoir d'arc diurne que quand le complément de leur déclinaison est plus grand que la latitude du lieu.

Et pour avoir l'arc diurne d'un de ces points dans un lieu quelconque, on doublera la différence ascensionnelle de ce point et on ajoutera cette somme à 180° , si sa déclinaison est de même dénomination que la latitude, ou bien on la retranchera de 180° , si la déclinaison et la latitude sont de dénominations contraires, et le résultat de l'addition ou de la soustraction sera l'arc demandé.

EXEMPLE.

On demande l'arc diurne du premier point de l'Écrevisse, à 30° de latitude boréale.

Prenez la différence ascensionnelle de ce point à la latitude donnée; vous aurez $14^\circ 36'$, dont le double est $29^\circ 12'$, auxquels vous ajouterez 180° , parce que la latitude du lieu et la déclinaison du point sont de même dénomination : la somme $209^\circ 12'$ sera la valeur de l'arc diurne demandé.

~~Ou autrement : Retranchez le coascendant du point donné dans le lieu donné du coascendant de son *nadhîr* ou du point diamétralement opposé : le reste sera l'arc diurne demandé.~~

EXEMPLE.

Le point et la latitude donnés étant les mêmes que dans l'exemple précédent.

Prenez le coascendant du premier point de l'Écrevisse à la latitude donnée, et retranchez ce coascendant, qui est de $75^{\circ} 24'$, de $284^{\circ} 36'$, coascendant du premier point du Capricorne, lequel est le *nadhîr* du point donné : vous aurez pour reste $209^{\circ} 12'$ [résultat pareil au précédent].

Ou autrement : Retranchez le coascendant du point donné à la latitude donnée, du coascendant de ce point dans la sphère droite, le reste sera la moitié de son arc diurne.

Ainsi, dans notre exemple, retranchez $75^{\circ} 24'$, coascendant du premier point de l'Écrevisse à 30° de latitude, de 180° , coascendant du même point dans la sphère droite, le reste $104^{\circ} 36'$ sera la moitié de l'arc diurne demandé.

Après avoir trouvé l'arc diurne d'un point quelconque, vous aurez l'arc nocturne de ce point en retranchant le premier de 360° .

Ou autrement : Faites pour le *nadhîr* du point donné ce que vous auriez fait pour le point même, et le résultat de votre opération vous donnera l'arc nocturne.

Quant à l'arc diurne des étoiles fixes, la manière de le déterminer est à peu près la même et fondée sur les principes que nous avons déjà exposés.

Voici cette méthode : Retranchez de 90° la déclinaison de l'étoile, et si le reste est ou égal à la latitude du lieu donné ou plus petit que cette latitude, et que la déclinaison de l'étoile soit de même dénomination que la latitude du lieu, cette étoile sera perpétuellement visible dans le lieu donné; mais si la déclinaison et la latitude sont de dénominations contraires, l'étoile sera perpétuellement cachée; si le reste est plus grand que la latitude, ajoutez le double de la différence ascensionnelle de l'étoile à 180°

si la déclinaison et la latitude sont de même dénomination; ou retranchez-le de 180° si elles sont de dénominations différentes: le résultat de l'addition ou de la soustraction sera l'arc diurne demandé.

Ayant l'arc diurne de l'étoile, retranchez-le de 360° , le reste sera l'arc nocturne de la même étoile.

CHAPITRE XXXVI.

DETERMINATION DE LA DURÉE DU JOUR DU SOLEIL, DE LA LUNE ET DES PLANÈTES, POUR UN LIEU DONNÉ, C'EST-A-DIRE DU TEMPS DE LEUR APPARITION AU-DESSUS DE L'HORIZON DE CE LIEU.

Voici la méthode qu'on emploie pour déterminer le jour du soleil :

Si le complément de la déclinaison du soleil à son lever et à son coucher est plus grand que la latitude du lieu donné, retranchez le coascendant du point de l'écliptique dans lequel se trouve le soleil à l'instant de son lever sur l'horizon du lieu donné, du coascendant du point de l'écliptique qui est à l'horizon oriental à l'instant du coucher du soleil, le reste sera l'arc diurne demandé.

Nous avons déterminé pour le temps présent le jour le plus long à la latitude boréale de 30° , et nous avons trouvé qu'il excédait le jour du premier point de l'Écrevisse d'environ 36 minutes, et cet excès peut s'élever à 40 minutes environ, lorsque l'apogée du soleil est dans le premier point du Capricorne¹.

¹ L'observation rapportée ici est curieuse et peut être utile, si elle est exacte, mais il y a quelque apparence que c'est un calcul. S.

On trouve de même la durée du jour de la lune, lorsque le complément de sa déclinaison à l'instant de son lever ou de son coucher est plus grand que la latitude du lieu donné; car on retranche le coascendant du point de l'écliptique qui se lève avec cette planète du coascendant du point de l'écliptique qui est à l'horizon oriental dans l'instant de son coucher, et le reste est le jour demandé.

La même méthode sert aussi à trouver le jour des planètes lorsque leur déclinaison est dans le même cas.

Lorsque le complément de la déclinaison du soleil est de mêmes grandeur et dénomination que la latitude du lieu donné, le jour [ou arc diurne] est sensiblement de 360 degrés; si le complément de la déclinaison du soleil est plus petit que la latitude, le soleil est dans un point de l'écliptique perpétuellement visible dans le lieu donné, ou dans un point du même cercle perpétuellement caché au même lieu; il est sur un point toujours visible lorsque la déclinaison est de même dénomination que la latitude, et toujours caché dans le cas contraire.

Si le soleil est sur un point toujours visible, retranchez la latitude du lieu donné de 90° , le reste sera la déclinaison du point dont le parallèle touche l'horizon, et cette déclinaison sera de même dénomination que la latitude.

Ensuite prenez [sur l'écliptique] la distance du point dont le parallèle est tangent à l'horizon, au point solsticial le plus proche; doublez cette distance, la somme sera l'arc de l'écliptique perpétuellement visible dans le lieu donné. Cherchez combien le soleil doit mettre de temps à le parcourir, ce temps sera le jour demandé.

EXEMPLE.

On demande la durée du jour à 80° de latitude *boreale*, le complément de la déclinaison du soleil étant de 70° nord.

Retranchez la latitude donnée de 90° , le reste est 10° . Prenez le point [de l'écliptique] dont la déclinaison est de 10° nord, vous l'aurez à $25^\circ 44'$ du signe du Bélier. Sa distance au premier point de l'Écrevisse, qui est le solstice le plus voisin, est de $64^\circ 16'$: doublez cette distance, vous aurez $128^\circ 32'$ pour l'arc de l'écliptique perpétuellement visible à 80° de latitude. Cet arc est compris entre $25^\circ 44'$ du Bélier et $4^\circ 16'$ de la Vierge, et le soleil y reste environ 134 jours [*iaum, révol. diurnes*], durée du jour demandé.

On trouverait de même le jour de la lune et des planètes.

La table suivante donne le jour le plus long dans les pays habités pour les latitudes de degré en degré [jusqu'au 66° inclusivement], l'obliquité de l'écliptique étant supposée de $23^\circ 35'$.

TABLE DES PLUS LONGS JOURS DU SOLEIL.

POUR LA PARTIE HABITABLE DE LA TERRE.

LATITUDES	DURÉE des PLUS LONGS JOURS.			LATITUDES	DURÉE des PLUS LONGS JOURS.			LATITUDES	DURÉE des PLUS LONGS JOURS.		
	Heures.	Minutes.	Secondes		Heures.	Minutes.	Secondes		Heures.	Minutes.	Secondes
1	12	3	35	23	13	25	36	45	15	27	12
2	12	6	56	24	13	29	52	46	15	35	12
3	12	10	34	25	13	34	00	47	15	43	20
4	12	13	52	26	13	38	16	48	15	51	28
5	12	17	36	27	13	42	56	49	15	58	16
6	12	21	12	28	13	47	28	50	16	10	48
7	12	24	32	29	13	52	00	51	16	21	4
8	12	28	8	30	13	56	58	52	16	31	44
9	12	31	44	31	14	1	52	53	16	43	12
10	12	35	20	32	14	6	40	54	16	55	4
11	12	38	56	33	14	11	52	55	17	8	32
12	12	42	40	34	14	16	12	56	17	22	40
13	12	46	16	35	14	22	24	57	17	37	44
14	12	50	8	36	14	28	8	58	17	44	40
15	12	53	44	37	14	33	52	59	18	12	24
16	12	57	28	38	14	39	4	66	18	33	4
17	13	1	20	39	14	45	44	61	18	55	52
18	13	5	20	40	14	52	00	62	19	21	36
19	13	9	12	41	14	58	40	63	19	52	00
20	13	13	12	42	15	5	4	64	20	28	17
21	13	17	4	43	15	12	8	65	21	15	44
22	13	21	20	44	15	19	28	66	22	28	32

CHAPITRE XXXVII.

DÉTERMINATION 1^o DES DEGRÉS QUI CORRESPONDENT AUX HEURES DE TEMPS D'UN JOUR DONNÉ; 2^o DU NOMBRE DES HEURES ÉGALES DU MÊME JOUR; 3^o DES UNITÉS DE TEMPS COMPRISES DANS UNE HEURE DE TEMPS, D'APRÈS LE NOMBRE DES HEURES ÉGALES; 4^o DU NOMBRE DES HEURES ÉGALES, D'APRÈS LES UNITÉS DE TEMPS COMPRISES DANS UNE HEURE DE TEMPS.

On entend par *heure de temps diurne* la douzième partie du jour, par *heure de temps nocturne* la douzième partie de la nuit, et par *heure égale* la vingt-quatrième partie du temps compris entre un lever du soleil et le lever suivant¹.

D'après cela chaque *heure égale* est de 15 degrés, ou plutôt de la vingt-quatrième partie du coascendant de l'arc que décrit le soleil pendant que l'équateur fait une révolution entière, car, à parler exactement, ce coascendant n'étant pas toujours de la même grandeur, les *heures égales* n'ont pas toujours la même valeur absolue, mais la quantité dont elles varient étant très-peu considérable, nous croyons pouvoir les supposer chacune de 15 degrés.

Pour les *heures de temps*, leur durée varie d'après l'augmentation ou la diminution de la durée du jour et de la nuit, mais le nombre de ces heures est toujours le même; ainsi celui des *heures égales* qui leur correspondent varie aussi d'après la durée du jour et de la nuit sans que les heures égales cessent d'avoir toujours la même durée.

Pour avoir les *unités de temps*² comprises dans une des *heures*

¹ Cette dernière définition ne convient qu'autant que la durée du jour n'exécède pas celle de la révolution diurne. S.

² Le texte porte : « Pour avoir les temps, *azemân*, compris dans une des heures de temps... »

du temps d'un jour donné, divisez le temps¹ du jour entier par 12, le quotient sera la quantité demandée.

Ou autrement : Divisez par 12 la différence ascensionnelle s'il y en a une, et ajoutez 15 au quotient, ou retranchez-le de 15, selon que la déclinaison du soleil est ou n'est pas de même dénomination que la latitude du lieu donné, le résultat de l'addition ou de la soustraction sera la quantité demandée.

Pour savoir combien il y a d'*heures égales* dans un jour donné, divisez par 15 le nombre des *unités de temps* dont ce jour se compose, le quotient sera le nombre d'*heures égales* demandé.

Ou autrement : Divisez par 15 la différence ascensionnelle s'il y en a une, et ajoutez 12 au quotient, ou retranchez-le de 12, selon que la déclinaison est ou n'est pas de même dénomination que la latitude, le résultat de l'addition ou de la soustraction sera le nombre des *heures égales* du jour donné.

Si on ajoute au nombre des *heures égales* d'un jour donné un quart de ce nombre, la somme sera égale au nombre des *unités de temps* d'une *heure de temps*; et si on retranche du nombre des *unités de temps* d'une *heure de temps* le cinquième de ce nombre, le reste sera égal au nombre des *heures égales* :

Car le rapport du nombre des *heures de temps* aux *unités de temps* des *heures égales* est égal au rapport du nombre des *heures égales* aux *unités de temps* des *heures de temps*, puisque le produit du premier terme par le quatrième, et celui du second terme par le troisième sont tous deux égaux au nombre des *unités de temps* dont le jour est composé².

Lorsque le nombre des *heures égales* du jour est au-dessous de

Les opérations suivantes feront voir que l'auteur entend ici par le mot *temps*, pris dans une signification propre, le temps que le soleil met à parcourir un degré de son parallèle, et conséquemment qu'il donne à ce mot la valeur de l'expression *unité de temps* employée dans la traduction. S.

¹ Il faudrait dire : Divisez le nombre des unités de temps comprises dans un jour entier, etc. S.

² Le nombre des heures de temps diurnes étant constamment de 12, et celui des unités

24, en le retranchant de 24 on a le nombre des heures égales de la nuit.

Et si on retranche de 30 le nombre des unités de temps d'une heure de temps diurne, le reste est le nombre des unités de temps d'une heure de temps de la nuit du même jour¹.

Autrement, faites pour l'arc nocturne ce que vous avez fait pour l'arc diurne, et vous obtiendrez les résultats demandés.

CHAPITRE XXXVIII.

MÉTHODE POUR CONVERTIR LES HEURES ÉGALES EN HEURES DE TEMPS, ET LES HEURES DE TEMPS EN HEURES ÉGALES.

Pour convertir des heures de temps en heures égales, multipliez le nombre des heures de temps par le nombre de degrés qui répond à une de ces heures, et, divisant le produit par 15, le quotient donnera le nombre d'heures égales demandé.

Et pour convertir des heures égales en heures de temps, multipliez par 15 le nombre des heures égales, et divisez le produit par le nombre de degrés répondant à une heure de temps, le quotient donnera le nombre d'heures de temps demandé.

de temps des heures égales de 15 : soit N le nombre des heures égales de la nuit, on aura

$$24 - N = \text{heures de temps diurne.}$$

$$\text{et } (24 - N) \frac{1}{15} = \text{unités de temps des heures de temps diurne.}$$

$$\text{Or, } 24 - N : (24 - N) \frac{1}{15} :: 12 : 15 :: 1 : 1 + \frac{1}{4}. \text{ Donc, etc. S.}$$

$$N \frac{1}{15} = \text{unités de temps des heures de temps nocturne. Or, } N \frac{1}{15} = 30 - (24 - N) \frac{1}{15}. \text{ Donc, etc. S.}$$

CHAPITRE XXXIX.

DÉTERMINATION DES HEURES DE TEMPS DÉJÀ ÉCOULÉES.

Cette détermination a lieu par une méthode dont on a vérifié l'exactitude dans des lieux qui n'ont pas de latitude et dans beaucoup d'autres situés à des latitudes différentes, particulièrement lorsque le soleil se trouve dans l'un des deux points équinoxiaux. Nous avouerons cependant que quelques personnes, [peut-être] sans l'avoir éprouvée, ont pensé que les résultats de cette méthode n'approchent de la vérité qu'autant que les latitudes sont peu considérables, et qu'ils s'en éloignent lorsque les latitudes augmentent¹; mais dans tous les cas, nous croyons qu'elle peut être employée utilement pour la partie habitable de la terre [c'est-à-dire jusqu'au 66° degré de latitude], parce que la différence entre les résultats auxquels elle conduit pour cette partie du globe et la valeur exacte peut être négligée dans la majeure partie des considérations qu'on peut avoir pour objet.

Lors donc que vous voudrez avoir pour un jour quelconque les heures de temps déjà écoulées, si la hauteur méridienne de ce jour est de 90°, divisez la hauteur sur l'horizon donné par 15, vous aurez au quotient les heures de temps déjà écoulées si l'observation se fait avant midi, ou celles qui restent à écouler si l'observation se fait après midi.

¹ Il est sûr que la méthode est inexacte. L'auteur paraît n'en pas sentir la raison, et l'espèce d'incertitude qu'il laisse entrevoir ne ferait pas beaucoup d'honneur à ses connaissances théoriques. S.

Si la hauteur méridienne est au-dessous de 90° , multipliez le sinus de la hauteur observée par 60° , divisez le produit par le sinus de la hauteur méridienne, vous aurez au quotient un sinus dont vous chercherez l'arc, et, divisant cet arc par 15, vous aurez les heures de temps écoulées si l'observation est faite avant midi, ou celles qui restent à écouler si l'observation est faite après midi.

EXEMPLE.

La hauteur observée un jour quelconque avant le *zuoual*, *midi vrai*, étant de 10° , et la hauteur méridienne de 30° .

Prenez le sinus de la hauteur observée, lequel est $10^\circ 25'$; multipliez-le par 60, et divisant le produit 625 par 30, sinus de la hauteur méridienne, vous aurez au quotient $20^\circ 50'$, sinus de l'arc de $20^\circ 21'$; divisez cet arc par 15, vous aurez, en heures de temps, $1^h 21'$ pour le temps déjà écoulé du jour donné.

Autrement : Prenez le rapport du sinus total 60 au sinus de la hauteur méridienne du soleil le jour donné, et, conservant ce rapport, vous vous en servirez pour multiplier le sinus des hauteurs observées pendant ce jour en quelque temps que ce soit; le résultat de chaque multiplication sera un sinus dont l'arc divisé par 15 donnera au quotient le nombre d'heures de temps écoulées si l'observation se fait avant midi, ou restant à écouler si elle se fait après midi.

Si on connaissait le nombre d'heures de temps écoulées et qu'on voulût avoir la hauteur du soleil, on multiplierait les heures de temps par 15, le produit serait un arc dont on prendrait le sinus, et, multipliant ce sinus par celui de la hauteur méridienne du soleil au jour donné, on diviserait le nouveau produit par 60 et le quotient serait le sinus de la hauteur demandée.

EXEMPLE.

Le temps écoulé du jour donné étant de deux heures de temps et la hauteur méridienne du soleil de 30° degrés.

Multipliez 2, nombre des heures de temps écoulées, par 15° , le produit 30°

est un arc dont le sinus est 30^p ; multipliez-le par 30^p , sinus de la hauteur méridienne, et divisez le produit 900^p par 60 : le quotient est 15^p , sinus d'un arc de $14^{\circ} 29'$, lequel est égal à la hauteur demandée.

Autrement : Prenez le rapport du sinus du produit des heures écoulées par 15° au sinus total, et, multipliant par ce rapport le sinus de la hauteur méridienne, vous aurez au produit le sinus de la hauteur demandée.

Suivent trois tables, dont la première donne les ombres verticales des hauteurs correspondant aux heures de temps des jours dont la hauteur méridienne est un des arcs du cadran divisé de cinq en cinq degrés; ce sont ceux dont nous nous servirons le plus souvent dans la suite.

La seconde donne les ombres verticales des hauteurs correspondant aux heures de temps des jours dont la hauteur méridienne a pour ombre verticale 1, 2 ou 3 doigts jusqu'à 12 inclusivement; ce sont celles dont nous ferons aussi le plus d'usage dans nos exemples.

La troisième donne les ombres horizontales et verticales des hauteurs correspondant aux heures de temps des jours dont la hauteur méridienne a pour ombre horizontale 0, 1, 2 ou 3 doigts jusqu'à 36 inclusivement.

Le calcul de ces tables est manifeste d'après ce qui précède, car, l'ombre de la hauteur méridienne étant connue, cette hauteur et celles qui répondent à chaque heure [de temps] le sont aussi, et les hauteurs de chaque heure de temps étant ainsi déterminées, il est facile d'en avoir les ombres, ce qui est la chose demandée.

TABLE DES OMBRES VERTICALES DES HAUTEURS

CORRESPONDANT AUX HEURES DE TEMPS DES JOURS DONT LA HAUTEUR MÉRIDienne RÉPOND
A UNE DES DIVISIONS DU CADRAN, DE 5 DEGRÉS EN 5 DEGRÉS.

HAUTEUR MÉRIDienne.	I ^e HEURE.		II ^e HEURE.		III ^e HEURE.		IV ^e HEURE.		V ^e HEURE.		VI ^e HEURE.	
	OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
5	0	17	0	31	0	44	0	54	1	1	1	3
10	0	33	1	3	1	29	1	49	2	2	2	7
15	0	48	1	34	2	14	2	46	3	6	3	13
20	1	4	2	5	3	00	3	43	4	12	4	22
25	1	19	2	35	3	45	4	43	5	22	5	36
30	1	34	3	6	4	32	5	46	6	37	6	56
35	1	48	3	35	5	20	6	52	8	00	8	24
40	2	2	4	4	6	8	8	3	9	31	10	4
45	2	14	4	32	6	56	9	19	11	12	12	00
50	2	26	4	59	7	45	10	39	13	12	14	18
55	2	36	5	24	8	32	12	5	15	31	17	8
60	2	45	5	46	9	18	13	37	18	39	20	47
65	2	54	6	6	10	1	15	12	21	45	25	44
70	3	1	6	24	10	40	16	49	25	57	32	58
75	3	6	6	37	11	12	18	20	31	5	44	46
80	3	10	6	49	11	38	19	37	36	55	68	3
85	3	12	6	54	11	54	20	30	42	24	138	3
90	3	13	6	56	12	00	20	47	44	46	00	00

TABLE DES OMBRES VERTICALES DES HAUTEURS

CORRESPONDANT AUX FIGURES DE TEMPS DES JOURS DONT LA HAUTEUR MERIDIENNE A POUCE
OMBRE VERTICALE 1, 2, 3 DOIGTS, ETC., JUSQU'A 12 INCLUSIVEMENT

HAUTEUR MERIDIENNE	I ^{re} HEURE.		II ^{re} HEURE.		III ^{re} HEURE.		IV ^{re} HEURE.		V ^{re} HEURE.	
	OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
1	0	16	0	30	0	43	0	53	0	51
2	0	30	0	59	1	24	1	43	1	56
3	0	45	1	27	2	5	2	34	2	53
4	0	59	1	55	2	45	3	24	3	51
5	1	12	2	21	3	23	4	14	4	48
6	1	24	2	45	4	00	5	9	5	45
7	1	34	3	8	4	34	5	49	6	41
8	1	45	3	27	5	7	6	34	7	37
9	1	53	3	46	5	37	7	18	8	32
10	2	1	4	3	6	6	8	00	9	28
11	2	8	4	18	6	31	8	40	10	21
12	2	14	4	32	6	56	9	19	11	12

TABLE

DES

OMBRES HORIZONTALES ET VERTICALES DES HAUTEURS

CORRESPONDANT AUX HEURES DE TEMPS DES JOURS DONT LA HAUTEUR MÉRIDIENNE A FOUR
OMBRE HORIZONTALE 0, 1, 2, 3 DOIGTS, ETC., JUSQU'A 36 DOIGTS INCLUSIVEMENT.

TABLE DES OMBRES HORIZONTALES ET VERTICALES DES HAUTEURS

CORRESPONDANT AUX DEGRES DE TEMPS DES JOURS DONT LA HAUTEUR MÉRIDIENNE A POÜR OMBRE HORIZONTALE 0, 1, 2, 3 DOIGTS, ETC.,
JUSQU'À 36 DOIGTS INCLUSIVEMENT.

256

OMBRE HORIZONTALE, à midi.	I ^{re} HEURE.				II ^e HEURE.				III ^e HEURE.				IV ^e HEURE.				V ^e HEURE.				VI ^e HEURE.	
	OMBRE HORIZONTALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE HORIZONTALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE HORIZONTALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE HORIZONTALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE HORIZONTALE.		OMBRE VERTICALE.		OMBRE VERTICALE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
0	44	46	3	13	20	47	6	56	12	00	12	00	6	56	20	47	3	13	44	46	00	00
1	44	57	3	12	20	53	6	54	12	5	11	54	7	1	20	31	3	22	42	43	144	00
2	45	25	3	10	21	10	6	48	12	20	11	40	7	18	19	44	3	50	37	46	72	00
3	46	14	3	7	21	38	6	39	12	43	11	19	7	45	18	37	4	27	32	15	48	00
4	47	22	3	3	22	17	6	28	13	16	10	51	8	19	17	47	5	15	27	27	36	00
5	48	47	2	57	23	5	6	15	13	55	10	20	9	1	15	18	6	6	23	36	28	48
6	50	26	2	51	24	00	6	00	14	43	9	48	9	47	14	42	7	00	20	36	24	00
7	52	16	2	45	25	3	5	45	15	33	9	16	10	38	13	32	7	56	18	9	20	34
8	54	26	2	38	26	13	5	30	16	29	8	44	11	33	12	28	8	13	16	12	18	00
9	56	42	2	32	27	29	5	15	17	29	8	14	12	29	11	32	9	51	14	37	16	00
10	59	10	2	26	28	51	5	00	18	32	7	46	13	27	10	42	10	51	13	17	14	24
11	61	45	2	20	30	16	4	45	19	37	7	21	14	29	9	57	11	50	12	10	13	5
12	64	27	2	14	31	43	4	32	20	47	6	56	15	28	9	19	12	50	11	13	12	00
13	67	15	2	9	33	16	4	20	21	57	6	34	16	32	8	43	13	50	10	24	11	5

PREMIERE PARTIE. — DES CALCULS.

14	70	12	2	3	39	53	4	8	23	10	6	13	17	35	8	13	14	50	9	12	10	17
15	73	17	1	58	36	30	3	27	21	23	5	54	16	39	7	48	15	52	9	5	9	36
16	76	20	1	53	38	11	3	46	25	37	5	37	19	48	7	13	16	53	8	32	9	00
17	79	30	1	49	39	50	3	37	26	52	5	22	20	49	6	53	17	53	8	3	8	28
18	82	36	1	44	41	34	3	27	28	9	5	7	21	56	6	34	18	56	7	37	8	00
19	86	7	1	40	43	19	3	20	29	25	4	54	23	2	6	15	19	57	7	18	7	35
20	89	20	1	36	45	9	3	11	30	45	4	41	24	7	5	58	20	58	6	52	7	00
21	92	37	1	33	46	51	3	5	32	1	4	30	25	12	5	43	22	00	6	33	6	51
22	96	7	1	29	48	40	2	58	33	22	4	19	26	20	5	28	23	1	6	16	6	33
23	99	24	1	27	50	26	2	51	34	41	4	9	27	25	5	15	24	1	6	00	6	16
24	102	16	1	24	52	20	2	45	36	00	4	00	28	34	5	3	25	3	5	45	6	00
25	106	20	1	21	54	8	2	39	37	21	3	51	29	42	4	51	26	5	5	32	5	46
26	110	28	1	18	55	59	2	34	38	44	3	43	30	50	4	40	27	8	5	19	5	34
27	113	33	1	16	57	52	2	29	40	00	3	36	31	55	4	30	28	8	5	7	5	20
28	117	8	1	14	59	42	2	25	41	21	3	28	33	3	4	21	29	10	4	56	5	9
29	120	14	1	12	61	38	2	20	42	41	3	22	34	12	4	13	30	12	4	46	4	58
30	124	2	1	9	63	31	2	16	44	4	3	16	35	23	4	4	31	14	4	36	4	48
31	128	9	1	7	65	28	2	12	45	22	3	10	36	32	3	57	32	15	4	28	4	39
32	131	26	1	6	67	15	2	8	46	44	3	5	37	38	3	50	33	15	4	20	4	32
33	135	21	1	4	69	14	2	9	48	11	3	00	38	48	3	43	34	21	4	12	4	25
34	138	5	1	3	70	57	2	2	49	29	2	55	39	50	3	37	35	20	4	5	4	"
35	141	55	1	1	72	53	1	58	50	50	2	50	40	57	3	31	36	19	4	"	"	"
36	145	57	00	59	74	55	1	55	52	15	2	45	42	5	3	25	37	"	"	"	"	"

CHAPTER XXXIX.

CHAPITRE XL.

DÉTERMINATION DE L'ASHLE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE OU D'UNE ÉTOILE
POUR UN LIEU DONNÉ¹.

On entend par *ashle* d'un point de l'écliptique dans un lieu quelconque le rapport des parties du sinus de sa plus grande hauteur aux parties d'une ligne menée [de l'extrémité supérieure

FIG. 1.

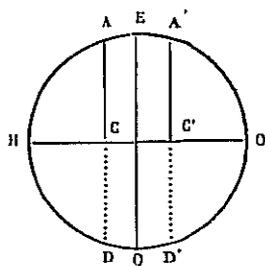


FIG. 2.

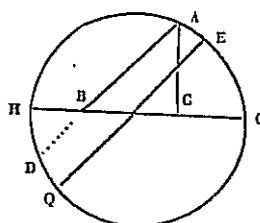


FIG. 5.

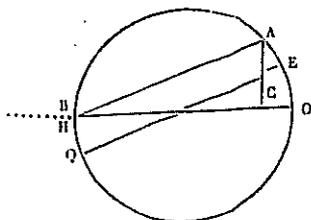
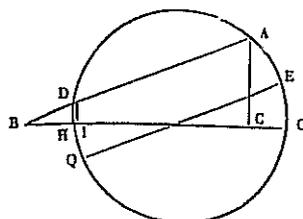


FIG. 4.



Soit AD le diamètre du parallèle; AB la partie de ce parallèle ou de la ligne menée sur son prolongement, au-dessus de l'horizon; AC le sinus du maximum de hauteur; DI celui du minimum; HO l'horizon; EQ l'équateur et le rayon des tables égal à l'unité;

de l'arc] de la plus grande hauteur, passant par le centre du parallèle du point donné et se terminant au plan de l'horizon, le diamètre du parallèle étant toujours supposé de 120 parties.

On voit par là quel doit être l'*ashle* d'une étoile dans le même lieu.

Lors donc qu'on veut avoir ce rapport et que le lieu de l'observation n'a pas de latitude, il ne peut se présenter que deux cas : ou le point donné n'a pas de déclinaison ou il en a une. S'il n'en a pas, son *ashle* est égal à l'unité, ce qui arrive pour le commencement du Bélier dans un lieu qui n'a pas de latitude; s'il a une déclinaison, son *ashle* est égal au cosinus de la déclinaison, ce qui arrive pour le commencement de l'Écrevisse dans un lieu qui n'a pas de latitude.

Si le lieu de l'observation a une latitude, il se peut de même que le point donné ait ou n'ait pas de déclinaison. S'il n'a pas de déclinaison, son *ashle* est égal au cosinus de latitude, et s'il a une déclinaison, son *ashle* est égal au produit du cosinus de la déclinaison par le cosinus de latitude.

la valeur générale de l'*ashle* X; le complément de la latitude a , et la déclinaison b , on a :

$$X = \frac{\sin. (a + b) + (\sin. a - b)}{2} = \sin. a \cos. b.$$

Premier cas : $a > b$. Soit $a = 90^\circ$, $b = 0$:

$$X = 1$$

$$a = 90^\circ, b = 0.$$

$$X = \cos. x = \cos. \text{déclin.}$$

$$a = y, b = 0.$$

$$X = \sin. y = \cos. \text{latitude.}$$

$$a = y, b = x.$$

$$X = \sin. y \cdot \cos. x = \cos. \text{lat.} \cdot \cos. \text{décl.}$$

Second cas : $a = b$.

$$X = \sin. a \cos. a = \frac{\sin. 2 a}{2} = \frac{\sin. \text{maximum de hauteur.}}{2}$$

Troisième cas : $a < b$.

$$X = \frac{\sin. \text{max. haut.} - \sin. \text{min. haut.}}{2} \text{ à cause de } a - b \text{ négatif.}$$

Et si $a = 0$, quel que soit b , on a $X = 0$.

EXEMPLE.

On demande quel est au 30° degré de latitude l'*ashle* d'un point de l'écliptique dont la déclinaison est de 20 degrés.

Multipliez 0° 56' 23" ¹ cosinus de la déclinaison par 0° 51' 58" ² cosinus de la latitude, le produit 0° 48' 50" 3" 14" ³ sera l'*ashle* du point qui a 20° de déclinaison à 30° de latitude.

AUTRE EXEMPLE.

La déclinaison d'une étoile étant de 84° 14', on demande l'*ashle* de cette étoile pour le 30° degré de latitude.

Multipliez 0° 6' 2", valeur approchée du cosinus de la déclinaison de l'étoile, par 0° 51' 58", cosinus de la latitude, le produit 0° 5' 13" 31" 56" ⁴ sera l'*ashle* de l'étoile pour le pays donné.

Si la latitude du lieu de l'observation n'avait pas de complément [c'est-à-dire sous le pôle], il n'y aurait d'*ashle* ni pour le point de l'écliptique ni pour les étoiles.

AUTRE MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DE L'ASHLE.

1° Pour un point de l'écliptique qui se lève et se couche dans le lieu donné :

Multipliez le sinus de la hauteur méridienne de ce point dans le lieu donné par 60 minutes, et divisez le produit par le sinus

$$1 = \frac{56.23'}{60}$$

$$2 = \frac{51.58'}{60}$$

$$3 = \frac{48.50.3'14''}{3,600.}$$

La forme d'expression employée par l'auteur est particulière au calcul sexagimal, et cette dernière équivaut à

$$\left[56 \overline{60}^2 + 48 \overline{60}^1 + 50 \overline{60}^0 + 3 \overline{60}^1 + 14 \overline{60}^1 \right] \overline{60}^2,$$

le rayon des tables étant de 60 parties.

verse de l'arc semi-diurne, le quotient sera l'*ashle* demandé.

[2° Pour un point dont le parallèle est tangent à l'horizon :]

Si le point est toujours visible et que son parallèle touche l'horizon, prenez la moitié du sinus de sa hauteur méridienne, ce sera l'*ashle* demandé.

[3° Pour un point dont le parallèle est au-dessus de l'horizon :]

Si le parallèle ne touche pas l'horizon, prenez la demi-différence du sinus de la plus grande hauteur et du sinus de la moindre hauteur, ce sera l'*ashle* demandé : si ces deux hauteurs sont égales, il n'y a pas d'*ashle* à la latitude donnée.

CHAPITRE XLI.

DÉTERMINATION DU DAÏER OU ARC DE RÉVOLUTION DE LA SPHÈRE, [DÉCRIT] DEPUIS LE COMMENCEMENT D'UN JOUR DONNÉ JUSQU'À TEL TEMPS DU MÊME JOUR QUE CE SOIT.

Prenez le sinus verse de l'arc semi-diurne; multipliez-le par le sinus de la hauteur du soleil au temps proposé et divisez le produit par le sinus de la hauteur méridienne du soleil le jour donné, vous aurez pour quotient un sinus de *direction*; retranchez-le du sinus verse de l'arc semi-diurne, le reste sera le sinus verse de l'*augment de l'arc de révolution*¹; retranchez cet *augment* de l'arc

¹ *Fadhle al-dâïer*; c'est la distance du soleil au méridien. Nous aurions pu nous servir du terme d'*argument*, au lieu de celui d'*augment*, parce que l'élément dont il s'agit ne sert jamais que pour en trouver un autre, qui est l'arc de révolution demandé; mais nous aurons besoin de ce terme dans une autre circonstance, et d'ailleurs *augment* est la traduction littérale de *fadhle*, que Castell, tom. II, col. 3,043, de son *Lexicon heptaglotton*, traduit par *res vel pars redundans*.

semi-diurne ou ajoutez-le-lui, selon que l'observation aura été faite avant ou après midi, et le résultat de la soustraction ou de l'addition sera l'*arc de révolution* de la sphère demandé.

Et en divisant cet arc de révolution par 15, vous aurez, en *heures égales*, le temps déjà écoulé du jour donné, et en le divisant par le nombre des *unités de temps* de chaque heure de temps du jour donné, vous aurez le même temps déjà écoulé en *heures de temps*.

EXEMPLE.

Le soleil étant au premier point de l'Écrevisse, et sa hauteur observée avant midi de 30 degrés, à la latitude boréale de 30 degrés.

Prenez le sinus verse de l'arc semi-diurne du premier point de l'Écrevisse à la latitude donnée, ce sinus verse est de $75^{\circ} 7'$; multipliez-le par 30° , sinus de la hauteur anté-méridienne, et divisez le produit $2,253^{\circ} 30'$ par $59^{\circ} 37' 20''$, sinus de la hauteur méridienne du premier point de l'Écrevisse au lieu donné, le quotient sera $37^{\circ} 46'$; retranchez-le du sinus verse de l'arc semi-diurne, il restera $37^{\circ} 14'$, sinus verse dont l'arc $67^{\circ} 42'$ est égal à l'*augment* de l'arc de révolution; retranchez cet *augment* de l'arc semi-diurne $104^{\circ} 36'$ parce que l'observation est faite avant midi, le reste, $36^{\circ} 54'$, sera l'arc de révolution de la sphère décrit depuis le commencement du jour jusqu'au temps de l'observation.

En divisant cet arc par 15 vous aurez en *heures égales*, $2^{\text{h}} 27' 36''$ de temps écoulé, et en le divisant par $17^{\text{h}} 26'$, nombre des *unités de temps* d'une *heure de temps* pour le jour où le soleil est dans le premier point de l'Écrevisse à la latitude donnée, vous aurez en *heures de temps* $2^{\text{h}} 7'$ de temps écoulé.

On voit par là que, si l'on connaissait les heures égales ou les heures de temps déjà écoulées, il serait facile de trouver l'arc de révolution correspondant, et quelle méthode on aurait à suivre pour le déterminer.

CHAPITRE XLII.

AUTRE MÉTHODE POUR DÉTERMINER L'ARC DE RÉVOLUTION DE LA SPHÈRE DÉCRIT DEPUIS LE COMMENCEMENT D'UN JOUR DONNÉ JUSQU'À TEL TEMPS QUE CE SOIT DU MÊME JOUR.

Prenez l'*ashle* du point de l'écliptique dans lequel se trouve le soleil au jour donné; divisez par cet *ashle* la différence du sinus de la hauteur au temps pour lequel se fait le calcul, et du sinus de la hauteur méridienne du soleil au même jour, le quotient sera le sinus verse de l'*augment* de l'arc de révolution, augment qu'on trouvera d'après ce sinus verse; ensuite continuez l'opération comme on vient de l'expliquer dans le chapitre précédent.

EXEMPLE.

Le soleil étant dans le premier point du Capricorne, la hauteur avant midi de 30 degrés, et la latitude aussi de 30 degrés et boréale.

Divisez par l'*ashle* du premier point du Capricorne à la latitude donnée, c'est-à-dire par 0. 47. 37. 18., la différence 5^p 37' du sinus de la hauteur anté-méridienne et du sinus de la hauteur méridienne du premier point du Capricorne en cette latitude, le quotient sera 7^p 5', sinus verse dont l'arc 28° 7' est égal à l'*augment* de l'arc de révolution: le reste de l'opération comme au chapitre précédent.

AUTRE MÉTHODE.

Prenez la différence ascensionnelle du degré du soleil [c'est-à-dire du point de l'écliptique dans lequel il se trouve], ajoutez-la à

60 si la déclinaison et la latitude sont de même dénomination, ou retranchez-la de 60 si la déclinaison et la latitude sont de dénominations contraires; ensuite prenez, 1^o la différence de la somme ou du reste d'avec le sinus de la hauteur méridienne; 2^o le rapport de cette différence au même sinus de la hauteur méridienne, et conservez ce rapport.

Enfin retranchez le sinus de la hauteur anté-méridienne du sinus de la hauteur méridienne, multipliez le reste par le rapport conservé et ajoutez ce produit au reste même, la somme sera le sinus verse de l'augment de l'arc de révolution.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous la valeur approchée du rapport dont il est question dans cet article pour la latitude boréale de 30^o [et pour divers degrés de déclinaison].

DÉCLINAISON.	8°	13°	16°	18°	20°	22°	23° 35'
RAPPORT évalué en 60 ^o .	9	10	11	12	13	14	15

OBSERVATION.

Au lieu d'exprimer le rapport dont il s'agit ici en soixantièmes, comme nous le faisons, l'auteur donne ces rapports comme il suit :

1. Un dixième et un demi-dixième.
2. Un sixième.
3. Un sixième et un dixième [de sixième].
4. Un cinquième.
5. Un cinquième et un demi-sixième [de cinquième].
6. Un cinquième et un sixième [de cinquième].
7. Un quart.

Or, plusieurs de ces expressions sont ambiguës, parce qu'elles ne sont pas complètes, ainsi qu'on le voit par les additions entre paren-

thèses [] que nous sommes obligés d'y faire; et, en outre, elles ne donnent pas une idée aussi nette de la progression ingénieusement choisie de ce rapport.

CHAPITRE XLIII.

DÉTERMINATION, POUR UNE ÉTOILE OU UN POINT DE L'ÉCLIPTIQUE TOUJOURS VISIBLES, DE LEUR DISTANCE AU MÉRIDIEEN, MESURÉE SUR LEUR PARALLÈLE, LORSQUE LEUR HAUTEUR EST CONNUE POUR LE TEMPS DONNÉ.

Prenez l'*ashle* de l'étoile, et divisez par cette quantité la différence du sinus de la plus grande hauteur et du sinus de la hauteur donnée, le quotient sera le sinus verse de l'arc demandé.

EXEMPLE.

La hauteur de l'étoile *Judic* à 30° de latitude étant de 32 degrés.

Retranchez 31° 48', sinus de cette hauteur, de 35° 4', sinus de la hauteur méridienne de l'étoile *Judic* à la latitude donnée, le reste sera 3. 16'; divisez ce reste par 0. 5. 13. 32., *ashle* de l'étoile à 30 degrés de latitude, le quotient sera 37° 30', sinus verse dont l'arc 67° 59' est la distance de l'étoile au méridien en parties de son parallèle à 30° de latitude.

CHAPITRE XLIV.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR D'APRÈS L'ARC DE RÉVOLUTION DE LA SPHÈRE.

Prenez le sinus verse de l'augment de l'arc de révolution, retranchez ce sinus verse de celui de l'arc semi-diurne, vous aurez pour reste un sinus de *direction*; multipliez-le par le sinus de la hauteur méridienne du soleil au jour donné; divisez le produit par le sinus verse de l'arc semi-diurne, le quotient sera le sinus de la hauteur.

EXEMPLE.

Le soleil étant dans le premier point de l'Écrevisse, le temps écoulé une heure de temps, et la latitude 30° nord.

Prenez l'arc de révolution correspondant à la fin de la première heure de temps du jour donné à la latitude proposée; cet arc est de $17^{\circ} 26'$; retranchez-le de $104^{\circ} 36'$ de l'arc semi-diurne du premier point de l'Écrevisse, le reste, $87^{\circ} 10'$, sera l'augment de l'arc de révolution; prenez-en le sinus verse, $57^{\circ} 2'$, retranchez-le de 75° , sinus verse de l'arc semi-diurne du premier point de l'Écrevisse, vous aurez pour reste le sinus de direction $18^{\circ} 5'$, que vous multipliez par $59^{\circ} 37' 18''$, sinus de la hauteur méridienne de ce point solsticial; et divisant le produit par $75^{\circ} 7'$, sinus verse de l'arc semi-diurne, le quotient $14^{\circ} 21'$ sera le sinus de la hauteur $13^{\circ} 50'$, qui est celle du soleil à la latitude donnée, à la fin de la première heure de temps du jour où cet astre est dans le premier point de l'Écrevisse.

AUTRE MÉTHODE PLUS SIMPLE QUE LA PRÉCÉDENTE.

Les mêmes choses étant données, multipliez $57^{\circ} 2'$, sinus verse

de l'augment de l'arc de révolution, par $00.47.37.18.$, *ashle* du premier point de l'Écrevisse, qui est le lieu du soleil; retranchez le produit $45^{\circ} 16'$ de $59^{\circ} 37'$, sinus de la hauteur méridienne du soleil au jour donné, le reste sera le sinus de la hauteur demandée; ou, si vous aimez mieux, multipliez le sinus de *direction* par l'*ashle* du premier point de l'Écrevisse à la latitude donnée, le produit sera le sinus de la hauteur demandée.

CHAPITRE XLV.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR D'UNE ÉTOILE TOUJOURS VISIBLE À TELLE LATITUDE QUE CE SOIT, LORSQUE SA DISTANCE AU MÉRIDIEEN EN PARTIES DE SON PARALLÈLE EST CONNUE.

EXEMPLE

QUI SERVIRA D'EXPLICATION.

La distance de l'étoile *Judic* au méridien étant de 60° à 30° de latitude.

Multipliez 30° , sinus verse de l'arc de 60° , par $0.5.13.32.$, *ashle* de *Judic* à la latitude donnée; retranchez le produit $2^{\circ} 36' 46''$ de $35^{\circ} 4'$, sinus de la hauteur méridienne de cette étoile à la même latitude, le reste, $32^{\circ} 27' 14''$, sera le sinus de sa hauteur, lorsque, à 30° de latitude, sa distance au méridien, comptée sur son parallèle, est de 60° .

Ou autrement: Divisez par $0.5.13.32.$, *ashle* de *Judic* à la latitude donnée, le sinus $35^{\circ} 4'$ de sa hauteur méridienne, le quotient sera $402^{\circ} 38'$: prenez-le, pour *Judic*, étoile de perpétuelle apparition, au lieu du sinus verse de l'arc semi-diurne [dont vous vous serviriez] pour les étoiles ou les points de l'écliptique qui ont un lever et un coucher, et de ce quotient, qu'on appelle le *khânith* de l'étoile, retranchez le sinus verse, 30° de la distance de *Judic*

au méridien; le reste, $37^{\text{p}} 36'$, sera un *sinus de direction* que vous multipliez par $0.5.13.32.$, *ashle* de *Judie* à 30° de latitude : le produit, $32^{\text{p}} 27'$, sera le sinus de la hauteur demandée.

On voit par ce que nous venons de dire qu'il n'y a de *khánith* que pour les étoiles qui sont perpétuellement au-dessus de l'horizon, et que le *khánith* d'une étoile dans un lieu donné est toujours égal au sinus de la hauteur méridienne divisé par l'*ashle* de l'étoile dans le même lieu ¹.

CHAPITRE XLVI.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DU SOLEIL AU COMMENCEMENT ET A LA FIN DE L'ASHRE.

Commencement de l'ashre. — Lorsque la hauteur méridienne du soleil est de 90° , sa hauteur, au commencement de l'*ashre*, est de 45° .

Si la hauteur méridienne du soleil est au-dessous de 90° , prenez l'ombre horizontale de cette hauteur; ajoutez-y constamment la longueur du module ou corps [qui est de douze doigts], la somme sera l'ombre horizontale du commencement de l'*ashre*, et la hauteur qui répond à cette ombre sera celle du soleil au commencement de l'*ashre* : vous connaîtrez ensuite par cette hauteur combien il y a de temps écoulé ou combien on compte d'heures depuis le commencement de la journée jusqu'à la fin de l'*ashre*.

¹ Voyez la fig. 4 de la note du chap. XI. La ligne AB de cette figure y représente le *khánith* dont il s'agit ici. S.

Fin de l'ashre. — Ajoutez constamment le module, qui est de douze doigts, à l'ombre horizontale du commencement de l'*ashre*. la somme sera l'ombre horizontale de la fin de l'*ashre*; la hauteur qui répond à cette ombre sera celle du soleil à la fin de l'*ashre*, et vous connaîtrez par cette hauteur combien il y a de temps ou d'heures écoulées depuis le commencement du jour jusqu'à la fin de l'*ashre*.

Si vous voulez connaître l'arc de révolution [décrit] depuis le commencement du *zhohre* jusqu'au commencement de l'*ashre* ou jusqu'à sa fin, prenez l'augment de l'arc de révolution qui répond à la hauteur du commencement ou de la fin de l'*ashre* de la manière indiquée précédemment, ce sera l'arc de révolution demandé.

L'arc de révolution de la sphère [décrit], depuis le *zaoual*, midi vrai, jusqu'à l'*ashre*, est le plus court possible : 1^o dans un lieu qui n'a pas de latitude, lorsque le soleil est dans le premier point du Bélier ou de la Balance (les équinoxes); 2^o dans un lieu septentrional dont la latitude est ou égale à l'obliquité de l'écliptique ou plus grande que cette obliquité, lorsque le soleil est dans le premier point du Capricorne [le solstice d'hiver]: cette limite n'a pas lieu pour les latitudes septentrionales plus petites que l'obliquité de l'écliptique.

Voici une méthode pour avoir, d'une manière approchée, l'arc de révolution du *zhohre* à l'*ashre* dans les 3^e, 4^e et 5^e climats : prenez la différence entre l'arc de révolution décrit du *zhohre* de l'équinoxe à son *ashre*, et entre l'arc de révolution du *zhohre* du solstice d'été à son *ashre*, différence que nous nommons *exubérance* boréale, et conservez-la; ensuite prenez la différence entre l'arc de révolution du *zhohre* de l'équinoxe à son *ashre*, et l'arc de révolution du *zhohre* du solstice d'hiver à son *ashre*, ce qu'on appelle *exubérance* australe, et conservez aussi cette seconde *exubérance*.

Après cela, lorsque vous voudrez avoir l'arc de révolution du *zhohre* à l'*ashre* pour un jour quelconque, prenez le rapport de la déclinaison du soleil, en ce jour, à la plus grande déclinaison, et multipliez par ce rapport l'exubérance boréale si la déclinaison est boréale, ou l'exubérance australe si la déclinaison est australe. Si la déclinaison est boréale, ajoutez au premier produit l'arc de révolution du *zhohre* de l'équinoxe à son *ashre*, ou retranchez le même arc du second produit si la déclinaison est australe; le résultat de l'addition ou de la soustraction sera la valeur approchée de l'arc de révolution du *zhohre* à l'*ashre* pour le jour donné.

Tout cela n'a pas besoin d'exemple pour être éclairci; nous dirons seulement que, pour un lieu situé à 30° de latitude boréale, l'arc de révolution du *zhohre* de l'équinoxe à son *ashre* est de $51^{\circ} 50'$; l'exubérance boréale de $1^{\circ} 50'$, et l'exubérance australe de $9^{\circ} 57'$.

Voici trois tables, dont la première donne, pour les hauteurs méridiennes du soleil, de 5° en 5° , les hauteurs correspondant aux *ashres*, avec les sinus et les ombres verticales de ces hauteurs.

La seconde table donne les ombres verticales des hauteurs des *ashres* relativement aux ombres horizontales du *zaoual* ou *midi vrai*, données de doigts en doigts [jusqu'à 36° inclusivement].

La troisième donne les ombres verticales des *ashres* relativement aux ombres verticales du *zaoual* ou *midi vrai*, données de doigts en doigts [jusqu'à 12 inclusivement].

OBSERVATION.

Nous n'avions jusqu'à présent que des données très-imp parfaites de la durée du *zhohre* et de l'*ashre*, quoique ces deux parties du jour se rattachent immédiatement aux pratiques religieuses des musulmans, sur lesquelles nous avons de très-grands détails. S.

PREMIÈRE TABLE.

HAUTEUR DU SOLEIL.	HAUTEUR DE L'ASURE.		SINUS de la HAUTEUR DE L'ASURE.		OMBRE VERTICALE de la HAUTEUR DE L'ASURE.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
5	4	36	4	49	0	58
10	8	32	8	54	1	48
15	11	57	12	24	2	32
20	14	57	15	29	3	12
25	17	38	18	10	3	49
30	20	6	20	37	4	23
35	21	56	22	25	4	50
40	24	32	24	55	5	39
45	26	34	26	50	6	00
50	28	33	28	40	6	32
55	30	28	30	25	7	4
60	32	22	32	7	7	37
65	34	17	33	48	8	11
70	36	15	35	29	8	48
75	38	15	37	9	9	28
80	40	23	38	52	10	12
85	42	36	40	37	11	2
90	45	00	42	26	12	00

DEUXIEME TABLE.

OMBRE HORIZONTALE, à midi vrai.	OMBRE VERTICALE de l'astre.		OMBRE HORIZONTALE, à midi vrai.	OMBRE VERTICALE de l'astre.	
	Doigts.	Minutes.		Doigts.	Minutes.
1	11	5	19	4	29
2	10	17	20	4	30
3	9	36	21	4	22
4	9	00	22	4	15
5	8	28	23	4	7
6	8	00	24	4	00
7	7	35	25	3	54
8	7	12	26	3	47
9	6	51	27	3	42
10	6	33	28	3	36
11	6	16	29	3	30
12	6	00	30	3	25
13	5	46	31	3	20
14	5	34	32	3	16
15	5	20	33	3	12
16	5	9	34	3	8
17	4	58	35	3	4
18	4	48	36	3	00

TROISIEME TABLE.

OMBRE VERTICALE, à midi vrai.	OMBRE VERTICALE de l'astre.	
	Doigts.	Minutes.
1	0	55
2	1	43
3	2	24
4	3	00
5	3	33
6	4	00
7	4	27
8	4	43
9	5	9
10	5	28
11	5	41
12	6	"

CHAPITRE XLVII.

DES POINTS DE L'ÉCLIPTIQUE QUI DÉCRIVENT DES PARALLÈLES COÏNCIDENTS
ET DES PARALLÈLES ÉGAUX.

Les parallèles *coïncidents*, *mutéfakhah*, sont ceux des premiers points du Bélier et de la Balance et ceux dont la déclinaison est la même et de même dénomination, tels que les premiers points du Taureau et de la Vierge, du Sagittaire et du Verseau, etc.

Les parallèles *égaux*, *mutésdouïah*, sont ceux dont la déclinaison est la même et la dénomination contraire, tels que le premier point du Taureau et les premiers points du Scorpion et des Poissons; le premier point des Gémeaux, et ceux du Sagittaire et du Verseau, etc.

Les points coïncidents des parallèles sont ceux dont les arcs diurnes et la hauteur méridienne sont égaux chacun à chacun; et ce qui a lieu pour l'arc diurne ou pour la hauteur de l'un d'eux, a aussi lieu nécessairement pour l'arc diurne et la hauteur méridienne de son coïncident.

CHAPITRE XLVIII.

DÉTERMINATION DU POINT DE PASSAGE D'UNE ÉTOILE ET DU COASCENDANT DE CE POINT.

Le point ou degré de *passage*, *djuze mamarre*, d'une étoile est le point ou degré de l'écliptique qui passe au méridien avec cette

étoile. Toute étoile dont l'arc de longitude se termine entre le premier point du Capricorne et le premier point de l'Écrevisse, a son point de passage entre ces deux points; et toute étoile dont l'arc de longitude se termine entre le premier point de l'Écrevisse et le premier point du Capricorne, a de même entre ces deux points son point de passage.

Lorsqu'on veut déterminer le point de passage d'une étoile, ou cette étoile a une latitude ou elle n'en a pas : si elle n'en a pas, son point de passage est le même que celui de sa longitude; et il en est de même aussi lorsqu'ayant une latitude, sa longitude est égale à celle de l'un des deux points solsticiaux.

Si en est autrement, multipliez le cosinus de la latitude de l'étoile par le sinus de sa distance au solstice le plus prochain, soit en avant, soit en arrière, et divisez le produit par le cosinus de la déclinaison, le quotient sera le sinus d'un arc égal au coascendant de la distance du point de passage au solstice le plus près du degré de longitude de l'étoile, si toutefois l'étoile est dans les signes septentrionaux avec une latitude australe, ou dans les signes méridionaux avec une latitude boréale; il en serait de même si, l'étoile étant dans les signes septentrionaux avec une latitude boréale, ou dans les signes méridionaux avec une latitude australe, le rapport du sinus de sa déclinaison au sinus de sa latitude était égal au rapport du sinus total 60 au cosinus de l'obliquité de l'écliptique, ou plus grand que ce rapport; mais si le premier de ces deux rapports est plus petit que le dernier, l'arc obtenu sera égal au coascendant de la distance du point de passage au point solsticial le plus éloigné du degré de longitude de l'étoile.

Si le coascendant de la distance du point de passage à l'un des deux solstices était connu, on ajouterait ce coascendant à celui du même solstice dans la sphère droite, si la distance en longitude du point de passage à ce solstice était suivant l'ordre des signes; ou on le retrancherait si la même distance était contre

l'ordre des signes; le résultat de l'addition ou de la soustraction donnerait le coascendant du point de passage dans la sphère droite, et, en le rapportant à l'écliptique, on aurait la position du point de passage de l'étoile.

EXEMPLE.

On demande le point de passage d'*Aldébaran* pour la fin de l'année 680 de l'hégire.

Prenez pour cette année 680 la longitude d'*Aldébaran*, laquelle est de $28^{\circ} 29'$ du Taureau, et sa latitude de $5^{\circ} 10'$ australe, cette étoile ayant une latitude et n'ayant pas une longitude égale à celle de l'un ou l'autre solstice.

Multipliez $59^{\circ} 45' 17''$, cosinus de la latitude, par le sinus de la distance en longitude au premier point de l'Écrevisse, solstice le plus prochain, c'est-à-dire par $31^{\circ} 31'$; divisez le produit, $57^{\circ} 59' 10''$, par le cosinus de la déclinaison d'*Aldébaran* pour le temps donné, vous aurez au quotient $32^{\circ} 19'$ à peu près, sinus de l'arc de $32^{\circ} 36'$, égal au coascendant de la distance du point de passage d'*Aldébaran* au premier point de l'Écrevisse [le solstice d'été]; retranchez ce coascendant du coascendant équatorial du premier point de l'Écrevisse, parce que la distance de la longitude de ce point à celle du degré de longitude d'*Aldébaran* est contre l'ordre des signes; le reste, $147^{\circ} 24'$, sera le coascendant dans la sphère droite du point de passage d'*Aldébaran* réduit en degrés d'égalité [c'est-à-dire rapporté à l'écliptique]; ce coascendant donnera $29^{\circ} 38'$ du Taureau pour le lieu du point de passage d'*Aldébaran*.

La table suivante donne les coascendants de 210 étoiles fixes, comptés du premier point du Capricorne pour la fin de l'année 680 de l'hégire.

TABLE DES COASCENDANTS, DANS LA SPHÈRE DROITE, DE 210 ÉTOILES FIXES
A PARTIR DE 0° D' DU CAPRICORNE, POUR LA FIN DE L'AN 680 DE L'HÉGIRE.

NUMÉROS d'ordre.	NUMÉROS DE LA TABLE des longitudes.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minutes.
1	183	L'épaulé gauche du Sagittaire, d' <i>al-Nadīm-al-Shādirah</i>	1	16
2	184	La première d' <i>al-Khalāīshe</i>	1	35
3	187	L'Aigle (<i>Nasre</i>) tombant.....	1	53
4	185	L'isselle du Sagittaire, d' <i>al-Nadīm-al-Shādirah</i>	2	9
5	186	Le genou du Sagittaire.....	3	32
6	188	La main du Sagittaire, d' <i>al-Shādirah</i>	3	55
7	189	Le nerf du Sagittaire.....	4	41
8	190	La brillante d' <i>al-Khalāīshe</i>	5	21
9	192	La queue de l'Aigle.....	6	37
10	191	L'australe des <i>zhalmāines</i> de l'Aigle (<i>Akhāb</i>).....	6	9
11	193	La dernière d' <i>al-Khalāīshe</i>	8	57
12	194	La troisième externe de la constellation de l'Aigle (<i>Akhāb</i>).....	10	41
13	200	Le bec de la Poule (du Cygne).....	14	40
14	195	La boréale des <i>Shurdāines</i>	16	9
15	197	L'épaulé de l'Aigle (<i>Akhāb</i>).....	16	19
16	198	L'Aigle (<i>Nasre</i>) volant.....	17	13
17	199	Le col de l'Aigle (<i>Akhāb</i>).....	18	22
18	208	La boréale d' <i>al-Fouāris</i>	19	46
19	203	La suivante de l'externe de l'Aigle (<i>Akhāb</i>).....	23	11

Nous avons corrigé les numéros de renvoi de cette table, dont près du quart étaient inexactes. Nous ne croyons pas nécessaire de les indiquer, n'ayant fait ces corrections qu'avec la plus grande attention. Nous avons ajouté aussi la colonne des numéros d'ordre, comme nous l'avons fait pour la table des déclinaisons. Les numéros douteux sont marqués d'un *. S.

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS d'ordre.	NUMÉROS DE LA TABLE des longitudes.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minutes.
20	201	La boréale de <i>Saad-al-Dzâbihh</i>	23	45
21	202	L'australe de <i>Saad-al-Dzâbihh</i>	24	8
22	214	La poitrine de la Poule (du Cygne)	29	4
23	206	La queue du Dauphin	29	10
24	207	L'australe du premier côté des Nœuds	29	14
25	208	La boréale du même côté	30	11
26	204	La brillante de <i>Saad-Dela</i>	30	50
27	210	L'australe du second côté des Nœuds	31	37
28	211	La boréale du même côté	33	5
29	219	<i>Al-Ridfe</i>	33	54
30	205	L'antérieure du dos du Capricorne	34	46
31	209	La suivante du dos du Capricorne	39	29
32	217	L'australe d' <i>al-Fouâris</i>	40	00
33	213	La brillante de <i>Saad-al-Soud</i>	43	18
34	212	L'antérieure de la queue du Capricorne	43	47
35	215	La boréale de la queue du Capricorne	45	17
36	215	La bouche du Cheval	46	2
37	228	Le genou gauche du Cheval	47	20
38	216	La brillante de <i>Saad-al-Mulk</i>	51	00
39	220	La brillante de <i>Saad-al-Bêhâm</i>	51	53
40	214	La queue du Poisson austral	51	57
41	221	L'australe d' <i>Arhkebiah</i> , qui est la première	54	47
42	222	La boréale de la même, qui est la deuxième	56	00
43	223	<i>Saad-al-Arhkebiah</i>	56	54

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS DE LA TABLE DES LONGITUDES.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minutes.
44	228 *	La seconde d'al-Arhhebtah.....	58	17
45	224	La brillante de Saad-al-Rhamâm.....	60	00
46	233 *	La brillante de Saad-Mathre.....	61	40
47	230 *	L'australe de Saad-Bela.....	62	3
48	218	La bouche du Poisson austral.....	64	16
49	229	L'épaule du Cheval.....	66	15
50	227	La croupe du Cheval.....	66	20
51	231	La boréale d'al-Kerb.....	70	42
52	232	L'australe d'al-Kerb.....	71	24
53	244 *	La paume de la main d'Andromède.....	75	31
54	56	Al-Judie.....	79	00
55	226	L'antérieure de celle qui suit la détour de l'eau.....	80	10
56	8	La Main-Teinte.....	81	30
57	237	La tête d'Andromède.....	82	10
58	234	L'aile du Cheval.....	83	13
59	238	La boréale de la queue de la Baleine.....	84	11
60	12	La poitrine de Cassiopée.....	88	34
61	"	d'Andromède.....	89	45
62	233	La seconde Grenouille.....	91	17
63	5	Le ventre du grand Poisson.....	96	30
64	240 *	L'australe de l'origine de la queue de la Baleine.....	97	6
65	238	La boréale de la même.....	101	12
66	239	L'australe des trois médiales d'al-Nuamât.....	107	33
67	1	Le ventre de la Baleine.....	107	55

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS d'ordre.	NUMÉROS DE LA TABLE des longitudes.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minuter.
68	6	La première des <i>Chérathaine</i>	107	58
69	13	Le sommet du Triangle.....	108	12
70	17	Le pied d'Andromède.....	108	32
71	7	La seconde des <i>Chérathaine</i>	108	30
72	11	<i>Al-Nathihh</i>	110	38
73	25	La seconde des <i>Anisaïne</i>	111	20
74	18	L'australe de la Base.....	113	00
75	9	L'œil de la Baleine.....	117	00
76	10	La barbe ou la mandibule de la Baleine.....	119	26
77	14	La bouche de la Baleine.....	120	30
78	20	La première d' <i>al-Bothaine</i>	122	55
79	22	La seconde d' <i>al-Bothaine</i>	123	5
80	28	La tête de Méduse.....	124	34
81	19	La Main-Tronquée.....	125	23
82	23	La restante d' <i>al-Bothaine</i>	126	40
83	24	Le côté de Persée.....	126	58
84	3	La dernière du Fleuve.....	128	50
85	24	L'australe de la section du Taureau.....	130	32
86	33	La première du dessus de l'épaule des Pléiades.....	133	47
87	29	La première des Pléiades.....	134	00
88	32	La boréale externe des Pléiades.....	135	30
89	35	La seconde du dessus de l'épaule des Pléiades.....	136	27
90	31	La poitrine du Taureau.....	139	11
91	37	L'angle du Lambda.....	143	50

EXCERPT DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS d'ordre.	NUMÉROS DE LA TABLE des longitudes.	NOMS DES ÉTOILES	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minutes.
92	39	<i>Aldébaran</i>	147	24
93	40	La sixième de la <i>Couronne (Taje)</i>	151	45
94	46	<i>Al-Aïdûkhe</i>	154	49
95	42	Le pied d'Orion	159	6
96	48	La corne attachée du Taureau	159	8
97	44	L'épaule gauche d'Orion	160	43
98	33	L'australe de la corne du Taureau	162	23
99	47	La boréale de la ceinture d'Orion	162	50
100	51	<i>Al-Hakheâh</i>	163	6
101	52	La médiale de la ceinture d'Orion	164	44
102	58	L'épaule droite du Cocher	165	20
103	54	L'australe de la ceinture d'Orion	165	34
104	55	Le genou d'Orion	168	10
105	50	L'antérieure d' <i>Anourâ-al-Arheribah</i>	168	15
106	57	L'épaule droite d'Orion	168	17
107	60	La première d' <i>al-Haneâh</i> , du côté boréal	171	42
108	61	La seconde de la même	173	30
109	63	La troisième de la même	175	43
110	62	Le pied du Chien	176	52
111	64	<i>Merzame-al-Abdur</i>	177	27
112	65	La quatrième d' <i>al-Haneâh</i>	177	44
113	66	Le genou du Gémeau antérieur	178	41
114	67	La restante d' <i>al-Haneâh</i>	180	28
115	68	<i>Sahîl-al-Jémen</i> [Canope]	181	14

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS DE LA TABLE DE LA LONGITUDE.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minutes.
116	69	<i>Chîerd-al-Abdur</i>	182	48
117	72	L'antérieure des Vierges.....	186	40
118	73	La seconde des Vierges; c'est la boréale.....	187	52
119	76	La troisième des Vierges; c'est la médiale.....	189	6
120	74	<i>Merzame-al-Rhomésah</i>	190	37
121	71	Le Gémeau boréal.....	190	43
122	79	La restante des Vierges ou la queue du Chien.....	192	45
123	75	Le Gémeau austral.....	194	15
124	74	<i>Chîerd-al-Rhomésah</i>	194	28
125	80	La sixième du Navire.....	196	23
126	81	La troisième du même.....	198	40
127	85	La seconde du même.....	203	10
128	90	Le plancher du Navire.....	203	35
129	83	L'externe austral de la tête de l'Hydre.....	205	50
130	97	Celle qui est sous le plancher du Navire.....	206	16
131	82	<i>Al-Nutsrah</i>	208	20
132	86	La bouche de l'Hydre.....	210	20
133	89	Le menton de l'Hydre.....	212	56
134	94	L'origine du col de l'Hydre.....	218	15
135	91	La première d' <i>al-Tharf</i>	218	25
136	105	<i>Al-Nâchir</i>	"	"
137	92	La seconde d' <i>al-Tharf</i>	221	30
138	98	<i>Sohêil</i> le solitaire.....	222	17
139	95	L'australe de la tête du Lion.....	225	17

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS d'ordr.	NUMÉROS DE LA TABLE des longitudes.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minutes.
140	100	La première du Front, celle qui est proche la troisième du même..	230	25
141	102	Le cœur du Lion.....	230	50
142	68°	La boréale du Front.....	232	8
143	101	L'épaule du Lion.....	233	18
144	108	L'antérieure de la Ligne.....	236	47
145	110	La postérieure de la Ligne.....	242	8
146	104	La boréale des <i>Rhhartsdne</i> , du Lion.....	247	21
147	109°	L'australe des <i>Rhhartsdne</i>	247	51
148	109	La cuisse du Lion.....	250	6
149	113	Le côté austral de Bootes.....	256	2
150	111	<i>Al-Sharfah</i> , ou la queue du Lion.....	256	33
151	124°	La troisième du triangle de l'Hydre.....	257	52
152	122	Le bec du Corbeau.....	262	00
153	122	Le col du Corbeau.....	262	10
154	139	L'articulation du pied droit du Centaure.....	262	50
155	121	L'aile droite du Corbeau.....	263	18
156	115	La médiale du côté austral de Bootes.....	265	2
157	125	L'aile gauche du Corbeau.....	267	13
158	127	Le pied du Corbeau.....	267	55
159	120	L'angle de Bootes.....	270	15
160	123	La médiale du côté boréal de Bootes.....	273	29
161	"	boréal.....	274	20
162	135	L'épaule gauche du Centaure.....	279	6
163	132	<i>Al-Simák-al-Azral</i>	282	40

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS DE LA TABLE des longitudes.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degré.	Minute.
164	150	<i>Hhadhâr</i>	283	00
165	130	Le sommet du fémur de la Vierge.....	283	9
166	145 *	L'origine du Corps	286	26
167	128	L'australe de l'Angle.....	286	50
168	129	La lance du Lancier	288	11
169	114	<i>Al-Khaïd</i>	288	14
170	136	L'épaule droite du Centaure.....	290	00
171	148	L'extrémité de la queue de l'Hydro.....	290	13
172	138	L'australe d' <i>al-Rhafar</i>	292	13
173	137	La boréale d' <i>al-Rhafar</i>	293	28
174	133	<i>Al-Simk-al-Ranikh</i>	294	43
175	153	Le pied d' <i>al-Fahed</i>	294	50
176	140	La médiale d' <i>al-Rhafar</i>	295	56
177	149	L'os du bras [<i>sâad</i>] du Centaure.....	296	11
178	144	La ceinture d' <i>al-Shatâhh</i>	301	23
179	144	Le Plateau austral.....	301	45
180	161	<i>Al-Ïesne</i>	303	49
181	154 *	L'antérieure de l'arrière de l'épaule d' <i>al-Fahed</i>	306	51
182	147	Le Plateau boréal.....	308	28
183	155	La suivante de l'arrière de l'épaule d' <i>al-Fahed</i>	310	23
184	142	La brillante d' <i>al-Fêkah</i>	314	53
185	151	Le col du Serpent.....	315	35
186	160	L'australe de la Couronne, <i>Aklîle</i>.....	317	34
187	159	La médiale de la Couronne, <i>Aklîle</i>	318	32

SUITE DE LA TABLE DES COASCENDANTS DE 210 ÉTOILES FIXES.

NUMÉROS D'ORDRE.	NUMÉROS DE LA TABLE DES LONGITUDES.	NOMS DES ÉTOILES.	COASCENDANTS.	
			Degrés.	Minutes.
188	158	La boréale de la Couronne, <i>Aklile</i>	330	30
189	162	La première <i>al-Niûth</i>	329	0
190	164	Le cœur du Scorpion.....	325	13
191	165	La seconde <i>al-Niûth</i>	327	11
192	163	Le genou gauche du Serpenteire.....	328	23
193	156	L'épaule de l'Agenouillé.....	322	20
194	168	Le second Sphondyle.....	329	48
195	167	Le premier Sphondyle.....	329	54
196	157	La ceinture de l'Agenouillé.....	332	39
197	170	Le quatrième Sphondyle.....	333	21
198	169	Le genou droit du Serpenteire.....	336	25
199	166	La tête de l'Agenouillé.....	338	23
200	172	L'antérieure d' <i>al-Chaulah</i>	339	13
201	175	Le cinquième Sphondyle.....	339	33
202	173	La dernière d' <i>al-Chaulah</i>	339	51
203	171	La tête du Serpenteire.....	344	00
204	176	La pointe de la Flèche, d' <i>al-Wâridah</i>	348	54
205	177	Le talon du Sagittaire, d' <i>al-Wâridah</i>	350	52
206	178	<i>Al-Siâh</i> boréale; c'est la boréale des <i>Zhalimâines</i>	351	57
207	179	La poignée de l'arc d' <i>al-Wâridah</i>	354	30
208	180	<i>Al-Siâh</i> australe, d' <i>al-Wâridah</i>	354	37
209	181	L'australe d' <i>al-Zhalimâine</i> ; c'est le Pasteur.....	354	47
210	182	Le haut de la Flèche, d' <i>al-Shâdirah</i>	358	39

CHAPITRE XLIX.

DÉTERMINATION DU POINT D'ASCENSION ET DU POINT DE DESCENSION
DANS UN LIEU DONNÉ.

Retranchez du coascendant dans la sphère droite du point de passage de l'étoile proposée, l'arc semi-diurne de cette étoile dans le lieu donné, le reste sera le coascendant du point d'ascension de l'étoile dans le même lieu : prenez les degrés égaux [ou l'arc de l'écliptique qui répond à ce coascendant], vous aurez l'arc demandé.

EXEMPLE.

On demande le point d'ascension d'*Aldébaran* à 30° de latitude boréale.

Retranchez de $147^{\circ} 24'$, coascendant d'*Aldébaran* dans la sphère droite, $98^{\circ} 50'$, valeur de son arc semi-diurne à 30° de latitude boréale, le reste, $48^{\circ} 34'$, sera le coascendant du point d'ascension à la même latitude; prenez les degrés égaux correspondants, vous aurez $3^{\circ} 23'$ des Gémeaux pour le lieu du point d'ascension d'*Aldébaran* à la latitude proposée.

Pour avoir le point de descension d'*Aldébaran*, ajoutez l'arc diurne de cette étoile au coascendant de son point d'ascension dans le lieu donné; convertissez la somme en degrés égaux, vous aurez le lieu du point ascendant [de l'écliptique au temps] du coucher d'*Aldébaran*, et le *nâdir* [ou point diamétralement opposé] sera le point de descension de cette étoile dans le lieu donné.

EXEMPLE.

On demande le point de descension d'*Aldébaran* à 30° de latitude boréale.

Ajoutez au coascendant $48^{\circ} 34'$ du point d'ascension d'*Aldébaran* dans le lieu donné, l'arc diurne de cette étoile $197^{\circ} 40'$; convertissez la somme $246^{\circ} 14'$ en degrés égaux, vous aurez $26^{\circ} 45'$ du Scorpion, dont le *nadir* $26^{\circ} 45'$ du Taureau sera le point de descension d'*Aldébaran* à la latitude donnée.

Ou si vous aimez mieux : Ajoutez l'arc semi-diurne de l'étoile au coascendant de son point de passage dans la sphère droite; convertissez la somme en degrés égaux, vous aurez le lieu d'un point de l'écliptique dont le *nadir* sera le point de descension demandé.

Ou autrement : Cherchez le point d'ascension de l'étoile et celui de sa descension d'après sa différence ascensionnelle dans le lieu proposé, ce que vous ferez de la manière suivante :

Si la déclinaison de l'étoile et la latitude du lieu sont boréales, retranchez la différence ascensionnelle de l'astre de son coascendant équatorial compté du premier point du Bélier, ou si, la latitude restant la même, la déclinaison est australe, ajoutez la différence ascensionnelle de l'astre à son coascendant équatorial, compté du même premier point du Bélier; mais si la latitude est aussi australe, faites le contraire [c'est-à-dire retranchez, etc.], et ce qui résultera de l'addition ou de la soustraction faite au coascendant équatorial de l'étoile, compté depuis le premier point du Bélier, sera le coascendant du point d'ascension de l'étoile.

[Pour avoir le point de descension], si la déclinaison et la latitude sont de même dénomination, ajoutez la différence ascensionnelle de l'astre à son coascendant équatorial compté du premier point du Bélier, et si elles sont de dénominations contraires, retranchez la différence ascensionnelle du coascendant équatorial compté du premier point du Bélier; ce qui résultera de l'addition ou de la soustraction sera le *coascendant* du point de descension de

l'étoile, et, en le convertissant en degrés égaux, on aura le lieu du point de descension de l'étoile.

Toute étoile qui n'a pas de latitude a pour point d'ascension ou de descension celui de sa longitude dans tel lieu que ce soit.

Les étoiles dont la latitude est boréale se lèvent, dans les pays septentrionaux, avant leur degré de passage, et se couchent après ce degré et réciproquement dans les pays méridionaux.

Le contraire a lieu pour les étoiles dont la latitude est australe.

Dans les pays qui n'ont pas de latitude, les deux points d'ascension et de descension des étoiles sont les mêmes que leur point de passage, soit que les étoiles aient une latitude ou qu'elles n'en aient pas.

CHAPITRE L.

DÉTERMINATION DU TEMPS DU LEVER, DU COUCHER ET DE LA MÉDIATION D'UNE ÉTOILE.

Si le point d'ascension d'une étoile est le même que le lieu du soleil, l'étoile se lève au commencement du jour; alors si son arc diurne est égal à celui du soleil, elle se couche à la fin du jour; s'il est moindre, il est égal à l'arc de révolution de la sphère décrit depuis le commencement du jour jusqu'au temps du coucher de l'étoile; et s'il est plus grand, la différence est égale à l'arc de révolution du commencement de la nuit au temps du coucher de l'étoile.

Si le point d'ascension de l'étoile est diamétralement opposé au lieu du soleil, l'étoile se lève au commencement de la nuit; et si

son arc nocturne est le même que celui de la nuit, elle se couche lorsque la nuit finit; s'il est moindre, il est égal à l'arc de révolution de la sphère décrit depuis le commencement de la nuit jusqu'au temps du coucher de l'étoile, et s'il est plus grand, la différence est égale à l'arc de révolution décrit depuis le commencement du jour [suivant] jusqu'au coucher de l'étoile.

Si le point d'ascension de l'étoile est entre le degré du lieu du soleil et celui de son *nâdir*, l'étoile se lève pendant le jour; alors, en retranchant le coascendant du degré du soleil dans le lieu donné du coascendant de l'étoile dans le même lieu, le reste est l'arc de révolution de la sphère depuis le commencement du jour jusqu'au temps du lever de l'étoile; et si le point d'ascension de l'étoile tombe entre le *nâdir* et le degré du soleil, alors l'étoile se lève pendant la nuit, et en retranchant le coascendant du *nâdir* du coascendant de l'étoile, le reste est l'arc de révolution du commencement de la nuit au temps du lever de l'étoile; et lorsque l'on connaît le temps du lever d'une étoile, on a celui de son coucher en ajoutant au temps du lever [le temps correspondant à] l'arc diurne de l'étoile.

Quant au temps de la médiation de l'étoile, si son point de passage est le même que le lieu du soleil, la médiation se fait à midi; et s'il est le même que le lieu du *nâdir*, elle se fait à minuit. Si le point de passage tombe entre le soleil et son *nâdir*, retranchez le coascendant du degré du soleil dans la sphère droite du coascendant du degré du point de passage de l'étoile aussi dans la sphère droite, le reste sera l'arc de révolution de la sphère depuis midi jusqu'au temps de la médiation; et si le point de passage est entre le *nâdir* et le degré du soleil, retranchez le coascendant du *nâdir* dans la sphère droite, du coascendant du degré du point de passage aussi dans la sphère droite, le reste sera l'arc de révolution de minuit au temps de la médiation.

On pourrait se servir des coascendants au lieu des points de

médiation, d'ascension et de descension, ce qui serait plus facile; mais ce que nous venons de dire est plus usité dans l'enseignement.

CHAPITRE LI.

DÉTERMINATION DE L'ARC DE RÉVOLUTION [DÉCRIT DEPUIS LE COMMENCEMENT] DE LA NUIT, LORSQUE L'ON CONNAIT LE COASCENDANT D'UNE ÉTOILE MÉDIATRICE, OU LA DÉCLINAISON ET LE COASCENDANT D'UNE ÉTOILE ASCENDANTE, OU LA DÉCLINAISON ET LE COASCENDANT D'UNE ÉTOILE DESCENDANTE.

Soit une étoile dont on connaisse le temps du passage médiateur, pour avoir l'arc de révolution [décrit] depuis le commencement de la nuit jusqu'à ce temps, prenez le coascendant dans le lieu donné du *nâdir* du degré du soleil, lequel coascendant est le même que celui du médiateur au temps du coucher dans la sphère droite; retranchez-le du coascendant du degré du point de passage de l'étoile aussi dans la sphère droite, le reste sera l'arc demandé.

Soit une étoile dont on donne la déclinaison et le temps du passage ascendant : pour avoir l'arc de révolution depuis le commencement de la nuit jusqu'à ce temps, retranchez du coascendant, dans le lieu donné de l'étoile ascendante, le coascendant du *nâdir* du degré du soleil dans le même lieu, le reste sera l'arc demandé.

~~Soit une étoile dont on donne la déclinaison et le temps du passage descendant : pour avoir l'arc de révolution de la sphère du commencement de la nuit jusqu'à ce temps, retranchez le con-~~

descendant du degré du soleil du descendant de l'étoile descendante, le reste sera l'arc demandé.

Ou autrement : Ajoutez au coascendant de l'étoile, dans la sphère droite, son arc demi-diurne, la somme sera le coascendant du médiateur, dans la sphère droite; retranchez-en le coascendant du médiateur au coucher, aussi dans la sphère droite, le reste sera l'arc de révolution demandé.

CHAPITRE LII.

DÉTERMINATION DE L'ARC DE RÉVOLUTION, PAR UNE MÉTHODE DONT L'EXACTITUDE A ÉTÉ ÉPROUVÉE, POUR DES LIEUX SANS LATITUDE OU AYANT UNE LATITUDE QUELCONQUE.

Soit donnée une étoile qui n'a pas de déclinaison ;

Traitez la hauteur de l'étoile comme vous avez fait celle du soleil, dans le chapitre xxxix, et vous aurez, en heures égales, le temps écoulé depuis le lever de l'étoile jusqu'à l'instant pour lequel se fait le calcul ; multipliez ces heures égales par le nombre des degrés correspondant à une heure de temps du jour de l'étoile, le produit sera l'arc de révolution décrit depuis le lever de l'étoile jusqu'à l'instant proposé ; ajoutez ce produit au coascendant du point d'ascension dans le lieu donné, la somme sera le coascendant du médiateur dans la sphère droite pour cet instant, lequel est aussi le coascendant de l'ascendant pour le même temps ; retranchez-en le coascendant du *nadir*, le reste sera l'arc de révolution depuis le commencement de la nuit jusqu'au même instant.

Ou autrement : Retranchez-en le coascendant du médiateur au coucher dans la sphère droite, et le reste sera de même l'arc de révolution.

Si vous divisez l'arc de révolution par les unités de temps d'une des heures de la nuit, vous aurez au quotient le nombre des heures de temps écoulées de la même nuit; et si vous divisez l'arc de révolution par 15, vous aurez le même temps écoulé en heures égales.

Si vous faites votre calcul pour une étoile très-voisine de l'équateur, telle que la [main] tronquée, la barbe ou la mandibule de la Baleine, la bouche de la Baleine, la brillante de *Saad-al-Béhâm*, la boréale d'*Arhhebtah*, l'ombilic d'Orion, l'angle du Bouvier, [le résultat de] votre opération différerait peu de la vérité, et généralement il en approche beaucoup pour toutes les étoiles qui ont très-peu de déclinaison.

EXEMPLE.

Le soleil étant dans le premier point du Sagittaire, le lieu donné à 30° de latitude boréale, nous trouvons la hauteur de la *bouche de la Baleine* de 30° dans la partie orientale [du ciel], la déclinaison de cette étoile étant actuellement de $15'$ et boréale.

Prenez 30° , sinus de la hauteur, multipliez par 60, divisez le produit [1800] par $52^{\circ} 5'$, sinus de la hauteur méridienne de la bouche de la Baleine, vous aurez au quotient $34^{\circ} 34'$, sinus de l'arc de $35^{\circ} 10'$: divisant cet arc par 15, et multipliant le quotient par les unités de temps d'une heure de temps du jour de l'étoile, il vient $35^{\circ} 14'$ pour l'arc de révolution depuis le temps du lever de la bouche de la Baleine jusqu'à celui pour lequel se fait le calcul; et en y ajoutant $30^{\circ} 19'$, coascendant de la bouche de la Baleine dans le lieu donné, la somme $65^{\circ} 33'$ est le coascendant du médiateur pour le même temps; retracez-en $45^{\circ} 30'$, coascendant du *nadir* du degré du soleil, le reste, $20^{\circ} 3'$, sera la valeur, à très-peu près, de l'arc de révolution décrit depuis le commencement de la nuit jusqu'au temps pour lequel a été fait le calcul.

CHAPITRE LIII.

AUTRE MÉTHODE POUR DÉTERMINER L'ARC DE RÉVOLUTION DE LA NUIT.

Cherchez de la manière indiquée précédemment l'*ashle* de l'étoile pour laquelle se fait le calcul ; ensuite retranchez le sinus de la hauteur de l'étoile du sinus de sa hauteur méridienne et divisez le reste par l'*ashle*, le quotient sera le sinus verse de l'augment de l'arc de révolution ; ayant trouvé cet augment, ajoutez-le au coascendant du degré de médiation de cette étoile dans la sphère droite si la hauteur est occidentale, ou retranchez-le de ce coascendant si la hauteur est orientale, le résultat de l'addition ou de la soustraction sera le coascendant du médiateur dans la sphère droite au temps pour lequel se fait le calcul ; retranchez-en le coascendant du médiateur au coucher, lequel est le coascendant du *nadir* du degré du soleil dans le lieu donné, le reste sera l'arc de révolution depuis le commencement de la nuit jusqu'au temps du calcul.

EXEMPLE.

Le soleil étant, dans le premier point du Capricorne, le lieu donné à 30° de latitude boréale, on trouve la hauteur d'*Aldébaran* de 60° dans la partie orientale.

Prenez la différence entre $51^{\circ} 58'$, sinus de la hauteur d'*Aldébaran*, et $57^{\circ} 55'$, sinus de sa hauteur méridienne dans le lieu donné, elle sera de $5^{\circ} 57'$; divisez-la par l'*ashle* d'*Aldébaran* au même lieu, lequel est 0. 50. 13. 12. , vous aurez

au quotient $7^{\circ} 6' 31''$, sinus verse de l'arc de $28^{\circ} 10'$, égal à l'augment de l'arc de révolution; retranchez cet augment de $147^{\circ} 24' 31''$, coascendant d'*Aldébaran* dans la sphère droite, parce que la hauteur d'*Aldébaran* est orientale, le reste, $119^{\circ} 14'$, sera le coascendant du médiateur pour le temps du calcul; retranchez-en le coascendant du *nadir* du degré du soleil dans le lieu donné, lequel coascendant est de $75^{\circ} 24'$, le reste, $53^{\circ} 50'$, sera l'arc de révolution depuis le commencement de la nuit jusqu'au temps du calcul.

AUTRE MÉTHODE.

Ajoutez le sinus de l'équation [ou différence ascensionnelle] de l'étoile à 60, si la déclinaison de l'étoile et la latitude du lieu sont de même dénomination, ou, si elles sont de dénominations contraires, retranchez l'équation de 60; ensuite prenez la différence de la somme ou du reste au sinus de la hauteur méridienne de l'étoile; cherchez le rapport de cette différence au même sinus de la hauteur méridienne, et multipliez par ce rapport la différence entre la hauteur donnée et la hauteur méridienne, puis ajoutez ce produit à la même différence, la somme sera le sinus verse de l'augment de l'arc de révolution.

Pour les étoiles qui n'ont pas plus de 24° degrés de déclinaison [B. ou A.], on trouve la valeur approchée de ce rapport, pour la latitude de 30° , dans la table donnée pour le soleil dans le chapitre XLII.

CHAPITRE LIV.

DÉTERMINATION DE L'ASCENDANT, DU DESCENDANT, DU MÉDIATEUR ET DU PIVOT
DE LA TERRE.

Si l'on veut toutes ces choses pour un temps diurne, on ajoutera

l'arc de révolution du commencement du jour jusqu'au temps donné, au coascendant du degré du soleil dans le lieu de l'observation, la somme sera le coascendant de l'ascendant dans le même lieu et celui du médiateur dans la sphère droite; convertissez-le en degrés égaux pour le lieu donné, vous aurez l'ascendant, et en degrés égaux pour la sphère droite, vous aurez le médiateur.

Quant au descendant, c'est le *nâdir* de l'ascendant, et le *pivot de la terre, ouated-al-ardhe*¹, est le *nâdir* du médiateur.

Si c'est pour un temps de nuit, ajoutez le coascendant du degré de culmination de l'étoile pour laquelle vous faites le calcul, à l'arc de révolution du lever de l'étoile jusqu'au temps donné, la somme sera le coascendant de l'ascendant dans le lieu donné, et sera aussi le coascendant du médiateur dans la sphère droite; faites le reste de l'opération comme pour la précédente.

Ou autrement : Ajoutez l'arc de révolution du commencement de la nuit jusqu'au temps donné au coascendant du *nâdir* du degré du soleil dans le lieu donné, la somme sera le coascendant de l'ascendant dans le même lieu, et le coascendant du médiateur dans la sphère droite.

Ou autrement : Retranchez l'augment de l'arc de révolution du coascendant équatorial de l'étoile si cette étoile est orientale, ou ajoutez-le si l'étoile est occidentale, le résultat de l'addition ou de la soustraction sera le coascendant de l'ascendant dans le lieu donné, et le coascendant du médiateur dans la sphère droite, traitez-le comme à la première opération, et vous aurez les [quatre quantités] demandées.

¹ Voy. ci-après la note du chapitre LVII.

CHAPITRE LV.

DÉTERMINATION DE LA FIN DU CRÉPUSCULE ET DU LEVER DE L'AURORE.

Le crépuscule, suivant les *imâms Mâleh* et *Chafeic*, est cette rougeur qui reste à l'occident après le coucher du soleil, et l'aurore est la blancheur qui paraît à l'orient de l'horizon [avant le lever du soleil] : ces deux couleurs sont occasionnées par la réflexion des rayons du soleil sur la sphère terrestre.

Il y a des lieux pour lesquels la rougeur qui suit le coucher du soleil est apparente depuis le commencement jusqu'à la fin de la nuit ; seulement elle ne reste pas à la même place, mais elle se transporte de l'occident à l'orient.

Dans d'autres lieux, la rougeur reste, après le coucher du soleil, une partie de la nuit, mais sa durée varie selon le passage du soleil dans les cercles parallèles à l'équateur et selon les latitudes des lieux.

1^o Selon les cercles parallèles à l'équateur, car toutes les fois que le soleil se rapproche de l'équateur, la durée [du crépuscule] diminue, et quand il s'éloigne de l'équateur, elle devient plus longue ; et pour les lieux dont la latitude est boréale, la durée est plus longue lorsque le soleil est dans les parallèles septentrionaux que quand il est dans leurs opposés méridionaux, et réciproquement pour les latitudes australes.

2^o Selon les latitudes, car quand un lieu a peu de latitude, le crépuscule y est plus court, et il est plus long dans les lieux qui ont de grandes latitudes : le plus court de tous est pour les pays

qui n'ont pas de latitude, celui qui a lieu lorsque le soleil décrit l'équateur; il est de 16° , c'est-à-dire d'une heure égale et 4 minutes.

Le temps qui s'écoule depuis le lever de l'aurore jusqu'au lever du soleil est plus long que celui d'entre le coucher du soleil et la fin du crépuscule, parce que quand il reste entre le soleil et l'horizon oriental [un arc] du cercle azimutal qui passe par le soleil, égal à celui qui est entre le soleil et l'horizon occidental du cercle azimutal qui passe par le soleil, la rougeur commence à paraître: or, la rougeur ne paraît qu'après le lever de l'aurore [la blancheur], et le crépuscule finit lorsqu'il y a, entre le soleil et l'horizon occidental, sur le cercle azimutal qui passe par le soleil, 16° , et l'aurore se lève quand il y a, entre le soleil et l'horizon oriental sur le cercle azimutal qui passe par le soleil, 20° . D'après cela, lorsque la hauteur méridienne du *nâdir* [du soleil] est moindre que ce que nous venons d'assigner au crépuscule, celui-ci ne finit pas cette nuit-là; et si le crépuscule ne finit pas, il n'y a pas de lever de l'aurore; et par la même raison, si la hauteur est plus petite que ce que nous assignons pour l'aurore, il n'y a pas non plus de lever de l'aurore.

Quant à la détermination de l'arc de révolution pendant ces deux temps,

Pour l'aurore : Retranchez constamment le sinus de 20° du sinus de la hauteur méridienne du *nâdir* du degré du soleil, et divisez le reste par l'*ashle* du *nâdir*, le quotient sera le sinus verse de la distance de minuit au lever de l'aurore; retranchez-la de l'arc semi-nocturne, le reste sera l'arc de révolution décrit depuis l'instant du lever de l'aurore jusqu'à celui du lever du soleil.

EXEMPLE.

Le soleil étant dans le premier point du Capricorne et le lieu donné à 30° de latitude boréale.

Retranchez $20^{\circ} 31' 15''$, sinus de 20° , de $59^{\circ} 37' 19''$, sinus de la hauteur méridienne du *nâdir* du soleil, le reste est $39^{\circ} 6' 4''$; divisez-le par l'*ashle* du premier point de l'Écrevisse dans le lieu donné, c'est-à-dire par 2857 secondes, le quotient, $49^{\circ} 16'$, sera le sinus verse d'un arc de $79^{\circ} 42'$, qui est égal à la distance de minuit au lever de l'aurore; retranchez cette distance de l'arc semi-nocturne, le reste, $24^{\circ} 15'$, sera l'arc de révolution décrit depuis le lever de l'aurore jusqu'au lever du soleil.

AUTRE EXEMPLE.

Le soleil étant dans le premier point du Bélier et la latitude étant la même. Retranchez $20^{\circ} 31' 15''$, sinus de 20° , de $51^{\circ} 58'$, sinus de la hauteur méridienne du point initial de la Balance, le reste sera $31^{\circ} 26' 45''$; divisez-le par l'*ashle* du point initial de la Balance dans le lieu donné, c'est-à-dire par 3118 secondes, le quotient $36^{\circ} 18'$ sera un sinus verse dont l'arc de $66^{\circ} 44'$ est égal à la distance de minuit au lever de l'aurore; retranchez-le de l'arc semi-nocturne du premier point du Bélier, le reste, $23^{\circ} 16'$, sera l'arc de révolution depuis le lever de l'aurore jusqu'au lever du soleil.

AUTRE EXEMPLE.

Le soleil étant dans le premier point de l'Écrevisse, à la même latitude. Retranchez $20^{\circ} 31' 15''$, sinus de 20° , de $35^{\circ} 37' 4''$, sinus de la hauteur méridienne du premier point du Capricorne, le reste sera $15^{\circ} 5' 49''$; divisez-le par l'*ashle* du premier point du Capricorne dans le lieu donné, le quotient, $19^{\circ} 1'$, sera un sinus verse dont l'arc est de $46^{\circ} 55'$; retranchez cet arc de l'arc semi-nocturne, le reste, $28^{\circ} 29'$, sera l'arc de révolution depuis le lever de l'aurore jusqu'au lever du soleil.

Pour le crépuscule : Retranchez constamment le sinus de 16° du sinus de la hauteur méridienne du *nâdir* du degré du soleil; divisez le reste par l'*ashle* du *nâdir*, le quotient sera un sinus verse dont l'arc sera la distance de minuit à la fin du crépuscule, et en la retranchant de l'arc semi-nocturne, le reste sera l'arc de révolution depuis l'instant du coucher du soleil jusqu'à la fin du crépuscule.

EXEMPLE.

Le soleil étant dans le premier point du Capricorne, et la latitude de 30° et boréale.

Retranchez $16^{\circ} 32' 18''$, sinus de 16° , du sinus de la hauteur méridienne du *nâdir*, le reste sera $43^{\circ} 5' 1''$; divisez-le par l'*ashle* du *nâdir*, le quotient $54^{\circ} 17'$ sera un sinus verse dont l'arc, qui est de $84^{\circ} 32'$, est la distance de minuit à la fin du crépuscule; retranchez-le de l'arc semi-nocturne, le reste, $20^{\circ} 4'$, sera l'arc de révolution depuis l'instant du coucher du soleil jusqu'à la fin du crépuscule [la nuit close].

Si le soleil était dans le premier point du Bélier à la même latitude, l'arc de révolution serait de $18^{\circ} 33'$, et de $22^{\circ} 13'$ si le soleil était dans le premier point de l'Écrevisse.

Dans certains temps il y a sur l'horizon des brouillards qui interceptent la lumière; alors la durée de la rougeur telle qu'elle a été établie est augmentée, et l'apparition de la blancheur accélérée; [on a aussi observé que] la lumière de la lune concourt à la diminution ou évanouissement de la rougeur et augmente [la durée de] la lumière de l'aurore.

Excepté ces choses, il n'y a rien dans aucun temps qui sorte de la règle que nous avons donnée et qui s'en éloigne au delà d'un degré: nous en avons fait nous-même l'épreuve dans des lieux situés à différentes latitudes, dont la plus grande était d'environ 45° et la plus petite d'environ 20° , et nous avons toujours trouvé les choses comme nous l'avons dit¹.

¹ Ce passage nous fait voir que l'auteur a été au delà du tropique; et si dans la table des latitudes terrestres on n'en voit aucune au-dessous de 27 degrés qu'il ait observée lui-même, on peut croire que le copiste a oublié de désigner les lieux ainsi situés, comme il devait le faire, en les écrivant en encre rouge. Voy. le chap. xxvi.

Voici le chapitre d'Ebn-Jounis sur le lever de l'aurore et la fin du crépuscule; c'est le xvi, et sa brièveté nous engage à le reproduire ici, afin qu'on puisse en comparer la théorie à celle d'Aboul-Hhassan.

* Quand vous voudrez connaître le temps du lever de l'aurore et du coucher du cré-

CHAPITRE LVI.

DÉTERMINATION DU MILIEU DU CIEL DE L'ASCENDANT.

Le milieu du ciel de l'ascendant est le *point du milieu, muneteshif*, de la partie visible de l'écliptique, de manière qu'il y a 90° comptés sur l'écliptique entre le milieu du ciel de l'ascendant et l'ascendant, et qu'il y a aussi 90° entre ce point et le descendant.

Lorsque l'ascendant est le premier point du Bélier ou le premier point de la Balance, le milieu du ciel de l'ascendant se trouve dans le méridien; mais lorsque l'ascendant est autre que ces deux points, il se trouve toujours à quelque distance du méridien, à moins que l'ascendant ne soit un des deux points solsticiaux, et cela dans un pays qui n'a pas de latitude seulement.

Lorsque l'ascendant fait partie des signes septentrionaux, le milieu du ciel de l'ascendant est à l'orient du méridien, et il est à l'occident si l'ascendant fait partie des signes méridionaux, du moins dans les pays dont la latitude est boréale, car c'est le contraire si la latitude est australe.

« puscule, ajoutez six lignes au lieu actuel du soleil, vous aurez le *nadir* de ce lieu. Calculez
 • pour ce point l'arc de révolution de la sphère correspondant à une hauteur de 18° , en
 • employant une des méthodes que nous avons données pour trouver l'arc de révolution d'après
 • la hauteur; vous connaîtrez par là la partie de l'arc nocturne qui doit être décrite jusqu'à
 • la fin du crépuscule, et celle qui reste à décrire lors du lever de l'aurore. Divisez-le (cet
 • arc) par le nombre des degrés des heures (de temps) du *nadir* du lieu du soleil; le quo-
 • tient vous donnera les heures de temps, minutes et secondes qui sont déjà écoulées de la
 • nuit, au temps du coucher du crépuscule, et ce sera aussi ce qui reste à écouler de la nuit
 • au temps du lever de l'aurore. Si vous voulez avoir le nombre d'heures égales, minutes et
 • secondes correspondantes, divisez l'arc de révolution par 15. » S.

La hauteur du milieu du ciel de l'ascendant est celle du point de la partie visible de l'écliptique qui a la plus grande hauteur dans le même temps; et tous les points deux à deux qui en sont également éloignés ont la même hauteur.

EXEMPLE.

L'ascendant étant le premier point de l'Écrevisse, et la latitude de 30° et boréale, le descendant est le premier point du Capricorne; l'arc visible de l'écliptique est compris entre le premier point du Capricorne et le premier point de l'Écrevisse, suivant l'ordre des signes, et le milieu du ciel de l'ascendant est le premier point du Bélier, lequel est à l'orient du méridien, parce que celui qui est sous le méridien dans le même temps est le point sis à $15^{\circ} 9'$ des Poissons, et que le premier point du Bélier est oriental de la même quantité.

En ce même temps où le premier point du Bélier est le plus élevé de tous ceux de la partie visible de l'écliptique, la hauteur du premier point des Poissons est égale à celle du premier point du Taureau, parce que ces deux points sont à la même distance du premier point du Bélier, qui est le milieu du ciel de l'ascendant; par la même raison, la hauteur du premier point du Verseau est alors égale à celle du premier point des Gémeaux.

CHAPITRE LVII.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DU MILIEU DU CIEL DE L'ASCENDANT, DE CELLE DU PÔLE DE L'ÉCLIPTIQUE, ET DE QUELQUE POINT DE L'ÉCLIPTIQUE QUE CE SOIT, LORSQUE L'ASCENDANT EST CONNU.

Pour avoir la hauteur du milieu du ciel de l'ascendant, multipliez le sinus de la hauteur du milieu du ciel par 60, divisez le produit par l'arc qui est entre le milieu du ciel et le point ascen-

dant de l'écliptique; le quotient sera le sinus de la hauteur du milieu du ciel de l'ascendant.

EXEMPLE.

L'ascendant étant le premier point de l'Écrevisse, et la latitude de 30° et boréale.

Multipliez le sinus de la hauteur du milieu du ciel, c'est-à-dire le sinus de la hauteur du [point initial de la] dixième [partie ascendante de l'écliptique]¹, lequel sinus est de $48^{\circ} 22'$; multipliez-le par 60, et divisez le produit par le sinus de la distance entre le milieu du ciel et l'ascendant, c'est-à-dire par $57^{\circ} 43'$; le quotient, $50^{\circ} 17'$, sera un sinus dont l'arc $56^{\circ} 56'$ est la hauteur du milieu du ciel de l'ascendant.

Pour avoir la hauteur du pôle de l'écliptique, faites le même calcul, car elle est égale à celle du milieu du ciel de l'ascendant.

Pour avoir la hauteur d'un point quelconque de l'écliptique, multipliez le sinus de la distance de ce point à l'ascendant par le sinus de la hauteur du milieu du ciel, et divisez le produit par le sinus de la distance entre le milieu du ciel et l'ascendant : le quotient sera le sinus de la hauteur du point proposé.

EXEMPLE.

L'ascendant étant le premier point de l'Écrevisse, et la hauteur du pôle nord de 30° , on demande la hauteur du premier point des Gémeaux.

¹ On peut juger, par les intercalations que nous sommes obligé d'insérer ici, combien ce passage, quoique facile à traduire, était difficile à entendre; parce qu'il fallait savoir que le sens du texte se rapporte à une division duodécimale fictive de l'écliptique, dont le point initial change tous les jours, en suivant le mouvement propre du soleil. Le point que l'auteur a nommé *pivot de la terre*, chap. LIV, est le *nadir* de celui qu'il nomme ici le *dixième*, et qui est le *pivot du ciel*, comme les deux points qui en sont éloignés de 90° , vers l'orient et vers l'occident, sont les deux *pivots d'est et d'ouest*. C'est de ces quatre pivots que parle Ebn-Jounis dans son LXXVIII^e chapitre, et c'est des mêmes points qu'Ulugh-Beig a dit : « On appelle « pivots l'ascendant, le dixième et les *nadirs* de ces deux points. » Voyez le texte persan de cette définition dans l'extrait d'Ebn-Jounis, tome VII des Notices des Manuscrits de la Bibliothèque.

Prenez 30° , sinus de la distance du premier point des Gémeaux à l'ascendant; multipliez-le par le sinus de la hauteur du milieu du ciel, c'est-à-dire par $48^{\circ} 22'$, et divisez le produit par le sinus de la distance du milieu du ciel à l'ascendant, c'est-à-dire par $57^{\circ} 43'$, le quotient $25^{\circ} 8'$ sera un sinus dont l'arc de $24^{\circ} 46'$ est la hauteur du premier point des Gémeaux.

Lorsque l'ascendant est connu, ainsi que la hauteur d'un point quelconque de l'écliptique et le côté de ce point relativement au milieu du ciel de l'ascendant, on peut déterminer quel est le degré de ce point.

Pour cela, multipliez le sinus de la hauteur du point dont vous cherchez le degré par le sinus de la distance entre le médiateur et l'ascendant, et divisez le produit par le sinus de la hauteur du médiateur : le quotient sera le sinus de la distance du degré cherché à l'ascendant, s'il est à l'orient du milieu du ciel de l'ascendant; autrement ce serait le sinus de sa distance au descendant. Ou, si vous aimez mieux, multipliez le sinus de la hauteur du point dont vous cherchez le degré par 60, et divisez le produit par le sinus de la hauteur du milieu du ciel de l'ascendant : le quotient sera le sinus de la distance entre le degré cherché et l'ascendant, si ce degré est à l'orient du milieu du ciel de l'ascendant; autrement ce serait le sinus de sa distance au descendant.

CHAPITRE LVIII.

DÉTERMINATION DE L'AMPLITUDE ORTIVE DE TEL POINT DE L'ÉCLIPTIQUE
OU DE TELLE ÉTOILE QUE CE SOIT.

L'amplitude ortive, siah muscherrekhe, d'un point de l'écliptique

ou d'une étoile est un arc de cadran de l'horizon, compris entre le lieu du lever de l'équateur [le vrai point d'orient] et le lieu du lever du point ou de l'étoile, et voici la manière de la déterminer :

Dans les lieux qui n'ont pas de latitude, l'amplitude ortive d'un point de l'écliptique ou d'une étoile est égale à la déclinaison du point ou de l'étoile. Dans les lieux qui ont une latitude, multipliez le sinus de la déclinaison du point ou de l'étoile par 60, et divisez le produit par le cosinus de la latitude : le quotient sera le sinus de l'amplitude ortive du point ou de celle de l'étoile, selon qu'il s'agit de l'un ou de l'autre.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude boréale, on demande l'amplitude ortive du premier point de l'Écrevisse.

Prenez le sinus de la déclinaison du premier point de l'Écrevisse; multipliez ce sinus, qui est 24° , par 60, et divisez le produit 1440 par $51^{\circ} 58'$, cosinus de la latitude, le quotient $27^{\circ} 42'$ est un sinus dont l'arc de $27^{\circ} 30'$ est égal à l'amplitude ortive du premier point de l'Écrevisse dans le lieu donné.

Ou autrement : Prenez le rapport de 60 au cosinus de la latitude, et multipliez par ce rapport le sinus de la déclinaison du point de l'écliptique ou de l'étoile dont vous voulez avoir l'amplitude ortive : le produit sera le sinus de cette amplitude.

EXEMPLE.

Pour la même latitude de 30° , prenez le rapport de 60 au cosinus de la latitude, vous aurez 1. $9' 16''$ environ, lequel rapport est à peu près $1 \frac{2}{3}$; lors donc que vous ajouterez au sinus de la déclinaison d'un point quelconque de l'écliptique les $\frac{2}{3}$ de ce sinus, vous aurez [pour le 30° degré de latitude] le sinus approché de l'amplitude ortive de ce point.

Tout point de l'écliptique ou toute étoile dont la déclinaison est égale au complément de la latitude du lieu, ou plus grande

que ce complément, n'ont pas d'amplitude ortive dans ce lieu parce qu'ils sont ou perpétuellement au-dessus ou perpétuellement au-dessous de l'horizon, et que, n'ayant ni lever ni coucher, il ne peuvent avoir d'amplitude ortive.

L'amplitude ortive d'un point de l'écliptique ou d'une étoile est toujours de même dénomination que la déclinaison, et il en est de même de l'amplitude occase.

CHAPITRE LIX.

DÉTERMINATION DE L'AMPLITUDE ORTIVE D'UN POINT DE L'ÉCLIPTIQUE OU D'UNE ÉTOILE,
D'APRÈS LEUR ARC SEMI-DIURNE.

Multipliez le sinus de la déclinaison du point [ou de l'étoile] par le sinus de l'arc semi-diurne, et, divisant le produit par 60, le quotient sera le cosinus de l'amplitude ortive. Prenez ce complément et retranchez-le de 90°, le reste sera l'amplitude ortive.

Lorsque la déclinaison et l'amplitude ortive d'un point sont connues, pour en déduire l'arc semi-diurne, multipliez le cosinus de l'amplitude ortive par 60, et divisez le produit par le cosinus de la déclinaison : le quotient sera le sinus de l'arc semi-diurne, si la déclinaison du point et la latitude du lieu sont de dénominations contraires; autrement ce serait le sinus du supplément de l'arc semi-diurne. Dans ce cas, vous prendrez cet arc, que vous retrancherez de 180°, et le reste sera l'arc semi-diurne.

CHAPITRE LX.

AUTRE MÉTHODE POUR DÉTERMINER L'AMPLITUDE ORTIVE D'UN POINT DE L'ÉCLIPTIQUE
OU D'UNE ÉTOILE, D'APRÈS LEUR ARC SEMI-DIURNE.

Prenez l'ombre verticale de l'arc semi-diurne; multipliez-la par le sinus de la latitude du lieu, et, divisant le produit par 60, le quotient sera l'ombre verticale du complément de l'amplitude ortive du point ou de l'étoile proposés.

EXEMPLE.

L'arc diurne d'une étoile étant de 60° à 30° de latitude.

Multipliez 6 doigts 56 minutes, ombre verticale de 30° , arc semi-diurne de l'étoile, par 30° sinus de la latitude, et divisez le produit 208 par 60 : le quotient 3 doigts 28' est l'ombre verticale de l'arc de $16^{\circ} 9'$, complément de l'amplitude ortive de l'étoile dans le lieu donné.

Si l'amplitude ortive était connue [dans le même lieu], pour en déduire l'arc semi-diurne, multipliez l'ombre [verticale] du complément de l'amplitude ortive par 60, et divisez le produit par le sinus de la latitude du lieu : le quotient sera l'ombre de l'arc semi-diurne, si la déclinaison et la latitude du lieu sont de dénominations contraires; autrement ce serait l'ombre du supplément de l'arc semi-diurne.

CHAPITRE LXI.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR QUI N'A PAS D'AZIMUT, C'EST-A-DIRE DE L'ARC DE CADRAN DU PREMIER VERTICAL COMPRIS ENTRE LE PARALLÈLE DU POINT OU DE L'ÉTOILE ET ENTRE L'HORIZON.

Lorsqu'une étoile ou un point de l'écliptique se trouve sur cette division [ou est telle que sa hauteur n'a pas d'azimut], si elle est à l'orient, elle répond verticalement au *vrai point d'orient*, *aïne-al-mocherdkhe*, et quand elle est à l'occident, elle répond de même verticalement au *vrai point d'occident*, *aïne-al-morherébe*.

Il n'y a de hauteur sans azimut que pour les points de l'écliptique et les étoiles dont la déclinaison, sans être plus grande que la latitude du lieu, sont de même dénomination; et si le lieu n'a pas de latitude, la hauteur sans azimut n'a lieu que pour les points équinoxiaux et pour les étoiles qui n'ont pas de déclinaison.

L'opération à faire pour trouver cette hauteur consiste à multiplier le sinus de la déclinaison par 60, et, divisant le produit par le sinus de la latitude du lieu, le quotient sera le sinus de la hauteur, qui dans ce lieu n'a pas d'azimut.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude boréale, on demande la hauteur sans azimut du premier point de l'Écrevisse.

Multipliez $24^{\circ} 0'$, sinus de la déclinaison du premier point de l'Écrevisse, par 60, et divisez le produit $1,440^{\circ}$ par 30° sinus de la latitude : le quotient sera le sinus 48° , dont l'arc est la hauteur sans azimut du premier point de l'Écrevisse dans le lieu donné.

Ou autrement : Prenez le rapport de 60 au sinus de la latitude du lieu donné, et multipliez par ce rapport le sinus de la déclinaison du point dont vous voulez avoir la hauteur sans azimut.

A 30° de latitude, comme on vient de le supposer, ce rapport est 2; ainsi, en doublant le sinus de la déclinaison d'un point, on aura celui de sa hauteur sans azimut : l'opération est la même pour les étoiles.

Quand la hauteur sans azimut d'une étoile est connue, on peut en déduire la déclinaison de cette étoile; pour cela on multiplie le sinus de la hauteur sans azimut par le sinus de la latitude du lieu, et, divisant le produit par 60, le quotient est le sinus de la déclinaison de l'étoile.

Il en est de même pour la déclinaison d'un point de l'écliptique dont on connaît la hauteur sans azimut.

CHAPITRE LXII.

DÉTERMINATION DE L'AZIMUT DU SOLEIL, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT.

L'*azimut*, *al-semt*, du soleil est un arc de cadran de l'horizon compris entre l'équateur et le vertical [actuel du soleil].

Pour déterminer l'azimut du soleil, multipliez le sinus de la hauteur par le sinus de la latitude du lieu donné, et divisez le produit par le cosinus de la latitude : le quotient sera l'équation de l'azimut, si le soleil n'a pas de déclinaison, et, s'il a une déclinaison, ce sera le *hisshah* de l'azimut.

Si la déclinaison du soleil et la latitude du lieu sont de dénominations contraires, ajoutez le sinus de l'amplitude ortive au *hhisshah* de l'azimut, et, si la déclinaison et la latitude sont de même dénomination, prenez la différence du sinus de l'amplitude ortive au *hhisshah* de l'azimut, et le résultat de l'addition ou de la soustraction sera l'équation de l'azimut.

Enfin, divisez l'équation de l'azimut par le cosinus de la hauteur observée, le quotient sera le sinus de l'azimut.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude boréale, le soleil dans 0° de l'Écrevisse, et sa hauteur de 30° .

Multipliez 30° , sinus de la hauteur, par 30° , sinus de la latitude, et divisez le produit 900° par $51^{\circ} 58'$, cosinus de la latitude : le quotient $17^{\circ} 19'$ sera le *hhisshah* de l'azimut, parce que le soleil a une déclinaison.

Prenez la différence entre $27^{\circ} 42'$, sinus de l'amplitude ortive du soleil lorsqu'il est dans le premier point de l'Écrevisse, et le *hhisshah* de l'azimut, parce que la déclinaison et la latitude sont de même dénomination : vous aurez $10^{\circ} 23'$ pour l'équation de l'azimut.

Divisez cette équation par $0.51.58.$, cosinus de la hauteur donnée : vous aurez au quotient le sinus $11^{\circ} 59'$, dont l'arc $11^{\circ} 32'$ est l'azimut demandé.

Ou autrement : Prenez le rapport du sinus au cosinus de la latitude, et multipliez le sinus de la hauteur du soleil par ce rapport, vous aurez le *hhisshah* de l'azimut, si le soleil a une déclinaison, ou, s'il n'en a pas, ce sera l'équation de l'azimut; la suite comme dans l'opération précédente. Le rapport du sinus au cosinus de la latitude, pour un lieu sis à 30° , est de 2,578 secondes. On trouvera de même l'azimut des étoiles d'après leur hauteur, leur déclinaison et leur amplitude ortive.

Quant à la dénomination de l'azimut, que la déclinaison du soleil ou de l'étoile dont il s'agit soit boréale ou bien australe, si le *hhisshah* de l'azimut est plus grand que le sinus de

l'amplitude ortive, l'azimut sera au midi de l'équateur, c'est-à-dire austral; s'il en est autrement, il sera boréal. Si le soleil ou l'étoile n'ont pas de déclinaison, l'azimut sera toujours austral pour les pays septentrionaux, et boréal pour les pays méridionaux.

CHAPITRE LXIII.

DÉTERMINATION DE L'AZIMUT D'APRÈS L'AUGMENT DE L'ARC DE RÉVOLUTION.

Pour cela multipliez le cosinus de la déclinaison par le sinus de l'augment de l'arc de révolution, et divisez le produit par le cosinus de la hauteur : le quotient sera le cosinus de l'azimut.

Vous trouverez par ce moyen les azimuts des étoiles de perpétuelle apparition et l'azimut du soleil, lorsqu'il est dans un parallèle entièrement au-dessus de l'horizon.

Observez que, quand le soleil est près du méridien, le sinus de l'azimut approche de son maximum, et que la moindre augmentation ou diminution qu'il éprouve répond à un arc de grandeur sensible; il faut alors chercher le complément de l'azimut, et dans ce cas la méthode que nous venons de donner est préférable à la précédente.

De même, lorsque le soleil est près du premier vertical, le cosinus de l'azimut approche de son maximum, et la moindre augmentation ou diminution qu'il éprouve répond à un arc de grandeur sensible, et il est mieux de chercher l'azimut par la

première méthode; ou, si l'on veut se servir de celle-ci, il faut apporter dans l'opération la plus scrupuleuse exactitude.

CHAPITRE LXIV.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DU SOLEIL D'APRÈS SON AZIMUT.

Multipliez le cosinus de la latitude du lieu par le cosinus de l'azimut donné, et prenez l'arc qui répond au produit; ensuite prenez le complément de cet arc, et conservez-le; puis divisez par ce complément le produit du sinus de la latitude par 60; prenez l'arc qui répond au quotient, et conservez-le encore; et, si le soleil n'a pas de déclinaison, cet arc sera le complément de la hauteur.

Mais si le soleil a une déclinaison, ou elle est de même dénomination que la latitude, ou elle ne l'est pas.

Dans le premier cas, multipliez le sinus de la déclinaison par 60, et divisez le produit par l'arc conservé en premier lieu: le quotient vous donnera un arc dont vous prendrez le complément, que vous retrancherez de l'arc conservé en second lieu; le reste sera la hauteur.

Dans le second cas, multipliez le sinus de la déclinaison par l'arc conservé en second lieu, et divisez le produit par le sinus de la latitude du lieu: le quotient vous donnera un arc que vous retrancherez du complément de celui que vous avez conservé en second lieu; le reste sera la hauteur.

Vous trouverez ainsi la hauteur du soleil, quelle que soit sa position, soit dans l'azimut de la *khéblah*¹, soit dans celui de tout autre lieu.

CHAPITRE LXV.

DÉTERMINATION DE LA DÉCLINAISON D'UNE ÉTOILE ET DE SA DISTANCE AU MÉRIDIEN EN PARTIES DE SON PARALLÈLE, LORSQUE LA HAUTEUR ET L'AZIMUT DE L'ÉTOILE SONT CONNUS.

Pour cela, multipliez le cosinus de la hauteur de l'étoile par le cosinus de son azimut, le produit sera le sinus de l'arc [qu'on nomme] *primordial*².

Multipliez le sinus de la hauteur par 60, et divisez le produit par le cosinus de l'arc primordial, le quotient sera le cosinus de la hauteur méridienne de l'arc primordial.

Alors, si la hauteur du premier point du Bélier, dans le lieu pour lequel se fait le calcul, est de même dénomination que la hauteur de l'étoile, regardez si la hauteur méridienne de l'arc primordial est ou n'est pas égale à la hauteur méridienne du premier point du Bélier. Si elles sont égales, l'étoile n'a pas de déclinaison, et l'arc primordial est égal à la distance de cette étoile au méridien, en parties de son parallèle. Si les deux hauteurs méridiennes ne sont pas égales, retranchez la plus petite de la plus grande, et nommez le reste l'*équation*.

¹ On sait que la *khéblah* est la direction des oratoires musulmans vers le temple de la Mecque. S.

² Nous rendons par ce terme, comme plus distinctif, l'arabe *oıld*, *prior*, *antérieur*, dénomination spéciale de l'arc dont il s'agit, et dont le sinus = cos. h. cos. az.

Si la hauteur méridienne du premier point du Bélier, dans le lieu proposé, n'est pas de même dénomination que la hauteur de l'étoile, ajoutez la hauteur méridienne du premier point du Bélier à la hauteur méridienne de l'étoile et retranchez la somme de 180° , le reste sera l'équation.

Multipliez le cosinus de l'arc primordial par le sinus de l'équation, le produit sera la déclinaison de l'étoile; laquelle déclinaison sera de même dénomination que celle de la hauteur méridienne de l'arc primordial relativement à l'équateur.

Ensuite multipliez le sinus de l'arc primordial par 60, et divisez le produit par le cosinus de la déclinaison de l'étoile : le quotient sera le sinus de la distance de l'étoile au méridien, mesuré sur son parallèle, si la déclinaison de l'étoile et la latitude du lieu sont de dénominations contraires ou si la hauteur du diamètre de son parallèle est plus petite que la hauteur donnée de l'étoile.

Si le contraire a lieu, le même quotient sera le sinus du supplément à 180° de la distance de l'étoile au méridien.

On trouvera de même la déclinaison du soleil et l'augment de l'arc de révolution, d'après la hauteur et l'azimut de cet astre.

CHAPITRE LXVI.

DÉTERMINATION DE LA LONGITUDE D'UN LIEU TERRESTRE.

La longitude [terrestre] est un arc de cadran de l'équateur compris entre le méridien du lieu proposé et l'horizon occidental

de Khobbet-Arîne¹; on compte aussi la longitude d'après l'arc de l'équateur compris entre le méridien du lieu donné et celui des îles Fortunées [les Canaries]; mais dans cet ouvrage nous suivons la première méthode.

Si donc on veut avoir la longitude d'un lieu, on prendra dans les tables le temps du commencement d'une éclipse² à Khobbet-Arîne, et on observera le commencement de cette éclipse dans le pays où l'on est: s'il a lieu à minuit, il aura lieu à Khobbet-Arîne ou à minuit, ou avant ou après minuit; si c'est à minuit, la longitude du lieu où l'on est sera de 90°; si c'est avant ou après minuit, sachez combien il y a entre ce temps et minuit, [réduisez ce temps en degrés, à raison de 15° par heure égale] et nommez [ces degrés] l'*argument*.

Si l'éclipse commence à Khobbet-Arîne avant minuit, ajoutez l'*argument* à 90°; et si c'est après minuit, retranchez l'*argument* de 90°: le résultat de l'addition ou de la soustraction vous donnera la longitude du lieu où vous êtes.

Si dans ce lieu l'éclipse commence avant ou après minuit, prenez la différence du temps du commencement de l'éclipse à minuit, et nommez cette différence *le premier conservé*; alors, si la même éclipse commence à minuit pour Khobbet-Arîne, ajoutez *ce premier conservé* à 90° si dans le lieu où vous êtes elle commence après minuit, ou retranchez-le de 90° si l'éclipse commence pour vous avant minuit, et le résultat de l'addition ou de la soustraction sera la longitude du lieu où vous êtes. Mais si à Khobbet-Arîne l'éclipse commence avant ou après minuit, prenez la différence du temps du commencement de l'éclipse à minuit, et nommez-la *le second conservé*; et si ce *second conservé* est égal au *premier conservé*, et que les temps soient tous deux avant ou après minuit, la longitude du lieu de l'observation sera de 90°; si le *second conservé*

¹ Voy. la note qui est à la fin de ce chapitre.

² On sait que ce doit être une éclipse de lune. S.

n'est pas égal au premier, et que les deux temps soient tous deux avant ou après minuit, prenez la différence des deux conservés, et ajoutez-la à 90° si le commencement de l'éclipse a lieu pour vous avant minuit, ou retranchez cette différence de 90° si c'est après minuit : le résultat de l'addition ou de la soustraction sera la longitude du lieu où vous êtes.

Si le temps du commencement de l'éclipse est dans un des deux lieux avant minuit, et dans l'autre après minuit, prenez la somme des deux conservés; et si le commencement a lieu dans votre pays après minuit, ajoutez cette somme à 90° , ou bien retranchez-la de 90° dans le cas contraire, et le résultat de l'addition ou de la soustraction sera la longitude du lieu où vous êtes.

La table suivante comprend les longitudes de 131 lieux terrestres, comptées de l'occident de *Khobbet-Arène* [dont l'horizon est regardé comme le premier méridien].

TABLE DES LONGITUDES DE CXXXI LIEUX TERRESTRES.

A PARTIR DE 90 DEGRÉS OUEST DE KHOBBET-ARINE.

N ^o D'ORDRE.	NOMS DES LIEUX.	LONGITUDES.		N ^o D'ORDRE.	NOMS DES LIEUX.	LONGITUDES.	
		Degrés.	Minutes.			Degrés.	Minutes.
1	Ifrâne	15	17	21	Fas	24	00
2	Tizkie	16	20	22	Sabtah	25	40
3	Mâsalh	17	00	23	Al-Jezret-al-Rhhadherâ ..	25	40
4	Rhânah	18	00	24	Ichbiliah	25	40
5	Khâidet-al-Sous	18	7	25	Al-Rabathe	26	00
6	Tinemal	20	10	26	Sijelmâsalh	26	00
7	Rhâdiah	20	20	27	Malikbah	26	20
8	Marrâkiche	21	20	28	Kkorthabah	27	00
9	Aslie	21	20	29	Al-Menkeb	27	00
10	Arhmâtse	21	31	30	Irharnathah	27	30
11	Armouz	22	31	31	Jaihbâne	27	30
12	Anfâ	23	00	32	Al-Mériah	28	00
13	Chalab	23	15	33	Tholâithilah	28	00
14	Chantirine	23	40	34	Moursiah	29	30
15	Salâ	24	00	35	Sarakhostah	29	55
16	Khâdis	24	00	36	Tilmisâne	29	59
17	Thanjah	24	10	37	Dâniâh	30	00
18	Bathaliou	24	32	38	Ouahràne	30	10
19	Miknasah	24	35	39	Balensiah	30	50
20	Khlat-Madhie	24	40	40	Châthibnh	31	20

* La prononciation de ces noms a été tirée de la Géographie d'Aboul-Fidâ, où nous avons trouvé presque tous les lieux rapportés dans cette table et dans celle des latitudes. Voy. la note du chapitre xxvi. S.

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES DE CXXXI LIEUX TERRESTRES,

A PARTIR DE 90 DEGRÉS OUEST DE KHOBBET-ARINE.

N° D'ORDRE.	NOMS DES LIEUX.	LONGITUDES.		N° D'ORDRE.	NOMS DES LIEUX.	LONGITUDES.	
		Degrés.	Minutes.			Degrés.	Minutes.
41	Tahirt.....	31	30	64	Tounous.....	41	45
42	Tiunis.....	32	30	65	Al-Ihamâmat.....	42	00
43	Berchek.....	33	00	66	Mechliah.....	42	00
44	Cherchâl.....	33	40	67	Al-Khairouane.....	42	00
45	Malinah.....	34	00	68	Sousah.....	43	00
46	Al-Medniâh.....	34	30	69	Jannouah.....	43	00
47	Al-Jézâir.....	34	30	70	Roumiâh.....	43	00
48	Tadlès.....	35	40	71	Al-Muhdiâh.....	43	50
49	Khalat-ban-Ammâd.....	35	40	72	Bich.....	44	00
50	Al-Takrour.....	36	00	73	Tafukhos.....	44	30
51	Bijâfiâh.....	36	5	74	Khabis.....	45	00
52	Al-Khal.....	36	50	75	Shakhabiah.....	45	20
53	Kholénthinah.....	37	10	76	Jirbah.....	46	00
54	Maïrkah.....	37	50	77	Athrabolos.....	48	30
55	Biskarah.....	37	55	78	Khostanthiniâh.....	60	00
56	Bounah.....	38	5	79	Iskenderiâh.....	63	00
57	Mezkah.....	38	15	80	Dimiath.....	63	50
58	Touzer.....	38	30	81	Mishre.....	64	50
59	.....	38	42	82	Khous.....	66	00
60	.....	39	39	83	Al-Calâne.....	66	00
61	Bajah.....	40	41	84	Khobroushe.....	66	00
62	Tixert.....	40	58	85	Filisthine.....	66	15
63	Zaouitech.....	41	00	86	Al-Ramlah.....	66	40

SUITE DE LA TABLE DES LONGITUDES DE CXXXI LIEUX TERRESTRES.

A PARTIR DE 90 DEGRÉS OUEST DE KHOBBET-ARINE.

N° D'ORDRE.	NOMS DES LIEUX.	LONGITUDES.		N° D'ORDRE.	NOMS DES LIEUX.	LONGITUDES.	
		Degrés.	Minutes.			Degrés.	Minutes.
87	Athrabolous-al-Châme	66	40	110	Shana	78	00
88	Al-Khods	67	00	111	Adène	78	10
89	Thaberialh	68	45	112	Zhafâr	78	40
90	Khaisarinah	68	50	113	Al-Koûfah	79	30
91	Akkab	69	00	114	Barhdâd	80	00
92	Hhimshe	69	5	115	Ouasith	81	30
93	Anthâkiah	69	34	116	Al-Roïe	85	00
94	Diméchkhe	70	12	117	Abbâdâne	85	15
95	Hhammah	71	40	118	Thoous	92	00
96	Al-Jémamah	72	00	119	Sororhse	93	20
97	Hhaleb	72	40	120	Jorjâne	95	00
98	Hejer	73	00	121	Ishbahâne	96	00
99	Al-Rakhâh	73	15	122	Karamâne	99	10
100	Hharrâne	73	37	123	. . . . .	102	00
101	Serouje	74	00	124	. . . . .	103	00
102	Iatsreb	74	5	125	Aderhijan	103	00
103	Amid	75	40	126	Khazouïne	104	00
104	Mârdine	75	45	127	Kaboul	110	00
105	Sinjâr	76	30	128	Ferarhanah	116	00
106	Mekkah	77	00	129	Ouasth-al-Tourk	120	21
107	Zebid	77	40	130	Thabarestane	162	00
108	Tîz	77	50	131	Ouasth-al-Shine	177	00
109	Al-Maousel	78	00				

OBSERVATION

SUR LE LIEU NOMMÉ KHOBDET-ARÎNE, DONT LA POSITION SERT A DÉTERMINER CELLE DU PREMIER MÉRIDIEN, DANS LE SYSTÈME ADOPTÉ PAR ABOUL-HHÀSSAN.

Khobbet-Arine signifie *dôme d'Arîne*, et notre auteur nous laisse dans la plus grande incertitude sur la situation de ce lieu, à l'occident duquel il place son premier méridien. On voit seulement que sa méthode de compter les longitudes doit avoir été adoptée par plusieurs astronomes et géographes orientaux, puisqu'il existait encore de son temps des tables d'éclipses de lune toutes calculées pour le méridien du dôme d'Arîne, et la comparaison des longitudes de la table précédente avec les nôtres semble indiquer qu'il devait être situé vers le 80° degré à l'est du méridien de l'île de Fer. Nous proposerons donc comme une conjecture de le placer dans la ville de Arîne-Giâne, située dans la province de Samarkhande¹, et qui paraît satisfaire au système des longitudes exposé dans ce chapitre. Cette question nous paraît digne de toute l'attention des savants géographes que l'Institut renferme dans son sein, parce qu'elle se rattache à un ancien système de géographie dont il serait curieux de connaître l'origine, et dont l'examen pourrait jeter quelque lumière sur l'état de la géographie en Asie, à l'époque où il fut institué.

¹ *Khobbet-Arine* est peut-être aussi une épithète de Balkh, en Chorassan, laquelle est aussi désignée par l'épithète de *Khobbet-al-Sélam*, la *Tour du salut*.

CHAPITRE LXVII.

DÉTERMINATION DE L'AZIMUT DE QUELQUE LIEU QUE CE SOIT¹.

Pour cela, multipliez le cosinus de la latitude du lieu dont on demande l'azimut par le cosinus de la latitude du lieu où vous êtes : le produit sera l'*ashle*². Prenez le sinus verse de la différence en longitude du lieu où vous êtes au lieu donné, et multipliez-le par l'*ashle*; puis retranchez le produit de cette multiplication du sinus de la hauteur méridienne, dans le lieu où vous êtes, du parallèle du zénith de l'autre lieu, ladite hauteur mesurée sur le méridien de votre lieu : le reste sera le sinus de la hauteur du zénith de l'autre lieu, au-dessus de l'horizon du lieu où vous êtes. Cherchez l'azimut de cette hauteur d'après les méthodes expliquées précédemment, ce sera l'azimut demandé.

Si la longitude du lieu dont on demande l'azimut est plus grande que celle du lieu où vous êtes, l'azimut sera oriental; si elle est plus petite, il sera occidental.

Si les deux longitudes sont égales, le lieu qui a le moins de latitude a dans sa direction le vrai point sud du lieu qui a le plus de latitude, et celui qui a le plus de latitude a dans sa direction le vrai point nord de celui qui a le moins de latitude, et cela si les deux lieux ont leur latitude boréale : ce serait le contraire si les deux latitudes étaient australes.

¹ La méthode exposée dans ce chapitre est due à l'auteur, comme il le dit à la fin du chapitre suivant. S.

² Ce terme est employé ici dans un sens analogue à celui qu'il a dans le chapitre XI. S.

EXEMPLE.

Le lieu [où l'on est] étant à 30° de latitude boréale et à 65° de longitude, on demande pour ce lieu l'azimut de la Mecque.

Multipliez $00.56.1.$, cosinus de la latitude de la Mecque, par $00.51.58.$, cosinus de la latitude du lieu donné : le produit $00.48.31.$ sera l'*ashle*.

Retranchez 65° , longitude du lieu donné, de 77° , longitude de la Mecque, le reste sera 12 ; prenez-en le sinus verse, $1^{\text{p}} 18.40.$; multipliez-le par l'*ashle*, et retranchez le produit $1.3.37.$ de $59.15.41.$, sinus de la hauteur méridienne du parallèle du zénith de la Mecque, au-dessus de l'horizon du lieu donné, il restera $58.12.4.$, qui est un sinus; prenez-en l'arc, qui est de $75^{\circ} 56'$, ce sera la hauteur du zénith de la Mecque, sur l'horizon du lieu donné. Cherchez l'azimut de cette hauteur, vous trouverez $37^{\circ} 3'$, et ce sera l'azimut de la Mecque au lieu donné.

Cet azimut sera oriental parce que la longitude de la Mecque est plus grande que celle du lieu donné, et il sera méridional parce que la hauteur du zénith de la Mecque, dans le lieu donné, est plus grande que la hauteur du point d'intersection du parallèle à l'équateur, passant par le zénith de la Mecque, et du premier vertical du lieu donné.

Tout cela en supposant que la latitude de la Mecque est de 21° ; car si elle est de $21^{\circ} 40'$, l'azimut de la Mecque serait plus petit que nous ne l'avons déterminé.

AUTRE EXEMPLE.

Le lieu donné étant² à $29^{\circ} 55'$ de latitude boréale, et à $64^{\circ} 54'$ de longitude, comptés de l'occident de Khobbet-Arine, on demande l'azimut de la Mecque dans ce lieu.

¹ « Comme le croient les gens du pays », dit l'auteur dans le chapitre suivant. « Mais, continue-t-il, cela n'est pas exact. » Elle est de 21° dans la table du chapitre xxvi. S.

² On voit par ces déterminations que c'est de *Mishra*, le Caire, qu'il s'agit dans cet exemple. S.

Multipliez 00. 56. 1., cosinus de la latitude de la Mecque, par 00. 52. 00., cosinus de la latitude du lieu donné : le produit 00. 48. 33. sera l'*ashle*.

Ensuite retranchez $64^{\circ} 50'$, longitude du lieu donné, de 77° , longitude de la Mecque, vous aurez pour reste un arc de $12^{\circ} 10'$; prenez-en le sinus verse. $1^{\circ} 20. 56.$; multipliez-le par l'*ashle*, et retranchez le produit $1.5.29.$ de $59. 16.27.$ sinus de la hauteur méridienne du parallèle du zénith de la Mecque au-dessus de l'horizon du lieu donné, il restera $58^{\circ} 10' 58''$, valeur d'un sinus dont l'arc $75^{\circ} 52'$ est la hauteur du zénith de la Mecque dans le lieu donné. Cherchez l'azimut de cette hauteur par les règles données précédemment, vous aurez $36^{\circ} 19'$ pour l'azimut demandé.

Cet azimut aurait été plus petit si nous eussions pris $21^{\circ} 40'$ pour la latitude de la Mecque.

CHAPITRE LXVIII.

AUTRE MÉTHODE POUR DÉTERMINER L'AZIMUT DE QUELQUE LIEU QUE CE SOIT.

Multipliez le cosinus de la latitude du lieu dont vous cherchez l'azimut par le sinus de la différence en longitude de ce lieu et de celui où vous êtes; divisez le produit par 60, le quotient sera le sinus de l'*équation de la longitude*.

Multipliez le sinus de la latitude du lieu dont vous cherchez l'azimut par 60; divisez le produit par le cosinus de l'*équation de la longitude*: le quotient sera le sinus de l'*équation de la latitude*.

Prenez la différence entre l'*équation de la latitude* et la latitude du lieu où vous êtes, vous aurez la *latitude égalisée*.

Multipliez le cosinus de l'*équation de la longitude* par le cosinus

de la latitude égalisée, et divisez le produit par 60 : le quotient sera le cosinus de la distance des deux pays.

Multipliez le sinus de l'équation de la longitude par 60; divisez le produit par le sinus de la distance des deux pays : le quotient sera le cosinus de l'azimut.

EXEMPLE.

Le lieu donné¹ étant à $29^{\circ} 55'$ de latitude et à $64^{\circ} 50'$ de longitude de l'occident de Khobbet-Arîne, on demande pour ce lieu l'azimut de la Mecque.

Multipliez 56. 1., cosinus de la latitude de la Mecque, par le sinus de la différence des deux longitudes, savoir celle de la Mecque et celle du lieu donné, et divisez le produit par 60 : le quotient 11. 48. 58. sera le sinus de l'équation de la longitude, laquelle équation sera de $11^{\circ} 20' 50''$.

Multipliez $21^{\circ} 30' 9''$, sinus de la latitude de la Mecque, par 60, et divisez le produit par 58. 49. 30., cosinus de l'équation de la longitude : le quotient $21^{\circ} 55' 36''$ sera le sinus de l'équation de la latitude, laquelle équation est de $21^{\circ} 26' 10''$.

Prenez la différence entre l'équation de la latitude et la latitude du lieu donné, vous aurez la latitude égalisée de $8^{\circ} 28' 50''$.

Multipliez le cosinus de l'équation de la longitude par le cosinus de la latitude égalisée, et divisez le produit par 60 : le quotient 58. 10. 45. sera le cosinus de la distance des deux pays, lequel est en même temps le sinus de la hauteur du zénith de la Mecque et celui de l'arc de $75^{\circ} 56'$ environ.

Enfin, multipliez le sinus de l'équation de la longitude par 60, et divisez le produit par $14^{\circ} 39'$, sinus de la distance des deux pays : le quotient $48^{\circ} 20' 50''$ sera le cosinus de l'azimut de la Mecque; et ce cosinus étant celui de l'arc de $53^{\circ} 41'$, l'azimut de la Mecque sera de $36^{\circ} 19'$; c'est le même que nous avons obtenu par l'opération du chapitre précédent. Il aurait été moindre si nous eussions donné à la Mecque $21^{\circ} 40'$ de latitude, comme le font les gens du pays, ce qui donnerait $35^{\circ} 30'$ pour l'azimut de cette ville; mais cela n'est point exact.

Cette dernière méthode [pour déterminer l'azimut de quelque lieu que ce soit] est celle que nous avons trouvée dans les écrits des

¹ C'est encore Mishre. S.

anciens et des modernes, qui n'en renferment aucune autre. Celle du chapitre précédent est entièrement de nous, quoique nous l'ayons déduite de leurs principes, et elle a l'avantage d'être plus facile et d'approcher plus près de la vérité.

CHAPITRE LXIX.

DÉTERMINATION DE LA LONGITUDE ET DE LA LATITUDE D'UN LIEU QUELCONQUE, LORSQUE SON AZIMUT ET LA HAUTEUR DE SON ZÉNITH DANS UN LIEU DONNÉ SONT CONNUS.

S'il arrive qu'une étoile soit au zénith du lieu dont on cherche la longitude et la latitude, et que l'azimut et la hauteur de cette étoile soient connus, on trouvera par les règles du chapitre LXV sa déclinaison et sa distance au méridien.

Cela étant fait, la déclinaison de l'étoile sera égale à la latitude du lieu, et sa distance au méridien à la différence en longitude de ce lieu au lieu donné; en sorte que, pour avoir la longitude, on ajoutera cette différence à la longitude du lieu donné, si celui dont il s'agit est oriental, ou on la retranchera s'il est occidental, et on prendra le résultat de l'addition ou de la soustraction.

De cette manière on aura la longitude et la latitude demandées.

CHAPITRE LXX.

DÉTERMINATION DE LA DISTANCE DE DEUX LIEUX, ÉVALUÉE EN MILLES, EN PARASANGES,
OU EN DISTANCES DE POSTE.

Pour avoir cette distance, retranchez de 90° la hauteur du pôle de l'horizon d'un des deux lieux sur l'horizon de l'autre; multipliez le reste par $66 \frac{2}{3}$: le produit sera le nombre de milles de distance entre les deux lieux.

Prenez le tiers de ce nombre, ce sera celui des parasanges [farsanges persanes].

Et prenez le quart du nombre des farsanges ou le douzième du nombre des milles, vous aurez le nombre des postes.

EXEMPLE.

La hauteur du pôle de l'horizon de la Mecque est, dans un lieu donné, de $75^\circ 52'$; on demande la distance de ce lieu à la Mecque.

1° En milles : Retranchez $75^\circ 52'$ de 90° , le reste sera $14^\circ 8'$; multipliez-le par $66^\circ 40'$, le produit $942^m 13' 20''$ sera le nombre des mille demandé.

2° En farsanges : Prenez le tiers des milles, vous aurez $314^m 4' 26'' 40'''$ pour la distance en farsanges.

3° En postes : Le quart des farsanges, savoir $78^p 31' 40''$, sera la distance en postes¹.

¹ Il reste toujours à savoir quelle est l'unité réelle et absolue qui a servi à évaluer la longueur du degré, mesuré sur le méridien. S.

CHAPITRE LXXI.

CONNAISSANT L'HEURE QU'IL EST DANS LE LIEU OU L'ON EST, DÉTERMINER LES HEURES ÉCOULÉES DE LA NUIT OU DU JOUR DANS UN AUTRE LIEU DONT LA LONGITUDE ET LA LATITUDE SONT DONNÉES.

Pour cela, prenez la différence en longitude du lieu où vous êtes et du lieu proposé, et conservez-la; prenez aussi l'augment de l'arc de révolution dans le lieu où vous êtes, et conservez-le de même.

Après cela, si l'heure que vous comptez est avant midi, et que votre station soit à l'orient du lieu proposé, ajoutez ensemble les deux quantités conservées et retranchez leur somme de l'arc semi-diurne du lieu proposé : le reste sera l'heure du jour que l'on compte en ce lieu.

Si le lieu de votre station est à l'occident de l'autre, prenez la différence des deux quantités conservées, et retranchez-la de l'arc semi-diurne du lieu proposé si elle appartient à la seconde, ou ajoutez-la au même arc semi-diurne si elle appartient à la première : le résultat [de l'addition ou de la soustraction] sera l'heure du jour dans le lieu proposé.

Si l'heure que vous comptez est après midi, et que le lieu de votre station soit à l'occident de l'autre, prenez la somme des deux quantités conservées, et ajoutez-la à l'arc semi-diurne du lieu proposé : vous aurez l'heure du jour dans ce lieu; mais si vous êtes à l'orient, prenez la différence des deux quantités conservées, et ajoutez-la à l'arc semi-diurne du lieu proposé si elle appartient

à la seconde, ou retranchez-la si elle appartient à la première, et le résultat sera l'heure du jour dans le lieu proposé.

Si les deux longitudes sont égales, retranchez la seconde quantité conservée de l'arc semi-diurne du lieu proposé, si vous êtes avant midi, ou ajoutez-la, si vous êtes après midi : le résultat sera l'heure du lieu proposé.

Suivez la même règle pour trouver l'heure de la nuit dans le lieu proposé.

Il est manifeste que, si l'arc semi-diurne du lieu proposé est plus petit que ce que vous voulez en retrancher, ou égal à cette quantité, la soustraction [ou] ne peut se faire [ou donne zéro pour résultat], et que, si l'arc semi-diurne de ce lieu est tel, qu'après y avoir ajouté ce que vous vouliez, la somme est égale à l'arc diurne total de ce lieu ou plus grande que cet arc diurne, c'est que le jour y est déjà entièrement terminé : il en serait de même de la nuit.

CHAPITRE LXXII.

DÉTERMINATION DE LA GRANDEUR DE L'OMBRE PORTÉE SUR LE PLAN DE L'ÉQUATEUR¹,
ET DE L'AZIMUT DE CETTE OMBRE.

Prenez l'ombre horizontale de la déclinaison du soleil, pour le temps donné, ce sera la grandeur de l'ombre cherchée, et cette ombre tombera sur le côté septentrional [du plan] si la décli-

¹ Il faudrait ajouter ici, quoique l'auteur ne le dise pas : *par un gnomon perpendiculaire à ce plan.* S.

naison est boréale, ou sur le côté méridional, si la déclinaison est australe.

EXEMPLE.

On suppose que la déclinaison du soleil est de $11^{\circ} 32'$ vers le nord.

L'ombre horizontale de cette déclinaison étant de 58. 49., ce sera la grandeur de l'ombre projetée sur le plan de l'équateur, considéré comme horizontal; laquelle ombre sera sur le côté septentrional, parce que la déclinaison est boréale.

On aura l'azimut de cette ombre, sur le même plan, en prenant pour sa valeur l'angle formé par l'ombre et par une ligne menée du pied du gnomon, *mékhîds*, perpendiculairement à la commune section du plan donné et de l'horizon ou bien l'angle aigu formé par l'ombre et par une ligne menée du pied du gnomon parallèlement à la même commune section du plan donné et de l'horizon; car ces deux définitions désignent une seule et même ligne, qui marque l'azimut vrai.

Le second angle est le complément du premier, et il se rapporte à la définition que nous avons donnée de l'azimut dans le commencement de cet ouvrage; mais nous pensons que le premier doit être employé de préférence pour ce que nous avons à dire par la suite: c'est pourquoi nous en donnons ici la définition, que nous n'avons pas pu insérer dans nos premières feuilles, parce qu'elle s'écarte des principes ordinaires.

Si donc vous voulez connaître l'azimut de l'ombre dont il s'agit ici, pour un temps quelconque, prenez l'augment de l'arc de révolution pour ce temps; ce sera le complément de l'azimut, et l'azimut sera occidental si on est avant midi, ou oriental si on est après midi: tout cela est trop clair pour avoir besoin d'exemple.

Observez seulement que, quand les différences de déclinaison sont très-petites, ce qui arrive lorsque le soleil est près des solstices, l'ombre [portée] sur le plan de l'équateur paraît à peu près de la même longueur pendant tout le jour; et que, quand les différences

de déclinaison sont très-grandes, ce qui a lieu lorsque le soleil est près de l'équateur, la longueur de l'ombre éprouve d'un jour à un autre des variations très-sensibles.

CHAPITRE LXXIII.

DÉTERMINATION DE LA GRANDEUR DE L'OMBRE PORTÉE SUR LE PLAN DU MÉRIDIEN ET DE SON AZIMUT, EN QUELQUE LIEU QUE CE SOIT.

Multipliez le cosinus de la déclinaison du soleil, au temps donné, par le sinus de l'augment de l'arc de révolution, au même temps, vous aurez pour ce temps le sinus de la *hauteur du soleil sur le méridien*; et lorsque cette hauteur sera connue, son ombre horizontale, qui est la chose demandée, le sera aussi.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude septentrionale, le soleil dans le premier point de l'Écrevisse, et le temps écoulé une heure du jour.

Multipliez $54^{\circ} 59'$, cosinus de la déclinaison du soleil, par $59^{\circ} 55' 31''$, sinus de l'augment de l'arc de révolution : le produit sera [le sinus] $54^{\circ} 54' 53''$, dont l'arc $66^{\circ} 15'$ sera la hauteur du soleil sur le méridien. L'ombre de cette hauteur, qui est de 20° , est l'ombre demandée, laquelle sera portée sur le côté oriental [du plan], parce que le temps donné est avant midi; s'il était après midi, le côté de l'ombre serait occidental.

Ou autrement : Multipliez le cosinus de la hauteur du soleil, au temps donné, par le cosinus de son azimut, au même temps : le produit sera le sinus de la hauteur du soleil sur le méridien, et l'ombre horizontale de cette hauteur sera l'ombre demandée.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude boréale, le soleil dans le premier point du Capricorne, et le temps écoulé une heure du jour.

La hauteur du soleil, pour ce temps, est $9^{\circ} 21'$; son azimut, $34^{\circ} 14'$.

Multipliez $59^{\circ} 12'$, cosinus de la hauteur, par $00. 49. 36.$, cosinus de l'azimut : le produit $48^{\circ} 56'$ est un sinus dont l'arc $54^{\circ} 39'$ est la hauteur sur le méridien, et son ombre horizontale 8 doigts 32 minutes est l'ombre demandée, c'est-à-dire celle qui est portée sur le plan du méridien.

L'azimut de cette ombre est l'angle formé par elle et par une ligne menée du pied du *gnomon*, *mékhiâs*, perpendiculairement sur la commune section du plan du *gnomon*¹ et de l'horizon.

Pour avoir cet azimut, multipliez par 60 le sinus de la hauteur au-dessus de l'horizon, au temps donné, et divisez le produit par le cosinus de la hauteur sur le méridien : le quotient sera le cosinus de l'azimut, et cet azimut de l'ombre sera septentrional si le soleil est dans la partie australe du ciel; mais si cet astre est dans la partie boréale, l'azimut sera méridional.

EXEMPLE.

Pour l'ombre dont nous venons de trouver l'azimut dans le second exemple de ce chapitre.

Multipliez 60 par $9^{\circ} 45'$, sinus de la hauteur au-dessus de l'horizon au temps donné, et divisez le produit 585° par $34. 48. 40.$, cosinus de la hauteur sur le méridien : le quotient $16^{\circ} 50'$ sera le cosinus de l'azimut demandé, lequel est septentrional, parce que le soleil est dans la partie australe du ciel.

¹ C'est le plan auquel ce *gnomon* est perpendiculaire. S.

CHAPITRE LXXIV.

DÉTERMINATION DE LA DISTANCE¹ ET DE L'OMBRE EMPLOYÉE², RELATIVEMENT AU MÉRIDIEN, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT.

POUR LA DISTANCE : Prenez l'ombre horizontale du complément de l'azimut du soleil, au temps donné; elle sera égale à la distance, laquelle sera septentrionale si le soleil est dans la partie australe [de l'écliptique], et méridionale si le soleil est dans la partie boréale.

POUR L'OMBRE EMPLOYÉE : Divisez 12, nombre constant, par le cosinus de l'azimut du soleil, au temps donné : le quotient sera le *diamètre*, qu'on nomme aussi le *corps de l'ombre employée*³.

Autrement : Prenez le carré de la distance; ajoutez-y constamment 144, et tirez la racine de la somme, vous aurez le diamètre.

Alors multipliez le diamètre par l'ombre verticale de la hauteur du soleil, au temps donné, et divisez le produit par 12 : le quotient sera l'ombre employée.

¹ L'auteur entend ici, par le mot *distance*, pris dans une signification propre, une perpendiculaire abaissée du centre ou pied du gnomon sur la commune section du plan du gnomon, qui est ici le méridien, et du vertical du soleil.

² Par *ombre employée*, la partie de cette commune section comprise entre l'extrémité de la *distance* et celle de l'ombre portée.

³ Et par *corps de l'ombre employée*, la distance du sommet du gnomon à la même commune section. S.

EXEMPLE

CONTENANT APPLICATION DE TOUT CE QUE NOUS VENONS DE DIRE DANS CE CHAPITRE.

Le soleil étant dans le premier point du Capricorne, le lieu donné à 30° de latitude septentrionale, et le temps écoulé une heure du jour.

Si vous voulez la distance et l'ombre employée relativement au méridien, pour le temps donné, prenez pour la distance demandée 8 doigts 10 minutes, valeur de l'ombre horizontale du complément de l'azimut du soleil au temps donné : cette distance sera boréale, parce que l'azimut du soleil est austral.

Ensuite divisez 12 par 00. 49. 36., cosinus de l'azimut du soleil : le quotient 14. 31. sera le corps de l'ombre employée.

Ou autrement : Prenez 66. 41. 40., carré de la déclinaison ; ajoutez-y 144, et tirez la racine de la somme 210. 41. 40. : le radical 14. 31. sera le corps de l'ombre employée.

Alors multipliez le corps de l'ombre employée par $1^{\text{d}} 19'$, ombre verticale de la hauteur du soleil au temps donné, et divisez le produit 28. 32' 58" par 12 : le quotient 2. 23' sera l'ombre employée pour ce temps, relativement au plan du méridien.

CHAPITRE LXXV.

DÉTERMINATION DE LA GRANDEUR DE L'OMBRE PORTÉE SUR LE PLAN DU MÉRIDIEEN ET DE SON AZIMUT, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT, LORSQUE LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVEMENT AU PLAN DU MÉRIDIEEN SONT DONNÉES POUR CE TEMPS ; ET DÉTERMINATION DE LA DISTANCE ET DE L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVEMENT AU PLAN DU MÉRIDIEEN, POUR QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT, LORSQUE L'OMBRE PORTÉE SUR LE PLAN DU MÉRIDIEEN ET SON AZIMUT SONT TOUS DEUX DONNÉS POUR CE TEMPS.

Premier cas : Prenez le carré de l'ombre employée et celui de la

distance au temps donné; ajoutez ces deux carrés, et tirez la racine de la somme, vous aurez l'ombre portée sur le plan du méridien.

Ensuite multipliez l'ombre employée par 60, et divisez le produit par l'ombre portée sur le plan du méridien : le quotient sera le cosinus de l'azimut de cette ombre portée.

Second cas : Multipliez l'ombre portée sur le plan du méridien par le cosinus de son azimut, et divisez le produit par 60 : le quotient sera égal à l'ombre employée.

Ensuite prenez le carré de l'ombre employée et celui de l'ombre portée; retranchez le plus petit de ces deux carrés du plus grand, et tirez la racine du reste : cette racine sera égale à la distance demandée.

CHAPITRE LXXVI.

DÉTERMINATION DE LA GRANDEUR DE L'OMBRE PORTÉE SUR LE PLAN DU PREMIER VERTICAL, ET DE L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT.

Multipliez le cosinus de la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, au temps donné, par le sinus de son azimut : le produit sera le sinus de la *hauteur du soleil sur le plan du premier vertical*, et l'ombre horizontale de cette hauteur, l'ombre demandée.

Si l'azimut du soleil est boréal, le lieu de l'ombre sera boréal, et si l'azimut du soleil est austral, le lieu de l'ombre sera austral.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude boréale, le soleil dans le premier point du Capricorne, et le temps écoulé une heure du jour.

Multipliez $59^{\text{p}} 12'$, cosinus de la hauteur du soleil au temps donné, par $00. 33. 45.$, sinus de l'azimut du soleil au même temps : le produit $33^{\text{p}} 18'$ sera le sinus de la hauteur, laquelle est de $33^{\circ} 48'$, et son ombre horizontale, qui est de $17^{\text{d}} 59'$, sera l'ombre demandée. La trace de cette ombre sera sur le côté méridional [du plan du premier vertical], parce que l'azimut du soleil est austral.

Ou autrement : Multipliez le cosinus de la hauteur du soleil sur le méridien, au temps donné, par le sinus de son azimut relativement au méridien : le produit sera le sinus de la hauteur du soleil sur le premier vertical, et l'ombre horizontale de cette hauteur sera l'ombre demandée.

Si vous voulez l'azimut de cette ombre [portée sur le plan du premier vertical], multipliez 60 par $9^{\text{p}} 45'$, sinus de la hauteur au-dessus de l'horizon dans notre exemple, et divisez le produit 585^{p} par $49^{\text{p}} 54'$, cosinus de la hauteur sur le premier vertical : le quotient $11^{\text{p}} 43'$ sera le sinus de l'azimut demandé dans cet exemple; et comme le temps donné est avant midi, cet azimut est occidental; il serait oriental si ce temps était après midi.

Ou autrement : Multipliez le sinus de la hauteur sur le méridien par 60 , et divisez le produit par le cosinus de la hauteur sur le premier vertical : le quotient sera le sinus de l'azimut demandé.

CHAPITRE LXXVII.

DÉTERMINATION DE LA DISTANCE ET DE L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVEMENT AU PREMIER VERTICAL, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT.

Prenez l'ombre horizontale de la hauteur, qui est égale à l'azi-

mut du soleil au temps donné, vous aurez la distance; et si l'azimut du soleil est septentrional, la distance sera sur le côté septentrional [du plan du premier vertical]; elle sera au contraire sur le côté méridional si l'azimut du soleil est méridional. Si le temps donné est avant midi, la distance sera occidentale; s'il est après midi, elle sera orientale.

Ensuite divisez 12, nombre constant, par le sinus de l'azimut du soleil: le quotient sera le corps de l'ombre employée.

Ou autrement: Prenez le carré de la distance, ajoutez-y 144, tirez la racine de la somme, vous aurez le corps de l'ombre employée.

Alors multipliez le diamètre, c'est-à-dire le corps de l'ombre employée, par l'ombre verticale de la hauteur du soleil au même temps, et divisez le produit par 12: le quotient sera l'ombre employée et son côté sera celui de la déclinaison.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude septentrionale, le soleil dans le premier point du Capricorne, et le temps écoulé une heure du jour, on demande tout ce dont il vient d'être question.

Prenez l'ombre horizontale de l'azimut du soleil au temps donné, vous aurez $17^d 38'$, et ce sera la distance demandée, laquelle est méridionale et occidentale, parce que l'azimut du soleil est méridional et le temps donné avant midi.

Divisez 12 par 00.33.45., sinus de l'azimut du soleil au temps donné: le quotient 21 doigts sera le corps de l'ombre employée.

Pour le trouver par la seconde méthode, prenez $310^d 56' 4''$, carré de la distance; ajoutez-y 144: la somme sera $454^d 56' 4''$; tirez-en la racine, vous aurez en nombres ronds $21^d 20'$ pour la valeur du corps de l'ombre employée.

Alors multipliez le corps de l'ombre employée par $1^d 59'$, ombre verticale de la hauteur du soleil au temps donné: le produit sera $42^d 19'$; divisez-le par 12, et le quotient 3.32. sera l'ombre employée, laquelle sera méridionale et occidentale [sud-ouest], parce que c'est ainsi qu'est la déclinaison.

Nous n'avons pas besoin d'ajouter comment on peut déduire l'ombre portée sur le premier vertical, et son azimut, d'après la distance et l'ombre employée pour [le plan de] ce cercle, parce que la méthode est la même que celle du chapitre LXV.

Il en est de même de la détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au même plan, d'après l'ombre portée sur ce plan et l'azimut de cette ombre.

CHAPITRE LXXVIII.

DÉTERMINATION 1^o DE L'OMBRE PORTÉE SUR UN VERTICAL QUELCONQUE;
2^o DE L'AZIMUT DE CETTE OMBRE.

OBSERVATION PRÉLIMINAIRE. — Tout [vertical ou] cercle de hauteur est tel, que sa circonférence coupe celle de l'horizon en deux points opposés, dont l'un est dans la moitié orientale et l'autre dans la moitié occidentale de l'horizon.

Or, nous nommons *déclinaison* [*innehiráf*] du vertical l'arc du cadran de l'horizon compris entre l'un de ces deux points et la ligne méridienne, et *azimut du vertical* l'arc de cadran de l'horizon compris entre l'un de ces deux mêmes points et la ligne équinoxiale.

Cela étant, lorsqu'on voudra connaître l'ombre portée sur le plan d'un vertical quelconque, en un temps donné, on observera si l'azimut du soleil et celui du vertical tombent ensemble ou non

dans l'un des quatre cadrans de l'horizon que nous venons de spécifier.

Dans le premier cas, prenez la différence des deux azimuts; cette différence sera la distance¹ du soleil.

Dans le second cas, ajoutez les deux azimuts; et si la somme est de 90° ou au-dessous, ce sera la distance du soleil; si elle est au-dessus de 90°, retranchez-la de 180, et le reste sera la distance.

Alors multipliez le sinus de la distance [angulaire] du soleil par le cosinus de la hauteur au-dessus de l'horizon : le produit sera le sinus de la hauteur sur le plan [du vertical] proposé, et l'ombre horizontale de cette hauteur sera l'ombre demandée.

EXEMPLE.

Le vertical donné ayant 45° de déclinaison du sud à l'ouest, le soleil étant dans le premier point du Capricorne, le lieu donné à 30° de latitude septentrionale, et le temps écoulé une heure du jour.

Prenez pour ce temps l'azimut du soleil, lequel est de 34° 14', et ajoutez-le à l'azimut du vertical, s'il ne se trouve pas avec l'azimut du soleil dans le même cadran de l'horizon, la somme 79° 14' sera la distance du soleil au [plan du] vertical².

Prenez le sinus de cette distance, lequel est 58° 56' 31", et multipliez-le par 00. 59. 12., cosinus de la hauteur du soleil : le produit 58. 9. 22. sera le sinus de la hauteur du soleil sur le vertical, laquelle est de 75° 46'. Ainsi l'ombre de cette hauteur 3° 8' sera l'ombre demandée, et la trace de cette ombre sera sur le côté oriental, parce que le soleil est à l'orient du vertical.

Pour avoir l'azimut de cette ombre, divisez le sinus de la hau-

¹ Voilà la troisième signification du même mot arabe *ba'ed*. Par la première, il exprime la déclinaison du soleil ou d'une étoile (voy. le chap. xxvi); par la seconde, il marque une distance spéciale (voy. le chap. lxxiv); et par cette troisième, la distance angulaire, mesurée sur l'horizon, du soleil à un vertical quelconque, comme le sens l'indique ici positivement. Cependant la langue arabe se montre souvent plus riche que la nôtre. S.

² Voy. la note ci-dessus. S.

teur du soleil, au temps donné, par le cosinus de sa hauteur sur le vertical : le quotient sera le sinus de l'azimut ; et si le soleil est à l'orient du vertical, l'azimut sera oriental ; mais si le soleil est à l'occident, l'azimut sera occidental.

CHAPITRE LXXIX.

DÉTERMINATION DE LA DISTANCE ET DE L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVEMENT A UN VERTICAL QUELCONQUE.

Pour cela, regardez la distance du soleil au vertical comme une hauteur, et prenez-en l'ombre horizontale : ce sera la distance demandée.

Divisez constamment 12 par le sinus de la distance du soleil au vertical : le quotient sera le corps de l'ombre employée.

Multipliez le corps de l'ombre employée par l'ombre verticale de la hauteur du soleil ; divisez le produit par 12 : le quotient sera l'ombre employée.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude septentrionale, le soleil dans le premier point du Capricorne, le temps écoulé une heure du jour, et la déclinaison du vertical, du sud à l'ouest, de 45° .

Prenez l'azimut du soleil, qui est au temps donné de $34^{\circ} 14'$ et méridional ; ajoutez-le à l'azimut du vertical, parce que l'azimut du soleil et celui du vertical ne se trouvent pas dans le même cadran : la somme $79^{\circ} 14'$ sera la distance du soleil au plan vertical, prenez l'ombre horizontale de cette distance, $2^{\text{d}} 17'$, ce sera la distance demandée, laquelle sera méridionale parce que l'azimut

est dans la partie méridionale; et comme le soleil est vers le côté oriental, cette distance sera dans la partie occidentale.

Divisez 12 par le sinus de la distance du soleil : le quotient 12. 13 sera le corps de l'ombre employée.

Multipliez le corps de l'ombre employée par 1^{re} 59', ombre verticale de la hauteur du soleil au temps donné, le produit sera 24. 14; divisez-le par 12 : le quotient 2. 1. sera l'ombre employée.

On trouvera aisément l'ombre portée sur un vertical et son azimut, pour quelque temps que ce soit, d'après la distance et l'ombre employée qui leur répondent dans le même temps; et on trouvera de même la distance et l'ombre employée d'après l'ombre portée et son azimut qui leur répondent dans le même temps.

CHAPITRE LXXX.

DÉTERMINATION DE L'OMBRE PORTÉE SUR UN PLAN QUELCONQUE INCLINÉ, ET DE L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, LORSQUE LE CORPS OU GNOMON DE L'OMBRE LUI EST PERPENDICULAIRE ET QUE L'INCLINAISON ET LE CÔTÉ DE CETTE INCLINAISON SONT CONNUS.

Pour cela, regardez le plan incliné comme un horizon appartenant à un lieu quelconque, la hauteur du pôle de cet horizon sur l'horizon de votre station sera connue, parce qu'elle est égale au complément de l'inclinaison du plan.

L'azimut du lieu supposé, relativement à votre station, sera aussi connu, parce qu'il est égal à l'azimut du plan incliné et situé dans le côté opposé.

D'après cela, la latitude et la longitude de ce lieu seront connues.

Or, lorsque l'on connaît la latitude et la longitude d'un lieu, quel qu'il soit, il est aisé d'avoir pour ce lieu le temps écoulé du jour de ce lieu; et ce temps écoulé étant connu pour le lieu supposé, la hauteur du soleil sur son horizon, savoir celui du plan incliné, sera connue.

Enfin, ayant la hauteur du soleil sur cet horizon, on connaîtra l'ombre horizontale de cette hauteur, ce qui est la chose demandée.

EXEMPLE.

Le plan étant incliné à 45° , relativement au zénith d'un lieu situé à $29^\circ 55'$ de latitude boréale et à $64^\circ 50'$ de longitude¹, et l'azimut de ce plan incliné étant à 45° dans le cadran méridional oriental [sud-est].

Si nous regardons ce plan comme l'horizon d'un lieu supposé, la hauteur du zénith de ce lieu sera de 45° et son azimut de 45° dans le cadran septentrional occidental [nord-ouest].

Cherchez la latitude de ce lieu d'après les règles établies précédemment.

Pour cela, multipliez $42^\circ 26'$, cosinus de la hauteur du zénith du lieu supposé, par $00.42.26.$, cosinus de son azimut : le produit 30° sera le sinus de l'arc primordial.

Multipliez le sinus de la hauteur du zénith du lieu supposé par 60 , et divisez le produit par $51^\circ 58'$, cosinus de l'arc primordial : le quotient $49^\circ 00'$ sera le sinus de la hauteur méridienne de l'arc primordial, savoir de $54^\circ 45'$.

Ajoutez cette hauteur méridienne de l'arc primordial à la hauteur méridienne du premier point du Bélier dans le lieu donné, parce que la hauteur du premier point du Bélier dans ce lieu est de dénomination contraire à celle de la hauteur du zénith du lieu supposé : la somme sera $65^\circ 10'$, et c'est l'équation.

Multipliez $51^\circ 58'$, cosinus de l'arc primordial, par $00.54.27.$, sinus de l'équation : le produit $47^\circ 9.35.$ est un sinus dont l'arc $51^\circ 49'$ est la latitude du lieu supposé, laquelle est boréale.

Multipliez le sinus de l'arc primordial par 60 , et divisez le produit par le cosinus de la distance du lieu supposé à l'équateur, lequel est de $37^\circ 5'$:

¹ Ce lieu est *Mishre*, ou le Caire. Ce choix particulier de la ville du Caire pour le lieu de ses exemples semble indiquer que c'était la résidence de l'auteur. S.

le quotient $48^{\circ} 32'$ est le sinus de l'arc de $54^{\circ} 00'$, qui est égal à la différence en longitude.

Retranchez cette différence en longitude de la longitude du lieu donné, qui est de $64^{\circ} 50'$, parce que le zénith du lieu supposé est occidental : le reste $10^{\circ} 50'$ sera la longitude du lieu supposé.

Maintenant supposez que le soleil est dans le premier point du Capricorne et que le temps écoulé est une heure du jour, et cherchez le temps écoulé dans le lieu supposé, depuis son dernier midi, d'après l'heure qu'il est dans le lieu donné, vous trouverez 8 heures 50 minutes.

Ce qui vous donnera $14^{\circ} 12'$ pour la hauteur du soleil sur l'horizon du lieu supposé : ainsi l'ombre de cette hauteur, $47^{\circ} 25'$, sera l'ombre demandée, et l'azimut de cette ombre sera $81^{\circ} 39'$.

CHAPITRE LXXXI.

DÉTERMINATION DE LA DISTANCE ET DE L'OMBRE EMPLOYÉE, RELATIVEMENT A QUELQUE PLAN INCLINÉ QUE CE SOIT, LORSQUE LE CORPS OU GNOMON DE L'OMBRE, N'ÉTANT PAS PERPENDICULAIRE AU PLAN INCLINÉ, EST PARALLÈLE A L'HORIZON.

Pour cela multipliez le cosinus de l'inclinaison du plan par 12 ; divisez le produit par le sinus de l'inclinaison du plan : le quotient sera le corps ou module de l'ombre horizontale.

Ensuite cherchez, par les méthodes qui précèdent, la distance et l'ombre employée, ainsi que le corps de cette ombre, le tout relativement au vertical dans lequel se trouve comprise au temps donné la commune section du cercle de l'horizon et du cercle du plan incliné : la distance déterminée sera la distance demandée, relativement au plan incliné.

Ajoutez le carré du corps de l'ombre employée au carré du module de l'ombre horizontale; prenez la racine de la somme de ces deux carrés, multipliez-la par l'ombre employée, et divisez le produit par la somme de l'ombre employée et du module de l'ombre horizontale: le quotient sera l'ombre employée demandée.

EXEMPLE.

Le lieu donné étant à 30° de latitude septentrionale, le plan incliné à l'horizon de 45° , l'azimut de l'inclinaison 45° nord-ouest, le gnomon étant parallèle à l'horizon, le soleil à 0° du Capricorne, et le temps écoulé une heure du jour.

Multipliez $42^{\circ} 26'$, cosinus de l'inclinaison du plan, par 12; divisez le produit par $42^{\circ} 26'$, sinus de l'inclinaison du plan: le quotient 12 sera le module de l'ombre horizontale.

L'égalité du sinus et du cosinus de l'inclinaison du plan ne sont ici que de convenance et non pas de nécessité.

Cherchez la distance, l'ombre employée et son gnomon pour le vertical dont l'azimut est 45° dans le cadran sud-ouest, au temps donné.

La distance 2. 17. sera la distance relative au plan incliné donné, et elle sera sur le côté méridional de ce plan et dans la partie occidentale.

Le corps de l'ombre employée sera 12. 13., et l'ombre employée 2. 11.

Ajoutez le carré du corps de l'ombre employée 149. 14. 49. au carré du gnomon ou module de l'ombre horizontale 144. 00. 00., la somme de ces deux carrés sera 293. 14. 49.; prenez-en la racine $17^{\circ} 6'$, et multipliez-la par l'ombre employée; puis divisez le produit 34. 31. 7. par 14. 11.: le quotient 2. 28. sera l'ombre employée-demandée.

CHAPITRE LXXXII.

DÉTERMINATION DE L'OMBRE PORTÉE ET DE SON AZIMUT SUR UN PLAN INCLINÉ, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT, D'APRÈS LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVEMENT A CE PLAN, ET POUR LE MÊME TEMPS.

Multipliez l'ombre employée par la distance; divisez le produit par la racine de la somme des carrés du module de l'ombre horizontale et du corps de l'ombre employée, et conservez le quotient.

Ensuite ajoutez 144 au carré du module de l'ombre horizontale; prenez la racine du produit, et multipliez-la par le rapport de l'ombre employée et de la racine de la somme des deux carrés du module de l'ombre horizontale et du corps de l'ombre employée, et conservez ce produit.

Retranchez la première quantité conservée de la distance employée; prenez le carré du reste et le carré de la seconde quantité conservée; ajoutez ces deux carrés, et prenez la racine de leur somme : ce sera l'ombre demandée.

Pour avoir l'azimut de cette ombre, retranchez de la distance la première quantité conservée; multipliez le reste par 60; divisez le produit par la moitié de l'ombre portée sur le plan incliné de laquelle vous cherchez l'azimut : le quotient sera la corde du double de l'azimut demandé, et cet azimut sera du même côté que la distance employée.

CHAPITRE LXXXIII.

METHODE POUR TROUVER, EN QUELQUE TEMPS DE LA NUIT QUE CE SOIT, LA POSITION DE L'ÉCLIPTIQUE, À TRÈS-PEU PRÈS.

Prenez un fil, placez-le entre votre œil et la voûte étoilée, et en le tenant bien tendu, placez-le de manière qu'il passe sur quelques étoiles situées proche de l'écliptique, telles que l'étoile qui est sur le col du Taureau, vers les Gémeaux; la nébuleuse des Pléiades, le cœur du Lion, la médiale du côté austral de la *Vierge*¹, le plateau austral, le milieu de la distance qui sépare le front du Scorpion de son étoile boréale, l'œil du Sagittaire et la cuisse du Verseau; et, lorsque vous tenez le fil ainsi placé, fixez-le : il se trouvera sur la direction de l'écliptique.

Vous reconnaîtrez par ce moyen, à la simple vue, quelles sont les étoiles situées au nord ou au midi de l'écliptique; et si la lune est sur l'horizon, vous saurez si elle est sur l'écliptique ou si elle s'en écarte au midi ou au nord. Vous reconnaîtrez de même les errantes [ou le lieu des planètes] et quel est l'azimut de l'ascendant et du descendant.

Vous déterminerez aussi de la même manière la position de l'équateur, dans tous les instants de la nuit, d'après les étoiles qui sont près de ce cercle, et dont nous avons indiqué plusieurs dans notre table des déclinaisons des étoiles fixes.

D'après la position de l'équateur, vous saurez quelles sont les

¹ Le manuscrit porte de *Bootes*, *al-Aouï*; mais cette constellation, qui est hors du zodiaque, ne peut convenir ici. S.

étoiles dont la déclinaison est boréale ou australe; vous aurez les vrais point d'orient et d'occident, et vous verrez si la lune a ou n'a pas de déclinaison, et de même pour les étoiles qui changent de place [les planètes].

Lorsque vous aurez placé le vrai point d'orient à votre gauche, vous aurez à votre droite le vrai point d'occident, devant vous le point sud, et derrière vous le point nord, et vous vous trouverez sous le méridien.

La plupart de ceux qui voyagent par mer et par terre se servent de l'étoile *Judie* [la brillante de la queue de la Petite-Ourse] pour déterminer les quatre points cardinaux.

La distance de cette étoile au pôle est de $5^{\circ} 46'$; dans les lieux situés à 30° de latitude boréale, elle s'éloigne du méridien de $6^{\circ} 40'$, et dans les lieux dont la latitude est plus grande, elle s'en éloigne davantage; tellement qu'à 60° de latitude, comme dans l'île de Bretagne, *Berthaniah*, sa déclinaison [relativement au méridien] est de $11^{\circ} 36'$: aussi on ne doit se servir de l'étoile *Judie*, pour ces déterminations, que quand elle est dans le méridien ou qu'elle en est très-proche, ce qui a lieu lorsque le médiateur est le dernier point des Poissons ou de la Balance.

CHAPITRE LXXXIV.

DÉTERMINATION DE L'ENTRÉE DU SOLEIL DANS LE POINT ÉQUINOXIAL DU PRINTEMPS.
ET DÉTERMINATION DU LIEU DE LA LUNE ET DE SON DEGRÉ DE PASSAGE.

Lorsque le soleil s'est trouvé dans l'équinoxe du printemps à une certaine époque de l'année, l'année suivante, à la même époque,

il en est éloigné de $93^{\circ} 36'$ de l'équateur, ce qui a été reconnu après une longue période du mouvement de la sphère excentrique à l'égard du soleil.

Nous ne parlerons ici ni de l'égalité des douze maisons, ni des points d'incidence des rayons [de lumière], non plus que de leur marche ou progression et de leur déviation [peut-être la réfraction].

Quant au lieu de la lune, la variété de ses mouvements et leurs inégalités nous ont empêché de trouver une méthode simple pour le déterminer; cependant on pourrait se servir de celle-ci :

Lorsque vous pourrez voir l'une des deux étoiles qui sont près du pôle de l'écliptique sur la sixième vertèbre de la constellation du Serpent, tendez un fil comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, et placez-le de manière qu'il passe par cette étoile et par la lune; regardez alors s'il passe en même temps par une étoile dont la longitude et la latitude soient connues, et vous prendrez pour longitude de la lune la longitude de cette seconde étoile.

Mais de pareils moyens ne conduisent qu'à des approximations très-peu exactes, et cette dernière est en erreur d'environ sept degrés au moins et souvent de beaucoup plus.

On pourrait aussi déterminer à peu près le degré de passage de la lune au moyen d'une étoile proche du pôle nord, par le moyen que nous venons de donner pour trouver la longitude de cette planète.

CHAPITRE LXXXV.

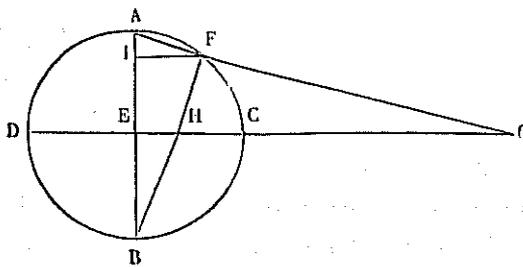
DÉTERMINATION DE LA PROFONDEUR D'UN PUITTS PERPENDICULAIRE AU SOL.

Tenez-vous debout sur le bord du puits; ensuite éloignez-vous peu à peu, jusqu'à ce que vous voyez le bord où vous étiez répondre à l'extrémité opposée de la surface de l'eau.

Alors mesurez la distance qui est entre le point que vous occupez et celui que vous occupiez au bord du puits, et, conservant cette distance, mesurez encore celle du lieu où vous étiez [le bord du puits] au point du bord opposé qui se trouve sur la direction rectiligne du mouvement que vous avez fait. Multipliez cette distance par la hauteur de votre œil au-dessus du sol, et divisez le produit par la plus petite distance conservée : le quotient sera la profondeur du puits.

CHAPITRE LXXXVI.

DES DIAMÈTRES ET DES PARALLÈLES.



Décrivez le cercle $ADBC$, dans lequel les deux diamètres AB , CD , se coupent à angle droit, et dont l'arc AF , plus petit que le quart de la circonférence, a pour origine l'extrémité $[A]$ du diamètre $[AB]$.

Prolongez les deux lignes AF et CD , dont l'une est la corde de l'arc et l'autre le second diamètre, jusqu'à ce qu'elles se rencontrent au point G ; alors, si vous voulez avoir la distance GE du point de rencontre G au centre E , multipliez le sinus de l'arc AF par 60 , et divisez le produit par le sinus verse du même arc AF : le quotient sera la distance du point G au centre, en parties [dont le rayon] EC vaut 60 . Menez, du point F au point B , la ligne FB ; cette ligne coupe le diamètre au point H ; et si vous voulez avoir la distance de ce point au centre E , multipliez le sinus verse de l'arc AF par 60 , et divisez le produit par le sinus du même arc AF : le

quotient exprimera la distance HE, en parties dont le demi-diamètre [B] vaut 60.

EXEMPLE.

L'arc AF étant de 30° , pour avoir GE, multipliez 30^p , sinus de AF, par 60, et divisez le produit 1,800 par $8^p 2'$, sinus verse de AF : le quotient $224^p 4'$ sera la distance du point G au centre E; et, pour avoir la distance de HE, multipliez $8^p 2'$, sinus verse de AF, par 60, et divisez le produit 482 par 30^p , sinus de AF : le quotient $16^p 4'$ exprimera la distance HE du point H au centre E.

Les anciens ont calculé à ce sujet une table, dans la supposition que la valeur du diamètre du cercle était de $39^p 18'$, et ils ont nommé cette table *Table des demi-diamètres des parallèles*; c'est celle que nous donnons ici.

Pour la construire, après avoir calculé le [demi-] diamètre du parallèle dans l'hypothèse de 120 degrés au diamètre du cercle, on le multiplie par $39^p 18'$ et on divise le produit par 120, ce qui donne le demi-diamètre demandé.

OBSERVATION.

On reconnaît qu'il s'agit ici de la projection des parallèles et des méridiens pour la construction de la mappemonde, et la méthode de l'auteur est assez simple; mais j'avoue que je ne l'eusse pas devinée si je ne me fusse autrefois occupé de ces sortes de projections.

TABLE DES DEMI-DIAMÈTRES

ARCS.	DEMI-DIAMÈTRES.		ARCS.	DEMI-DIAMÈTRES.		ARCS.	DEMI-DIAMÈTRES.	
	DEGRÉS.	MINUTES.		DEGRÉS.	MINUTES.		DEGRÉS.	MINUTES.
1	0	10	31	5	27	61	11	34
2	0	20	32	5	38	62	11	48
3	0	31	33	5	49	63	12	2
4	0	41	34	6	00	64	12	16
5	0	51	35	6	12	65	12	31
6	1	2	36	6	23	66	12	46
7	1	12	37	6	34	67	13	00
8	1	22	38	6	46	68	13	16
9	1	33	39	6	57	69	13	31
10	1	43	40	7	9	70	13	46
11	1	54	41	7	21	71	14	1
12	2	4	42	7	33	72	14	16
13	2	14	43	7	44	73	14	32
14	2	25	44	7	56	74	14	48
15	2	35	45	8	8	75	15	4
16	2	46	46	8	20	76	15	21
17	2	56	47	8	32	77	15	38
18	3	7	48	8	44	78	15	55
19	3	17	49	8	57	79	16	12
20	3	28	50	9	9	80	16	29
21	3	38	51	9	22	81	16	47
22	3	49	52	9	35	82	17	5
23	4	00	53	9	48	83	17	23
24	4	10	54	10	1	84	17	41
25	4	21	55	10	14	85	18	00
26	4	32	56	10	27	86	18	19
27	4	43	57	10	40	87	18	39
28	4	54	58	10	53	88	18	59
29	5	5	59	11	7	89	19	19
30	5	16	60	11	20	90	19	39

SUITE DE LA TABLE DES DEMI-DIAMETRES

ARCS.	DEMI-DIAMETRES.		ARCS.	DEMI-DIAMETRES.		ARCS.	DEMI-DIAMETRES.	
	DEGRES.	MINUTES.		DEGRES.	MINUTES.		DEGRES.	MINUTES.
91	20	00	121	34	44	151	75	59
92	20	21	122	35	26	152	78	49
93	20	42	123	36	11	153	81	51
94	21	6	124	36	57	154	85	7
95	21	27	125	37	45	155	88	38
96	21	49	126	38	34	156	92	27
97	22	12	127	39	25	157	96	35
98	22	36	128	40	17	158	101	6
99	23	00	129	41	11	159	106	1
100	23	25	130	42	8	160	111	27
101	23	50	131	43	7	161	117	26
102	24	16	132	44	8	162	124	7
103	24	43	133	45	12	163	131	29
104	25	10	134	46	18	164	139	50
105	25	37	135	47	26	165	149	15
106	26	5	136	48	38	166	160	6
107	26	34	137	49	53	167	172	28
108	27	3	138	51	11	168	186	48
109	27	33	139	52	33	169	204	3
110	28	4	140	53	59	170	224	40
111	28	36	141	55	28	171	249	42
112	29	8	142	57	2	172	281	1
113	29	41	143	58	42	173	321	29
114	30	15	144	60	28	174	375	2
115	30	50	145	62	19	175	450	2
116	31	27	146	64	17	176	562	52
117	32	4	147	66	20	177	757	29
118	32	42	148	68	32	178	1125	42
119	33	21	149	70	51	179	2244	52
120	34	2	150	73	20	180	Infini.	

CHAPITRE LXXXVII.

DE LA TABLE DES PROPORTIONS.

Notre dessein est de réunir ici, dans une seule table, les principaux éléments des calculs que nous avons exposés jusqu'ici, et de les présenter sous la forme de proportions géométriques.

Si l'inconnu est un des deux extrêmes, on multiplie les deux moyens l'un par l'autre; et, divisant le produit par l'extrême connu, on a au quotient la valeur du quatrième terme ou de l'extrême inconnu; et, si l'inconnu est un des deux moyens, on multiplie les deux extrêmes l'un par l'autre, et, divisant le produit par le moyen connu, on a au quotient la valeur du moyen cherché.

Une telle table peut suppléer beaucoup de livres, et nous y avons ajouté plusieurs proportions qui n'ont pas encore été données. Elle renferme la solution de 187 questions différentes, et on trouverait peu d'ouvrages qui en contiennent un aussi grand nombre sur le sujet qui nous occupe, présentées sous cette forme abrégée qui conduit promptement et sans difficulté à la connaissance de la chose demandée.

L'usage en fera reconnaître les avantages, et nous terminerons par là la première partie de ce Traité.

La table est partagée en 62 intervalles, dont chacun comprend quatre cellules, dans lesquelles les quantités sont placées de manière que le rapport de la 1^{re} à la 2^e est le même que celui de la 3^e à la 4^e.

TABLE DE

N ^o D'ORDRE.	PREMIER TERME.	DEUXIÈME TERME.
1	Sinus hauteur.	Cosinus hauteur.
2	Cosinus hauteur.	Sinus hauteur.
3	Ombre horizontale.	Parties du corps [de l'ombre].
4	Sinus déclinaison.	Cosinus déclinaison.
5	Ombre verticale de la déclinaison.	Douze [valeur du corps de l'ombre].
6	Ombre verticale de la latitude, le corps étant de douze parties.	Sinus différence ascensionnelle de l'arc semi-diurne.
7	Cosinus latitude du lieu.	Ashle.
8	Ashle.	Différence du sinus de la hauteur méridienne et du sinus de la hauteur observée.
9	Ashle.	Sinus hauteur méridienne.
10	Ashle.	Sinus hauteur méridienne.
11	Cosinus latitude du lieu.	Ashle de la déclinaison du lieu dont on demande l'azimut.
12	Ashle de la déclinaison à l'égard du méridien.	Différence entre sinus hauteur méridienne et sinus hauteur du zénith du lieu dont on demande l'azimut.
13	Diamètre de l'ombre horizontale [ou sécante hauteur].	Parties du corps [de l'ombre].
14	Diamètre de l'ombre verticale [ou sécante hauteur].	Parties du corps [de l'ombre].
15	Sinus distance d'un point de l'écliptique à un point équinoxial.	Sinus obliquité première [ou déclinaison] du point de l'écliptique.
16	Cosinus déclinaison d'un point de l'écliptique	Cosinus distance du point à l'un des points équinoxiaux.

PROPORTIONS.

TROISIÈME TERME.	QUATRIÈME TERME.
Parties du corps [de l'ombre].	Ombre horizontale [ou cotangente hauteur].
Parties du corps [de l'ombre]	Ombre verticale [ou tangente hauteur].
Parties du corps [de l'ombre].	Ombre verticale.
Sinus fadhal [ou tangente déclinaison].	Cinq [valeur du rayon de la table des sinus fadhals].
Siaus fadhal.	Cinq [<i>idem</i>].
L'unité.	Sinus fadhal.
L'unité.	Cosinus déclinaison.
L'unité.	Cosinus de l'augment de l'arc de révolution [ou distance du méridien].
L'unité	Sinus de direction.
L'unité.	Cosinus arc semi-diurne.
L'unité.	Cosinus latitude du lieu dont on demande l'azimut.
L'unité.	Sinus verse différence des deux longitudes.
Soixante [ou rayon des tables de sinus].	Sinus hauteur.
Soixante.	Cosinus hauteur.
Soixante.	Sinus obliquité majeure [celle de l'écliptique].
Soixante.	Cosinus descendant équatorial.

SUITE DE LA TABLE

N ^o D'ORDRE.	PREMIER TERME	DEUXIÈME TERME.
17	Sinus coscendant d'un point de l'écliptique.	Ombre verticale de la déclinaison du point.
18	Sinus déclinaison d'un point de l'écliptique ou d'une étoile.	Sinus hauteur du diamètre du parallèle.
19	Sinus latitude du lieu.	Ombre verticale du complément de l'amplitude ortive.
20	Sinus coscendant d'un point de l'écliptique.	Sinus différence ascensionnelle de ce point.
21	Sinus distance d'un point de l'écliptique à l'équinoxe.	Ombre verticale de l'obliquité seconde. [V. chap. xxiv.]
22	Sinus amplitude ortive.	Sinus obliquité [première].
23	Cosinus obliquité [première].	Cosinus amplitude ortive.
24	Sinus latitude de lieu.	Sinus obliquité [première].
25	Cosinus obliquité [première].	Sinus [latitude] égalisée.
26	Cosinus hauteur.	Sinus [latitude] égalisée.
27	Sinus distance de la dixième à l'ascendant, sur l'écliptique.	Sinus distance d'un point de l'écliptique à l'ascendant.
28	Sinus azimut.	Équation de l'azimut.
29	Sinus inclinaison d'un plan incliné.	Sinus arc primordial.
30	Cosinus arc primordial.	Cosinus inclinaison du plan incliné.
31	Cosinus latitude d'un plan incliné.	Sinus arc primordial.
32	Cosinus latitude du lieu dont on demande l'azimut.	Sinus équation de longitude.

DE PROPORTIONS.

TROISIÈME TERME	QUATRIÈME TERME.
Soixante.	Ombre verticale de l'obliquité de l'écliptique.
Soixante	Sinus latitude du lieu.
Soixante	Ombre verticale de l'arc semi-diurne.
Soixante.	Sinus différence ascensionnelle majeure [celle du point solsticial d'été].
Soixante.	Ombre verticale de l'obliquité majeure [celle de l'écliptique].
Soixante.	Cosinus latitude du lieu.
Soixante.	Sinus arc semi-diurne.
Soixante.	Sinus hauteur sans azimut
Soixante.	Sinus augment de l'arc de révolution.
Soixante.	Cosinus azimut.
Sinus hauteur du <i>Achir</i> , c'est-à-dire de la dixième.	Sinus hauteur du point de l'écliptique.
Soixante.	Cosinus hauteur.
Soixante.	Sinus déclinaison du plan incliné.
Soixante.	Sinus hauteur méridienne de l'arc primordial.
Soixante.	Sinus argument de la longitude.
Soixante.	Sinus différence des deux longitudes.

SUITE DE LA TABLE

N ^o D'ORDRE.	PREMIER TERME.	DEUXIÈME TERME.
33	Cosinus équation de longitude.	Sinus latitude du lieu dont on demande l'azimut.
34	Cosinus équation de longitude.	Cosinus distance des deux lieux.
35	Sinus distance des deux lieux.	Sinus équation de longitude.
36	Cosinus hauteur sur le plan du méridien.	Sinus hauteur sur l'horizon.
37	Cosinus hauteur sur l'horizon.	Sinus hauteur sur le méridien.
38	Cosinus déclinaison du soleil.	Sinus hauteur sur le méridien.
39	Cosinus hauteur sur le méridien.	Sinus déclinaison du soleil.
40	Cosinus hauteur sur l'horizon.	Sinus hauteur sur le premier vertical.
41	Cosinus hauteur sur le premier vertical.	Sinus hauteur sur l'horizon.
42	Cosinus hauteur sur le méridien.	Sinus hauteur sur le premier vertical.
43	Cosinus hauteur sur le premier vertical.	Sinus hauteur sur le méridien.
44	Cosinus hauteur sur l'horizon.	Sinus hauteur sur un plan donné vertical et déclinant.
45	Cosinus hauteur sur un plan donné vertical et déclinant.	Sinus hauteur sur l'horizon.
46	Cosinus distance du soleil à un plan vertical.	Douze.
47	Sinus verse arc dont on prolonge la corde et le diamètre parallèle au sinus pour avoir le point de rencontre.	Sinus de l'arc.
48	Sinus arc du supplément duquel on prolonge la corde p' avoir son point de rencontre avec le diamètre parallèle au sinus	Sinus verse de l'arc.

DE PROPORTIONS.

TROISIÈME TERME.	QUATRIÈME TERME.
Soixante.	Sinus équation de latitude.
Soixante.	Cosinus latitude égalisée.
Soixante.	Cosinus azimut du lieu dont on demande l'azimut.
Soixante.	Sinus azimut sur le méridien.
Soixante.	Sinus azimut horizontal.
Soixante.	Sinus augment de l'arc de révolution.
Soixante.	Sinus différence de l'azimut sur le méridien et du complément de la latitude du lieu.
Soixante.	Sinus azimut horizontal.
Soixante.	Sinus azimut sur le premier vertical.
Soixante.	Cosinus azimut sur le méridien.
Soixante.	Cosinus azimut sur le premier vertical.
Soixante.	Sinus distance du soleil au plan donné.
Soixante.	Sinus azimut sur le plan donné.
Soixante.	Corps de l'ombre employée.
Soixante.	Distance du centre au point de rencontre, lequel est hors du cercle.
Soixante.	Distance du centre au point de rencontre, lequel est dans le cercle.

SUITE DE LA TABLE

N ^o D'ORDRE.	PREMIER TERME.	DEUXIÈME TERME
49	Cosinus arc primordial.	Sinus latitude du plan incliné.
50	Sinus distance de la dixième à l'ascendant sur l'écliptique.	Sinus hauteur du <i>Achir</i> .
51	Cosinus hauteur du soleil.	Sinus distance du soleil et du milieu du ciel de l'ascendant sur l'écliptique.
52	Cosinus hauteur du milieu du ciel.	Sinus distance du milieu du ciel et du milieu du ciel de l'ascendant.
53	Sinus d'un arc.	Trente $\left[= \frac{103,00}{2} \right]$.
54	Sinus hauteur.	Sinus hauteur méridienne.
55	Cosinus hauteur.	Cosinus déclinaison.
56	Sinus latitude égalisée d'une étoile.	Cosinus obliquité seconde du degré de longitude de l'étoile.
57	Cosinus latitude du lieu.	Sinus descendant d'une étoile, compté du solstice le plus proche.
58	Sinus latitude d'une étoile.	Cosinus latitude du lieu.
59	Sinus distance du soleil à un plan vertical.	Cosinus de la même distance.
60	Corps de l'ombre employée.	Ombre employée.
61	Sinus inclinaison d'un plan.	Cosinus inclinaison du plan.
62	Somme de l'ombre employée et du corps de l'ombre horizontale.	Racine de la somme des carrés, du diamètre et du corps de l'ombre horizontale.

DE PROPORTIONS.

TROISIÈME TERME.	QUATRIÈME TERME.
Soixante.	Sinus équation de l'arc primordial.
Soixante.	Sinus hauteur du milieu du ciel de l'ascendant, lequel sinus est égal au cosinus de la hauteur du pôle de l'écliptique.
Soixante.	Sinus distance du milieu du ciel de l'ascendant et du vertical du soleil ou du complément de la distance de l'ascendant et du vertical.
Soixante.	Cosinus du milieu du ciel de l'ascendant ou de l'azimut du pôle de l'écliptique.
Soixante	Distance du centre du cercle dont la circonférence passe par l'extrémité de l'arc et le centre de l'arc.
Sinus de direction.	Cosinus arc semi-diurne.
Sinus augment de l'arc de révolution.	Cosinus azimut.
Sinus déclinaison de l'étoile.	Cosinus obliquité majeure [ou de l'écliptique].
Cosinus déclinaison de l'étoile.	Sinus distance du degré de l'étoile au solstice le plus proche.
<i>Hishshah</i> de l'azimut.	Sinus hauteur.
Douze.	Distance employée.
Douze.	Ombre verticale.
Douze.	Corps de l'ombre horizontale.
Ombre du diamètre.	Ombre employée sur le plan incliné.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME PREMIER.

	Page
NOTICE sur J. J. Sédillot.....	0
INTRODUCTION.....	1
OBSERVATION sur le nom de l'auteur.....	16
TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES contenues dans le manuscrit 1147 de la Bibliothèque royale, avec le texte arabe.....	17
PRÉFACE de l'auteur.....	57
PREMIÈRE PARTIE : des calculs.....	63
CHAPITRE I ^{er} . Définitions dont la connaissance est nécessaire pour l'intelligence de ce traité.....	65
CHAP. II. De la forme des cieux et de la figure de la terre.....	71
CHAP. III. Des cercles célestes.....	74
CHAP. IV. De la durée du jour et de la nuit ; ce que c'est que les jours naturel, civil et astronomique.....	77
CHAP. V. Époque des ères, nombre des jours de leurs années et de leurs mois, et noms de ces mois.....	80
CHAP. VI. Méthode de calcul pour trouver le Maderhhal, <i>entrée</i> ou jour initial des années ou des mois arabes.....	85
CHAP. VII. Méthode de calcul pour trouver le Maderhhal ou jour initial des années et des mois grecs, c'est-à-dire de l'ère des Séleucides.....	89
CHAP. VIII. Comment on reconnaît les années bissextiles des ères arabique et grecque.....	91
<hr/> CHAP. IX. Méthode pour réduire une époque de l'ère arabique à l'époque correspondante de l'ère grecque.....	92
Table comparative des ères arabique et grecque.....	97

	Page
CHAP. X. Détermination des cordes, sinus, sinus du complément [ou de l'excédant], flèche ou <i>sinus verse</i> d'un arc, et comment on connaît un arc au moyen de ces quatre lignes.	99
Table des sinus et sinus verses pour tous les arcs du cadran de quinze en quinze minutes.	103
Table des cordés pour tous les arcs de la demi-circonférence de degré en degré.	115
Table des arcs des sinus de quinze en quinze minutes du sinus total.	121
CHAP. XI. Manière de trouver, pour une époque quelconque, la distance de l'équinoxe du printemps au point initial du zodiaque réel.	126
Table I ^{re} : Mouvement du point initial du zodiaque réel dans le cercle de précession et de rétrocession.	130
Table II : Équation du point central du zodiaque réel.	131
CHAP. XII. De la détermination du lieu de l'apogée du soleil pour une époque quelconque.	132
CHAP. XIII. Déterminer le lieu du soleil dans l'écliptique, pour quelque jour que ce soit.	134
Table du lieu du soleil à midi pour tous les jours de l'année cophite de l'ère de Dioclétien 992.	136
CHAP. XIV. De la longitude et de la latitude des étoiles, et du lieu qu'elles occupent.	138
Table des longitudes et latitudes de 240 étoiles.	140
CHAP. XV. De la hauteur au-dessus de l'horizon; de l'ombre horizontale et de l'ombre verticale; du corps et du diamètre de l'une et de l'autre ombre.	150
CHAP. XVI. Méthode employée pour trouver le diamètre des deux ombres horizontale et verticale, et pour la conversion des ombres.	153
CHAP. XVII. Méthode pour trouver l'une ou l'autre ombre horizontale ou verticale, au moyen de l'autre, lorsque l'une des deux est connue.	155
CHAP. XVIII. Méthode pour déterminer la hauteur d'après l'ombre horizontale ou verticale, et pour déterminer ces deux ombres d'après la hauteur.	156
Table des ombres horizontales pour toutes les hauteurs.	159

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages
	363
CHAP. XIX. Axiomes concernant la hauteur et les ombres.....	165
Table des hauteurs pour les ombres horizontales.....	168
Table des ombres verticales pour les hauteurs.....	170
CHAP. XX. Déterminer approximativement la hauteur du soleil...	171
CHAP. XXI. Déterminer approximativement la hauteur des étoiles et des verticales.....	172
CHAP. XXII. Déterminer approximativement l'ombre horizontale et l'ombre verticale d'après la hauteur.....	173
CHAP. XXIII. Détermination de l'obliquité <i>majeure</i> pour une époque quelconque.....	174
Table de la distance du pôle de l'écliptique à la moindre distance.....	177
Table de la variation d'obliquité.....	178
CHAP. XXIV. Détermination de l'obliquité <i>première</i> et de l'obli- quité <i>seconde</i> d'un point donné sur la circonférence de l'éclip- tique ou du minthakhah de la sphère des signes naturels....	179
Table de l'obliquité première, ou déclinaison.....	183
Table de l'obliquité seconde.....	184
Table des ombres verticales de l'obliquité première des points de l'écliptique.....	185
Table des degrés d'un cadran de l'écliptique d'après leur obliquité première.....	186
CHAP. XXV. Détermination de la distance des étoiles à l'équateur pour une époque quelconque, d'après leur longitude et leur la- titude pour cette époque.....	188
Table de la déclinaison de 180 étoiles.....	191
CHAP. XXVI. Détermination de la latitude des lieux terrestres...	199
Table des latitudes de 135 lieux terrestres.....	202
CHAP. XXVII. Détermination de la déclinaison du soleil à midi, pour quelque jour que ce soit, d'après sa hauteur méridienne au jour donné, et de la déclinaison d'une étoile, aussi d'après sa hauteur méridienne.....	205
CHAP. XXVIII. Détermination de la hauteur méridienne du soleil pour un jour donné.....	206

	Page
CHAP. XXIX. Détermination du sinus <i>fadh</i> al d'un point de l'écliptique ou d'une étoile.....	207
Table des sinus <i>fadh</i> al des points de l'écliptique.....	209
Table des sinus <i>fadh</i> al [de la déclinaison] des étoiles.....	210
CHAP. XXX. Détermination de l'équation semi-diurne ou différence ascensionnelle d'un point quelconque de l'écliptique, ou d'une étoile pour une latitude donnée.....	211
Table de l'équation semi-diurne des points de l'écliptique de six degrés en six degrés à différentes latitudes.....	214
CHAP. XXXI. Détermination pour un lieu donné de la hauteur du soleil, lorsque cet astre est sur le cercle de déclinaison qui passe par le lever de l'équinoxe.....	216
CHAP. XXXII. Détermination du coascendant des arcs de l'écliptique dans la sphère droite.....	218
Table des coascendants des signes dans la sphère droite....	222
CHAP. XXXIII. Détermination du coascendant des signes sur les horizons obliques.....	226
Table des coascendants de chaque signe pris séparément pour les latitudes boréales.....	229
Table des coascendants des arcs de l'écliptique pour les latitudes boréales.....	230
CHAP. XXXIV. Conversion des degrés des coascendants en degrés de l'écliptique.....	236
Table des coascendants des arcs de l'écliptique sur l'horizon oriental.....	238
CHAP. XXXV. Détermination de l'arc diurne d'un point quelconque de l'écliptique et de son arc nocturne pour un lieu donné.....	241
CHAP. XXXVI. Détermination de la durée du jour du soleil, de la lune ou des planètes pour un lieu donné, c'est-à-dire, du temps de leur apparition au-dessus de l'horizon de ce lieu.....	245
Table des plus longs jours du soleil pour la partie habitable de la terre.....	246
CHAP. XXXVII. Détermination, 1 ^o des degrés qui correspondent aux heures de temps d'un jour donné; 2 ^o du nombre des heures égales du même jour; 3 ^o des unités de temps comprises dans une heure de temps d'après le nombre des heures égales; 4 ^o du nombre des heures égales d'après les unités de temps comprises dans une heure de temps.....	247

TABLE DES MATIÈRES.

365

CHAP. XXXVIII. Méthode pour convertir les heures égales en heures de temps et les heures de temps en heures égales.	249
CHAP. XXXIX. Détermination des heures de temps déjà écoulées.	250
Table des ombres verticales des hauteurs correspondant aux heures de temps des jours dont la hauteur méridienne répond à une des divisions du cadran de 5 degrés en 5 degrés.	253
Table des ombres verticales des hauteurs correspondant aux heures de temps des jours dont la hauteur méridienne a pour ombre verticale de 1 à 12 doigts.	254
Table des ombres horizontales et verticales des hauteurs correspondant aux heures de temps des jours dont la hauteur méridienne a pour ombre horizontale de 1 à 36 doigts.	255
CHAP. XL. Détermination de l'ashle d'un point quelconque de l'écliptique ou d'une étoile pour un lieu donné.	258
CHAP. XLI. Détermination du Daier ou de l'arc de révolution de la sphère décrit depuis le commencement d'un jour donné jusqu'à quelque temps du même jour que ce soit.	261
CHAP. XLII. Autre méthode pour la même détermination.	263
CHAP. XLIII. Détermination, pour une étoile ou pour un point de l'écliptique toujours visibles, de leur distance au méridien, mesurée sur leur parallèle, lorsque leur hauteur est connue pour le temps donné.	265
CHAP. XLIV. Détermination de la hauteur d'après l'arc de révolution de la sphère.	266
CHAP. XLV. Détermination de la hauteur d'une étoile toujours visible à quelque latitude que ce soit, lorsque sa distance au méridien en parties de son parallèle est connue.	267
CHAP. XLVI. Détermination de la hauteur du soleil, au commencement et à la fin de l'ashre.	268
Tables.	271
CHAP. XLVII. Des points de l'écliptique qui décrivent des parallèles coïncidents et des parallèles égaux.	273
CHAP. XLVIII. Détermination du point de passage d'une étoile et du coascendant de ce point.	<i>Ibid.</i>
Table des coascendants de 210 étoiles fixes.	276

	Page
CHAP. XLIX. Détermination du point d'ascension et du point de descension dans un lieu donné.....	285
CHAP. L. Détermination du temps du lever, du coucher, et de la médiation d'une étoile.....	287
CHAP. LI. Détermination de l'arc de révolution décrit depuis le commencement de la nuit, lorsque l'on connaît le coascendant d'une étoile médiatrice, ou la déclinaison et le coascendant d'une étoile ascendante, ou la déclinaison et le coascendant d'une étoile descendante.....	289
CHAP. LII. Détermination de l'arc de révolution par une méthode dont on a éprouvé l'exactitude pour des lieux sans latitude, ou ayant une latitude quelconque.....	290
CHAP. LIII. Autre méthode pour déterminer l'arc de révolution de la nuit.....	292
CHAP. LIV. Détermination de l'ascendant, du descendant, du médiateur et du pivot de la terre.....	295
CHAP. LV. Détermination de la fin du crépuscule et du lever de l'aurore.....	295
CHAP. LVI. Détermination du milieu du ciel de l'ascendant.....	299
CHAP. LVII. Détermination de la hauteur du milieu du ciel de l'ascendant, de celle du pôle de l'écliptique et de quelque point de l'écliptique que ce soit lorsque l'ascendant est connu.	300
CHAP. LVIII. Détermination de l'amplitude ortive de quelque point de l'écliptique et de quelque étoile que ce soit.....	302
CHAP. LIX. Détermination de l'amplitude ortive d'un point de l'écliptique ou d'une étoile, d'après leur arc semi-diurne.....	304
CHAP. LX. Autre méthode pour déterminer l'amplitude ortive d'un point de l'écliptique ou d'une étoile, d'après leur arc semi-diurne.....	305
CHAP. LXI. Détermination de la hauteur qui n'a pas d'azimut....	306
CHAP. LXII. Détermination de l'azimut du soleil en quelque temps que ce soit.....	307
CHAP. LXIII. Détermination de l'azimut d'après l'augment de l'arc de révolution.....	309

TABLE DES MATIÈRES.

567

	Pages
CHAP. LXIV. Détermination de la hauteur du soleil d'après son azimut.	310
CHAP. LXV. Détermination de la déclinaison d'une étoile et de sa distance au méridien en parties de son parallèle, lorsque la hauteur et l'azimut de l'étoile sont connus.	311
CHAP. LXVI. Détermination de la longitude d'un lieu terrestre.	312
Table des longitudes de 131 lieux terrestres.	315
CHAP. LXVII. Détermination de l'azimut de quelque lieu que ce soit.	319
CHAP. LXVIII. Autre méthode pour déterminer l'azimut de quelque lieu que ce soit.	321
CHAP. LXIX. Détermination de la longitude et de la latitude d'un lieu quelconque, lorsque son azimut et la hauteur de son zénith sont connus dans un lieu donné.	323
CHAP. LXX. Détermination de la distance de deux lieux évaluée en milles, en parasanges ou en distances de poste.	324
CHAP. LXXI. Connaissant l'heure qu'il est dans le lieu où l'on est, déterminer les heures écoulées de la nuit ou du jour dans un autre lieu dont la longitude et la latitude sont données.	325
CHAP. LXXII. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan de l'équateur, et de l'azimut de cette ombre.	326
CHAP. LXXIII. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan du méridien, et de son azimut en quelque lieu que ce soit.	328
CHAP. LXXIV. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au méridien, en quelque temps que ce soit.	330
CHAP. LXXV. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan du méridien et de son azimut en quelque temps que ce soit, lorsque la distance et l'ombre employée relativement au méridien, sont données pour ce temps; et détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au plan du méridien pour quelque temps que ce soit, lorsque l'ombre portée sur le plan du méridien et son azimut sont donnés pour ce temps.	331
CHAP. LXXVI. Détermination de la grandeur de l'ombre portée sur le plan du premier vertical et de l'azimut de cette ombre en quelque temps que ce soit.	332

CHAP. LXXVII. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement au premier vertical, en quelque temps que ce soit.	333
CHAP. LXXVIII. Détermination de l'ombre portée sur un vertical quelconque, et de l'azimut de cette ombre.	335
CHAP. LXXIX. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement à un vertical quelconque.	337
CHAP. LXXX. Détermination de l'ombre portée sur un plan incliné quelconque, et de l'azimut de cette ombre, lorsque le corps de l'ombre lui est perpendiculaire, et que l'inclinaison et le côté de l'inclinaison sont connus.	338
CHAP. LXXXI. Détermination de la distance et de l'ombre employée relativement à quelque plan incliné que ce soit, lorsque le corps de l'ombre n'étant pas perpendiculaire au plan incliné est parallèle à l'horizon.	340
CHAP. LXXXII. Détermination de l'ombre portée et de son azimut sur un plan incliné, en quelque temps que ce soit, d'après la distance et l'ombre employée relativement à ce plan, et pour le même temps.	342
CHAP. LXXXIII. Méthode pour trouver, en quelque temps de la nuit que ce soit, la position de l'écliptique à très-peu près.	343
CHAP. LXXXIV. Détermination de l'entrée du soleil dans le point équinoxial du printemps, et du lieu de la lune et de son point de passage.	344
CHAP. LXXXV. Détermination de la profondeur d'un puits perpendiculaire au sol.	346
CHAP. LXXXVI. Des diamètres et des parallèles.	347
Table des demi-diamètres.	349
CHAP. LXXXVII. De la table des proportions.	351
Table des proportions.	352

TRAITÉ
DES
INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES
DES ARABES.

TRAITÉ
DES
INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES
DES ARABES

COMPOSE AU TREIZIÈME SIÈCLE
PAR ABOUL HHASSAN ALI, DE MAROC

INTITULÉ

جَامِعُ الْمَبَادِي وَالْعَايَاتِ

(COLLECTION DES COMMENCEMENTS ET DES FINS

TRADUIT DE L'ARABE
SUR LE MANUSCRIT 1147 DE LA BIBLIOTHÈQUE ROYALE

PAR J.-J. SÉDILLOT

MEMBRE ADJOINT AU BUREAU DES LONGITUDES
POUR L'HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE CHEZ LES ORIENTAUX, ETC.

ET PUBLIÉ PAR L.-AM. SÉDILLOT

PROFESSEUR D'HISTOIRE AU COLLÈGE ROYAL DE SAINT-LOUIS
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ASIATIQUE, ETC.

TOME DEUXIÈME



PARIS

IMPRIMÉ PAR AUTORISATION DU ROI

A L'IMPRIMERIE ROYALE

M DCCC XXXV

DEUXIÈME PARTIE.

DE LA CONSTRUCTION DES INSTRUMENTS.

OBSERVATION SUR LES FIGURES.

Les figures comprises dans cette seconde partie du traité d'Aboul-Hassan sont souvent inexactes, et nous avons l'intention d'en indiquer les défauts de construction. Mais comme il est aisé de les reconnaître à la seule inspection, en comparant celles du manuscrit à celles que nous donnons, nous avons supprimé ces observations. S.

AU LECTEUR.

Nous avons pensé qu'un vocabulaire des mots techniques compris dans le *Traité* d'Aboul-Hhassan serait fort utile pour l'intelligence de cet ouvrage, et nous n'avons rien négligé pour le rendre aussi complet que possible; ce travail, aujourd'hui terminé, paraîtra dans un *Supplément* où nous ferons entrer une notice étendue sur le manuscrit 1148 de la Bibliothèque du Roi, manuscrit qui forme la suite des écrits d'Aboul-Hhassan sur les instruments astronomiques des Arabes.

Nous saisissons avec empressement l'occasion qui nous est offerte par la publication de ce second volume, pour faire connaître une note fort intéressante que nous devons à l'extrême bienveillance du savant académicien M. Reinaud, sur la signification de *khobbet aryn*, قبة ارين, indiqué par Aboul-Hhassan comme point de départ de son premier méridien. (Voyez t. 1^{er}, p. 318.)

Voici ce qu'on trouve dans Aboul-Feda¹ :

الجمهور جعلوا مبدا الاطوال من جانب المغرب ليكون ازدياد عدد
الطول في جهة توالى البروج ومبدا العرض خط الاستواء لانه بالطبع
متعين وقد ذكر ان بداءة العمارة في المغرب كانت في جزاير تسمى
بالمخالدات وهى الآن غير معمورة فجعل بعضهم للجزاير المذكورة
مبدا الطول وقوم اخرون جعلوا ساحل البحر الغربي مبداً وبينهما

¹ Aboul-Feda, édition de MM. Reinaud et de Slane in-4°, pag. 7 et 10.

عشر درجات من دور معدّل النهار واما نهاية العجارة في الجانب الشرقى فهو موضع يقال له كَنَكْدَز (النكدر) ومنتصف ما بين النهايتين اعنى الغربية والشرقية على خط الاستواء يسمى قُبّة الارض وفي نسخة اخرى قبة ارين و هي على بعد ربع الدور من المبدأ الغربى ويلزمها الاختلاف بسبب الاختلاف في المبدأ الغربى اعنى كونه للجزائر

الحالات او الساحل

« Le plus grand nombre des auteurs ont fait commencer
« les degrés de longitude du côté de l'Occident, afin que ces
« degrés procédassent dans le même sens que les signes du zo-
« diaque; quant à la latitude, on l'a fait partir de l'équateur,
« point physiquement déterminé. On a dit de plus que le
« monde habitable du côté de l'Occident commence aux Iles
« Éternelles (*les Iles Fortunées*), qui du reste maintenant se
« trouvent abandonnées: c'est à ces îles que quelques-uns ont
« placé le commencement de la longitude, tandis que d'autres
« l'ont fait commencer à la côte de l'Océan occidental; ce qui
« fait une différence de dix degrés de la circonférence de l'é-
« quateur. Quant à l'extrémité du monde habitable du côté de
« l'Orient, c'est le lieu nommé *Lankdessa* ou pays de *Lanka*
« (Ceylan). Ce lieu, placé au milieu des deux points extrêmes,
« je veux dire l'extrémité occidentale et l'extrémité orientale,
« et situé sous l'équateur, porte le nom de *coupole de la terre*
« ou d'*aryn*; il est à la distance d'un quart de la circonférence
« de l'extrémité occidentale, et l'on est partagé sur sa position
« réelle, par suite du manque d'accord sur cette même extré-
« mité, puisque les uns la placent aux Iles Éternelles, tandis
« que les autres la mettent sur la côte du continent, etc. »

On trouve plus loin dans le même auteur :

فاما الهند ففي كتبهم ان نصف كرة الارض ماء ونصفها طين يعنون
البر والبحر وان على ترابيع خط الاستواء اربعة مواضع هي جمكوت
الشرقي والروم الغربي وللك الذي هو القبة والمقاطر لها فلزم من
كلامهم ان العمارة في النصف الشمالي باسره واما اليونانيون فقد
انقطع العران في جانبهم ببحر اوقيانوس

« On lit dans les livres des Indiens que la moitié du globe
« de la terre est de l'eau, et l'autre moitié de l'argile, c'est-
« à-dire que la terre est moitié continent et moitié mer ; qu'aux
« quatre cadrans de la ligne équinoxiale il y a quatre lieux,
« savoir : Djemkout, du côté de l'orient ; Roum, du côté de l'oc-
« cident ; Lanka, qui est la coupole du monde, et l'antipode de
« Lanka. Il résulte de ce récit que la partie du monde habitable
« se trouve tout entière dans l'hémisphère septentrional, etc. »

Le mot *aryn*, ارين qui ne paraît pas être d'origine arabe, se
dit spécialement des lieux situés sous l'équateur et où les jours
sont égaux à la nuit¹. La *coupole d'aryn*, قبة ارين, ou, comme

¹ *Notices et extraits des manuscrits de la bibliothèque du Roi, t. X, page 39* : Voici
ce que M. le baron Silvestre de Sacy rapporte dans son analyse de l'ouvrage
du seïd Scherif-Zein-Eddin Abou'l-Ihassan Ali, fils de Mohammed Djordjani.
intitulé : تعريفات *définitions* :

الارين محل الاعتدال في الاشياء ونقطة في الارض يستوى معها ارتفاع القطبين فلا يأخذ
هناك الايل من النهار ولا النهار من الليل وقد نقل عرفا لا محل الاعتدال مطلقا

ANX. — Le lieu d'une proportion moyenne dans les choses (c'est-à-dire où
les qualités comme le chaud, le froid, l'humidité, etc., sont tempérées et sans
excès) ; un point sur la terre à une hauteur égale des deux pôles, en sorte
que la nuit n'empiète point sur la durée du jour, ni le jour sur la durée de la

on le trouve écrit quelquefois, la *coupole de azin*, a une signification un peu plus restreinte et se dit d'un certain point de la circonférence de l'équateur où quelques astronomes avaient placé leur premier méridien : Aboul-Hassan est de ce nombre. On peut être porté à croire que la coupole d'aryn et le pays de Lanka sont synonymes; ce qu'il y a de certain, c'est que tous deux jouent un grand rôle dans les idées cosmographiques et mythologiques de l'Inde et de la Perse. On lit dans le manuscrit arabe, n° 581 de la Bibliothèque royale, f° 4 v°, « que la coupole d'aryn est le nom d'un château très-grand et très-fort qui sert de retraite aux démons, et où Iblis a placé son trône. » Suivant les Manichéens, c'était le centre du monde créé, le siège des deux principes contraires, la lumière et les ténèbres, le bien et le mal; suivant les Indiens, c'est le théâtre d'autres événements non moins merveilleux; l'auteur ajoute que là se réunissent les angles des quatre cadrans de la terre, et que ce point est comme serait un bouton sur une robe qui envelopperait le monde.

Le pays de Lanka, que nous croyons être Ceylan, était beaucoup plus grand que cette île, et s'étendait, dans les idées des Indiens, jusqu'au delà de l'équateur au sud, et à l'ouest jusqu'aux îles Maldives; c'est par ce pays qu'ils faisaient passer leur premier méridien; la coupole d'aryn serait donc, comme le suppose le savant académicien, un point de Lanka situé sous l'équateur; il ne manque plus maintenant que de pouvoir comparer quelques observations indiennes à celles que nous ont transmises les Arabes, pour déterminer sa position exacte, et lever tous les doutes à cet égard.

L.-AM. SÉDILLOT.

nuît. Ce mot a passé dans l'usage ordinaire, pour signifier d'une manière générale un lieu d'une température moyenne.

DEUXIÈME PARTIE.

DES CONSTRUCTIONS.

LIVRE PREMIER.

EXPOSÉ DES PROPOSITIONS PRÉLIMINAIRES DONT LA CONNAISSANCE EST NÉCESSAIRE
POUR LES CONSTRUCTIONS.

PROPOSITION PREMIÈRE.

DIVISER L'ANGLE ABC EN DEUX PARTIES ÉGALES.

Marquez sur la ligne AB le point D à volonté, et prenez sur Fig. 1 et 2. la ligne BC la ligne BE , égale à BD ; puis des deux points D, E , comme centres, et avec la même ouverture de compas, décrivez deux arcs qui se couperont en un point F . Ensuite placez le bord d'une règle sur les points B, F , et menez la ligne BF : elle partagera la ligne ABC en deux parties égales, ce qu'il fallait exécuter.

PROPOSITION II.

DIVISER LA LIGNE AB EN DEUX PARTIES ÉGALES.

Des deux points A et B , comme centres, et avec une même Fig. 3 et 4. ouverture du compas, décrivez les deux arcs qui se couperont en

un point C, et des deux mêmes centres, avec le même rayon ou avec un rayon différent, décrivez du même côté de la ligne AB, ou d'un côté opposé, deux autres arcs qui se couperont en un point D; ensuite posez le bord d'une règle sur les points C, D, et tirez la ligne CD: elle divisera en deux parties égales la ligne donnée, ce qu'il fallait exécuter.

Fig. 5 et 6. Nota. L'auteur ajoute ici deux figures par lesquelles il indique, quoique sans en parler, que la même construction sert aussi à diviser un arc donné en deux parties égales.

PROPOSITION III.

CONSTRUIRE AU POINT A, COMME SOMMET, UN ANGLE ÉGAL A L'ANGLE DONNÉ BCD.

Fig. 7 et 8. Du point C, comme centre, décrivez l'arc BD, qui a pour limites les deux côtés de l'angle donné; ensuite, du point A, comme centre, et avec la même ouverture du compas, décrivez l'arc GF, égal à l'arc BD; puis menez AG et AF: elles formeront l'angle FAG, égal à l'angle BCD, ce qu'il fallait exécuter.

Si le point A était donné sur une ligne droite qui dût être un des côtés de l'angle demandé, la construction serait la même, en observant de placer l'une des extrémités de l'arc GF sur la ligne donnée.

PROPOSITION IV.

CONSTRUIRE UN ANGLE SOUS-DOUBLE D'UN ANGLE DONNÉ BCD.

Pour avoir un angle sous-double d'un angle donné, on divisera celui-ci en deux parties égales, et on aura l'angle demandé. Mais il y a une autre manière, que voici :

Prolongez la ligne DC jusqu'au point A, et, prenant AC, égale à CB, menez AB : l'angle BAC sera sous-double de l'angle BCD. Fig. 9.

On voit par là, sans que nous ayons besoin de l'expliquer, comment on ferait un angle égal au quart d'un angle donné, ou égal au huitième, au seizième, et ainsi de suite indéfiniment.

PROPOSITION V.

PARTAGER UNE LIGNE AB EN AUTANT DE PARTIES ÉGALES QUE L'ON VOUDRA.

Supposons qu'il s'agisse de la partager en cinq parties. Faites au point A un angle quelconque BAC, qui ait pour un de ses côtés la ligne AB, puis faites au point B, de l'autre côté de la même ligne, un angle ABD égal au premier; ensuite retranchez de la ligne AC une partie quelconque AE, et prenez sur BD la ligne BF, quadruple de AE. Alors, posant le bord d'une règle sur les deux points E, F, menez la ligne EF : elle coupera la ligne AB au point G, et la partie AG sera le cinquième de AB, ce qu'il fallait établir. Fig. 10.

Si nous eussions voulu diviser la ligne AB en six parties, nous aurions pris BF, quintuple de AE, et AG aurait été le sixième de AB. De même, si on eût voulu diviser AB en sept parties égales, on aurait pris BF, sextuple de AE, et ainsi de suite pour telle subdivision que ce soit.

PROPOSITION VI.

DU POINT A ÉLEVER UNE PERPENDICULAIRE SUR LA LIGNE AB.

PREMIER CAS : LE POINT A ÉTANT A L'EXTRÉMITÉ DE LA LIGNE AB.

Fig. 11. Du point A, comme centre, avec un rayon plus petit que AB, décrivez un arc CD, plus grand que le quart de la circonférence, en conservant l'ouverture du compas; placez l'une des pointes sur le point C, et avec l'autre marquez le point E sur l'arc que vous venez de décrire; ensuite partagez l'arc CE en deux parties égales, portez la moitié de cet arc de E en F, et menez la ligne AF : ce sera la perpendiculaire demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 12. Marquez sur AB un point quelconque C, et des deux parties A et C, comme centres, décrivez deux arcs qui se couperont en D; menez la droite CD prolongée indéfiniment vers D, et portant de D en F la distance CD, tirez la ligne AF : ce sera la perpendiculaire demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 13. Partagez la ligne AC en cinq parties égales AH, HI, IK, KL, LC, et d'un rayon égal à quatre parties décrivez du point A, comme centre, un arc de cercle; puis d'un autre rayon égal à AC, et du point K, qui est la limite de la troisième partie, comme centre, décrivez un autre arc qui coupera le premier en un point F, par lequel et par le point A menez la ligne AF : ce sera la perpendiculaire demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

DEUXIÈME CAS : LE POINT A N'ÉANT POINT A L'EXTRÉMITÉ DE LA LIGNE AB

Marquez sur cette ligne un point quelconque C, et, prenant Fig. 13.
 AD, égale et opposée à AC, des points C et D, comme centres,
 décrivez deux arcs qui se couperont en un point F; puis menez
 par ce point et par le point A la ligne AF, elle sera perpendicu-
 laire à la ligne AB.

Ceci donne le moyen de construire un angle droit par celle de
 ces méthodes qu'on voudra choisir.

PROPOSITION VII.

RECONNAÎTRE SI UN ANGLE DONNÉ EST DROIT, AIGU OU OBTUS.

Soit donné l'angle A : menez la ligne BC, qui joint les deux Fig. 14, 15
et 16.
 côtés de cet angle, en divisant cette ligne en deux parties égales
 au point D; de ce point, comme centre, avec un rayon DB, dé-
 crivez la demi-circonférence BC. Si cet arc passe par le point A,
 comme dans la fig. 14, l'angle donné sera droit; si la demi-cir-
 conférence passe au delà du point A, comme dans la fig. 15,
 l'angle donné sera obtus; et si elle passe entre ce point et le
 diamètre, comme dans la figure 16, l'angle sera aigu.

On reconnaîtrait de même si un angle est droit, aigu ou obtus,
 au moyen d'une perpendiculaire menée par l'une des méthodes
 précédentes.

PROPOSITION VIII.

RECONNAÎTRE SI UNE SURFACE EST PLANE OU SI ELLE NE L'EST PAS.

Prenez une règle bien dressée et appliquez-la en tous sens sur la surface que vous voulez éprouver. Si d'une extrémité à l'autre tous les points du bord de la règle touchent la surface, cette surface sera plane; autrement elle ne le serait pas.

PROPOSITION IX.

CONSTRUCTION D'UN INSTRUMENT QUI SERVE A RECONNAÎTRE SI UN PLAN EST OU N'EST PAS PARALLÈLE A L'HORIZON.

Niveau
à
balancier.
Fig. 17.

Prenez une règle bien dressée, AB, de cuivre ou d'un bois bien dur, assez forte pour ne pas ployer; divisez-la en deux parties égales au point S, et percez-y un trou circulaire qui ait pour centre le point S; appliquez aussi à la même règle une languette [examen] OCQ, telle que la perpendiculaire menée du sommet de cette languette à sa base se confonde avec CS, perpendiculaire à la règle AB. Ensuite prenez deux pieds de cuivre ou de bois, dont la base soit triangulaire et les trois faces aussi triangulaires et d'égale dimension, tels que les deux pieds AKHI et BNL M, et fixez solidement la règle sur ces deux pieds, qui sont de même hauteur, de la manière indiquée par la figure, en observant de faire l'angle IAO égal à l'angle MBQ. Si ces pieds étaient carrés, ils seraient également bons.

Après cela, prenez une châsse [ou anse] XY, de la forme de

celle d'une balance, et attachez-la à la règle comme on le fait pour les balances, de manière que le point Z de la pointe intérieure de la châsse soit directement opposé au point C de la languette, afin que votre instrument soit juste; enfin suspendez un plomb à l'extrémité Y de la châsse.

Après cela, lorsque vous voudrez voir si un plan est parallèle à l'horizon, vous poserez l'instrument sur le plan, et si la pointe intérieure de la châsse est dans la direction verticale de l'extrémité de la languette, le plan sera horizontal; autrement il ne le serait pas.

CONSTRUCTION D'UN AUTRE INSTRUMENT POUR LE MÊME OBJET, D'UNE EXÉCUTION PLUS FACILE, MAIS DONNANT DES ÉVALUATIONS MOINS EXACTES.

Prenez deux règles égales et bien dressées, et assemblez-les solidement, de manière qu'elles forment un angle au point A; prenez AD, égale à AE, et fixez la règle DE par ses extrémités aux deux règles AB et AC, puis marquez au milieu de la règle DE le point G; ensuite percez sur la ligne d'assemblage AK, des deux règles AB et AC, un trou circulaire; passez-y un fil de la même grosseur et attachez à ce fil un plomb de la forme Z. Après cela, vous placerez verticalement l'instrument sur le plan dont vous voulez reconnaître la position horizontale, et si le fil à plomb passe par le point G, ce plan sera parallèle à l'horizon; autrement il ne le serait pas.

Niveau
de poseur.
Fig. 18.

PROPOSITION X.

COMMENT ON RECONNAIT SI UN PLAN EST VERTICAL OU NON.

Prenez deux petites tringles de bois dur, et telles que les faces correspondantes soient égales; appliquez l'une sur le plan, vers

Fig. 19.

sa partie supérieure, et l'autre un peu au-dessous de la première, de manière qu'elles se correspondent; puis faites descendre de la tringle supérieure un fil à plomb qui passe sur la tringle inférieure; et si le fil touche cette tringle sans être appuyé dessus, le plan sera vertical; autrement il ne le sera pas. La forme qui convient le mieux pour ces tringles est celle du prisme quadrangulaire.

Il y a beaucoup de gens qui laissent appuyer le fil à plomb sur la tringle inférieure, d'une quantité peu apparente à la vérité, mais qui peut répondre à une inclinaison sensible du plan. Pour éviter cette erreur, il faut faire passer entre le fil à plomb et la tringle supérieure qu'il touche une petite règle très-mince, placée parallèlement au fil à plomb, et si elle détache le fil de la tringle inférieure, c'est qu'il n'y était pas appuyé ou que, s'il portait sur cette tringle, ce n'était que d'une quantité inappréciable. Si au contraire la petite règle ne fait pas éloigner le fil à plomb de la tringle inférieure, c'est que ce fil porte sur cette tringle assez fortement pour qu'on y fasse attention.

PROPOSITION XI.

PAR UN POINT DONNÉ H MENER UNE PARALLÈLE A LA LIGNE AB.

Fig 20. Marquez sur la ligne AB un point quelconque C; menez la ligne CH, et faites au point H un angle CHD, égal à l'angle ACH: la ligne HD sera la ligne demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig 21. Marquez sur la ligne donnée deux points quelconques AB, et posez l'une des pointes du compas sur le point A et l'autre pointe

sur le point donné H; puis avec la même ouverture du compas décrivez du point B, comme centre, une demi-circonférence. Prenant ensuite la distance AB, posez la pointe du compas sur le point H, et avec l'autre pointe marquez sur la demi-circonférence le point D, par lequel et par le point H faites passer la ligne HD; elle sera parallèle à la ligne AB.

PROPOSITION XII.

PAR UN POINT DONNÉ A SUR LA DEMI-CIRCONFÉRENCE D'UN QUART DE CERCLE DAC MENER DEUX LIGNES DONT L'UNE SOIT PARALLÈLE A BD ET L'AUTRE PARALLÈLE A BC.

Cette construction donne un angle droit par une méthode qui diffère de celles qui précèdent. Fig. 21.

Menez la ligne AB, et après l'avoir divisée en deux parties égales au point G; de ce point, comme centre, décrivez un arc qui coupera BD en E et un autre arc qui coupera BC en F, puis menez les lignes AE, AF : la première sera parallèle à BC et la seconde à BD, ce qu'il fallait exécuter.

PROPOSITION XIII.

TRACER SUR UN PLAN VERTICAL, TEL QUE LA SURFACE D'UNE MURAILLE, UNE LIGNE PARALLÈLE A L'HORIZON.

Prenez une équerre de bois ou de cuivre, et attachez un fil à plomb au point de rencontre des deux côtés de l'angle droit; appliquez cette équerre sur le plan vertical, de manière que le

fil à plomb coïncide avec un des côtés; et en vous dirigeant sur l'autre côté, tracez une ligne sur le plan vertical, cette ligne sera parallèle à l'horizon; et si vous voulez une perpendiculaire à l'horizon, tracez sur le même plan une ligne dirigée sur le côté sur lequel s'applique le fil à plomb.

PROPOSITION XIV.

D'UN POINT A ABAISSER UNE PERPENDICULAIRE SUR UNE LIGNE BC, PROLONGÉE
INDÉFINIMENT DE PART ET D'AUTRE.

Fig. 23. Du point A, comme centre, et avec un rayon AD plus grand que la distance du point A à la ligne donnée, décrivez un arc qui coupera cette ligne aux points EF, et, après avoir divisé la partie EF en deux également au point G, menez AG, ce sera la perpendiculaire demandée.

Fig. 24. Si la ligne BC était limitée, de ses deux extrémités, comme centres, on décrirait deux arcs, le premier avec un rayon AB, et le second avec un rayon AC; et, menant par leur point de rencontre G, et par le point A, la ligne AG, ce serait la perpendiculaire demandée.

Si la ligne AG tombait hors de la ligne BC, c'est qu'on ne pourrait abaisser de perpendiculaire du point A sur la ligne limitée BC.

AUTRE CONSTRUCTION.

Par un point quelconque de la ligne BC faites passer une perpendiculaire à cette ligne; si elle rencontre le point A, ce sera la perpendiculaire demandée: si elle ne le rencontre pas, par le point A menez une parallèle à cette première perpendiculaire,

et, prolongeant la parallèle jusqu'à la ligne BC, vous aurez la perpendiculaire demandée.

PROPOSITION XV.

TROUVER LE CENTRE D'UN CERCLE DONNÉ.

Marquez sur la circonférence du cercle deux points quelconques AB, et de ces deux points, comme centres, et avec le même rayon, décrivez deux arcs qui se couperont en un point C; puis, avec un autre rayon et des deux mêmes centres, décrivez les deux arcs qui se coupent en S; menez CS prolongée de chaque côté, jusqu'à la circonférence, et, en la divisant en deux parties égales au point G, ce point sera le centre demandé.

Fig. 25.

PROPOSITION XVI.

TROUVER LE RAYON D'UN CERCLE DONT LE CENTRE N'EST PAS CONNU.

Partagez la circonférence en six parties égales, et prenez la corde d'un de ces arcs, ce sera le demi-diamètre ou rayon demandé.

PROPOSITION XVII.

TROUVER LE CENTRE D'UN ARC DONNÉ A C.

Divisez cet arc en deux parties égales au point D, et des points ADC, comme centres, décrivez avec un rayon égal, quel qu'il

Fig. 26.

soit, les arcs qui se coupent aux points E, H, K, G, les deux points E et H étant donnés par la rencontre des arcs qui ont pour centres A et D, et les points G, K par la rencontre des arcs qui ont pour centres D et C.

Après cela, menez les lignes EH et GK, et, en les prolongeant jusqu'à ce qu'elles se coupent, le point d'intersection F sera le centre de l'arc donné.

La même construction sert à trouver le centre d'un arc que l'on veut faire passer par trois points donnés qui ne sont pas en ligne droite.

PROPOSITION XVIII.

RETRANCHER DE LA CIRCONFÉRENCE CG UN ARC SEMBLABLE A L'ARC AB DE LA CIRCONFÉRENCE DE.

Fig. 27
et 28.

Du centre du cercle CG décrivez une circonférence SF, égale à la circonférence AB; et prenant la corde AB, portez-la de S en F, sur la circonférence que vous venez de décrire; du centre de cette circonférence, menez aux points S et F deux rayons qui couperont la circonférence CG aux points H et K, et l'arc HK de cette circonférence sera semblable à l'arc AB de la circonférence DE.

PROPOSITION XIX.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE.

Fig. 29

Décrivez un cercle qui représentera celui qui passe par les quatre pôles, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB,

CD; AB représentant l'intersection de l'équateur et du cercle passant par les quatre pôles : divisez CD en cinq parties égales, et avec le compas portez l'une de ces parties du centre X en E, sur le diamètre CD; par le point E, menez une parallèle à AB, elle rencontrera la circonférence en G, et l'arc AG sera de $23^{\circ} 35'$, c'est-à-dire égal à l'obliquité de l'écliptique. Menez par le point G et par le centre X le diamètre GK, ce sera la commune section du cercle passant par les quatre pôles et de l'écliptique.

Portez le rayon XG sur la circonférence, de G en Q, l'arc GQ sera de 60 degrés; divisez-le en deux parties égales au point H, l'arc GH représentera le signe des Gémeaux, parce que G est supposé le point solsticial [d'été], et l'arc HQ représentera le signe du Taureau. Si vous divisiez le grand segment GBQ en dix parties égales entre elles et à GH, vous auriez les autres signes, et le point K serait le premier point du Capricorne.

Si donc on demandait la déclinaison du premier point du Taureau, lequel est représenté par le point Q, vous abaisseriez de ce point sur le diamètre GK une perpendiculaire qui le rencontrerait en un point M; car si l'on menait une droite du premier point du Taureau au premier point de la Vierge, qui est à égale distance du solstice d'été, cette droite [qui serait perpendiculaire] au diamètre GK le rencontrerait au même point M. Enfin, menez par le point M une parallèle à AB, elle rencontrera la circonférence en S, et l'arc AS sera la déclinaison demandée du premier point du Taureau.

On trouvera de même la déclinaison de tel autre point de l'écliptique que ce soit; car il suffit d'abaisser de ce point une perpendiculaire sur GK, et de mener par le point de rencontre une parallèle à AB, la partie de l'arc AG comprise entre ce diamètre et la parallèle étant toujours égale à la déclinaison du point donné. Nous avons dit précédemment comment on reconnaît si la déclinaison est boréale ou australe.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 30. Décrivez un cercle qui représentera l'écliptique; menez les deux diamètres AB et CD, dont le premier passe par les premiers points de l'Écrevisse et du Capricorne, et le second par ceux du Bélier et de la Balance; divisez CD en cinq parties égales, et avec un rayon égal à l'une de ces parties décrivez le cercle inscrit FQS; puis divisez la circonférence en douze parties égales, pour les douze signes, et prenez CG pour le signe du Bélier, GH pour celui du Taureau, et ainsi de suite.

Après cela, si on demande la déclinaison du premier point du Taureau, menez par ce point et par le centre X une droite GX; elle coupera le petit cercle au point F, par lequel vous mènerez une parallèle à CD, qui rencontrera l'écliptique au point E, et l'arc CE sera égal à la déclinaison demandée du premier point du Taureau.

Vous trouverez de même la déclinaison des autres points de l'écliptique.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 31. Décrivez un cercle dans lequel vous mènerez deux diamètres perpendiculaires AB et CD; divisez le rayon AX en deux parties égales au point F, et, portant la moitié du rayon sur AB prolongée de A en G, menez GH parallèle à CD; puis divisez le quart du cercle BD en trois parties égales BL, LK, KD, et, regardant le point B comme le point équinoxial du printemps, BL représentera le signe du Bélier, LK celui du Taureau, et KD celui des Gémeaux.

Après cela, si on demande la déclinaison du point L, menez par ce point une parallèle à BG, qui rencontrera GH au point P, par lequel vous mènerez PB: cette ligne coupe DX en T. Menez

TM, parallèle à AB, elle rencontre la circonférence en M, et l'arc BM est égal à la déclinaison demandée. On fera de même pour avoir la déclinaison de tout autre point de l'écliptique.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez le quart de cercle ABC; prenez l'arc BD, égal à l'obliquité de l'écliptique, et, supposant que BE est la distance à l'équinoxe du point dont on demande la déclinaison, menez par le point E une parallèle à AB, qui rencontrera AC au point F, par lequel vous abaisserez sur AD la perpendiculaire FG : vous aurez par là AG, qui est le sinus de la déclinaison du point donné. Fig. 32.

Portez AG de A en H, et menez HS, parallèle à AB : l'arc BS compris entre la parallèle et le rayon AB sera la déclinaison demandée.

On voit par là comment on pourrait déterminer un arc inconnu dont la déclinaison serait donnée.

PROPOSITION XX.

TROUVER LA HAUTEUR MÉRIDienne D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE,
A QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB et CD, dont le premier AB représente la commune section du méridien et du premier vertical, et le second CD celle du méridien et de l'horizon. Le premier A sera le zénith, B le nadir, D le vrai point nord, et C le vrai point sud. Fig. 33.

Cela étant, retranchez de l'arc AD ou de l'arc AC, selon que la latitude est méridionale ou septentrionale, un arc AT égal à cette latitude : le reste de AD ou AC sera la hauteur méridienne du premier point du Bélier dans le lieu donné.

Si vous voulez la hauteur méridienne de tout autre point de l'écliptique, prenez sur la circonférence décrite un arc égal à la déclinaison de ce point, et portez cet arc de T en M, vers le point nord si la déclinaison est boréale, ou vers le point sud si la déclinaison est australe, et la hauteur méridienne du point proposé sera, dans le premier cas, l'arc DM, et, dans le second cas, CM.

On voit par là comment on pourrait trouver la déclinaison [d'un point de l'écliptique] d'après sa hauteur méridienne et la latitude du lieu, et la latitude du lieu d'après la déclinaison et la hauteur méridienne d'un point quelconque de l'écliptique.

PROPOSITION XXI.

TROUVER L'OMBRE HORIZONTALE ET L'OMBRE VERTICALE CORRESPONDANT A UNE HAUTEUR DONNÉE.

Fig. 34. Décrivez un cercle que vous regarderez comme un vertical; menez deux diamètres perpendiculaires AB, CD, et que A soit le zénith.

Prenez sur le rayon OB la quantité OL, pour module, et sur le rayon OD la même quantité de O en T; menez TP, parallèle à AB, et LS, parallèle à CD; et, prenant sur AC l'arc CK à la hauteur donnée, menez KO et prolongez cette ligne jusqu'à ce qu'elle coupe TP en R et LS en Q : la ligne LQ sera l'ombre horizontale, et TR l'ombre verticale; ce qu'il fallait trouver.

Si on retranchait la hauteur donnée CK de 90° , qu'on portât le reste sur l'arc AC [de C en F] et qu'on menât une droite par l'extrémité [F] qui est vers A et par le centre, cette droite prolongée rencontrerait LS [en V], et la ligne comprise entre ce point de rencontre et le point L serait égale à l'ombre verticale et de la hauteur CK.

D'après ces constructions, on doit voir aisément comment on déterminerait géométriquement la hauteur d'une ombre horizontale donnée, ou l'une des deux ombres d'après l'autre. Cependant voici une autre manière de déduire une ombre de l'autre :

Menez les deux lignes AB et BC, faisant entre elles un angle quelconque; prenez sur AB la ligne BD, égale à l'ombre connue, puis sur DA la ligne DE, égale au corps; portez aussi cette valeur du corps de B en F, et, après avoir mené DF, menez par le point E la ligne EG, parallèle à DF : cette parallèle rencontre BC en G, et la ligne GF est égale à l'ombre cherchée, parce que l'ombre connue est au corps comme le corps est à l'ombre inconnue. Fig. 35.

PROPOSITION XXII.

CONNAISSANT LES OMBRES HORIZONTALE ET VERTICALE D'UNE MÊME HAUTEUR,
TROUVER LE CORPS DE CES DEUX OMBRES.

Prenez sur la ligne AB, prolongée indéfiniment vers B, la ligne AC, égale à l'une des deux ombres, et CE, égale à l'autre ombre; divisez AE en deux parties égales au point D, et de ce point, comme centre, avec un rayon DA, décrivez une demi-circonférence; élevez sur AE, au point C, une perpendiculaire qui coupera la demi-circonférence au point F, et la ligne CF sera égale au corps demandé. Fig. 36.

PROPOSITION XXIII.

ÉTANT DONNÉE UNE LIGNE ÉGALE A LA SOMME DES OMBRES HORIZONTALES DE DEUX HAUTEURS
CONNUES, TROUVER LA VALEUR DE CHACUNE DE CES DEUX OMBRES ET CELLE DE LEUR CORPS.

Fig. 37. La ligne AB étant égale à la somme des ombres horizontales des deux hauteurs 20° et 30° , pour avoir l'ombre de chacune de ces hauteurs [et la longueur de leur corps], du point A, comme centre, avec un rayon AB, décrivez l'arc BC; et du point B, comme centre, avec le même rayon, décrivez l'arc AD; ensuite prenez sur BC l'arc BE de 20° , et sur AD l'arc AF de 30° , et menez les deux droites AE, BF : elles se rencontreront en un point G, par lequel, en abaissant sur AB la perpendiculaire GH, vous aurez AH égale à l'ombre horizontale de 20° , BH égale à celle de 30° , et GH égale au corps de ces deux ombres, ce qu'il fallait établir.

PROPOSITION XXIV.

TROUVER LE CORPS D'UNE OMBRE DONNÉE DONT LA HAUTEUR EST CONNUE.

Fig. 38. Décrivez un cercle dans lequel vous mènerez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD; prenez sur l'arc AC un arc CK, égal à la hauteur donnée, et menez KS, qui passe par le centre du cercle. Si l'ombre donnée est horizontale, prenez sur ED la ligne EF, égale à cette ombre, et menez par le point F, et parallèlement à AB, la droite FH, qui rencontre ES en H : cette droite FH sera le corps de l'ombre donnée; mais si l'ombre donnée est

verticale, posez-la sur EB de E en G, et, menant par le point G une parallèle à CD, elle rencontrera ES en un point I, et la ligne GI sera le corps demandé.

On voit par là comment on pourrait trouver une ombre quelconque et son corps, si la hauteur de cette ombre et son diamètre étaient donnés, et comment on trouverait une ombre d'après son diamètre, et le corps d'après l'ombre et le diamètre.

PROPOSITION XXV.

ÉTANT DONNÉS UNE OMBRE ET SON CORPS, TROUVER POUR UN AUTRE CORPS L'OMBRE QUI CORRESPOND A L'OMBRE DONNÉE.

Faites un angle droit qui ait pour côtés le premier corps AB et son ombre BC; menez AC prolongée indéfiniment vers G, et prolongez de même indéfiniment AB vers H; ensuite prenez sur AH la ligne AE, égale au second corps, et par le point E menez ED, parallèle à BC et terminée à la ligne AG : cette parallèle sera égale à l'ombre demandée. Fig. 39.

PROPOSITION XXVI.

ÉTANT DONNÉS DEUX PLANS QUI SE RENCONTRENT A ANGLE DROIT, ET SUR L'UN DE CES DEUX PLANS UN CORPS QUI LUI SOIT PERPENDICULAIRE ET DONT UNE PARTIE DE L'OMBRE PORTÉE SE PROJETTE SUR L'AUTRE PLAN.

Pour déterminer [la grandeur de] cette ombre portée sur le second plan et le corps auquel elle se rapporte, prolongez indéfiniment la trace de l'ombre portée sur le second plan, et par

le sommet du corps posé sur le premier plan, menez une perpendiculaire sur l'ombre prolongée, cette perpendiculaire sera égale au corps de cette ombre portée sur le second plan, et c'est à ce corps que cette ombre doit être rapportée.

PROPOSITION XXVII.

TROUVER LA HAUTEUR DE L'ASHRE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE¹.

Nous allons expliquer ceci par un exemple, et nous supposons qu'on demande la hauteur de l'ashre du commencement du Bélier, pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

Fig. 40. Décrivez un cercle que vous regarderez comme le vertical de l'ashre du commencement du Bélier dans le lieu donné; menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD, et que A soit le zénith.

Prenez sur AC l'arc [CF] égal à la hauteur méridienne du commencement du Bélier, à la latitude donnée, et sur le rayon EB la ligne EG, égale au corps qui vous sert de module; ensuite menez par le point G, et parallèlement à CD, la ligne GS, que vous prolongerez indéfiniment vers S.

Puis, par le point F et par le centre E, menez FH, qui vous donnera GH pour l'ombre horizontale à midi vrai, à 30° de latitude, lorsque le soleil est au commencement du Bélier.

Ajoutez à GH la ligne HT, égale à EG [c'est-à-dire au corps], vous aurez GT pour ombre horizontale de la hauteur de l'ashre. Menez par le point T et par le centre E la ligne TI, qui ren-

¹ C'est-à-dire trouver la hauteur du soleil au moment où commence l'ashre, qui est un temps de l'après-midi, en quelque point de l'écliptique que se trouve le soleil le jour donné. (Voy. 1^{re} partie. chap. XLVI.)

contre l'arc AC en I : l'arc CI sera la hauteur demandée de l'ashre du commencement du Bélier.

S'il n'y avait pas d'ombre horizontale à midi vrai, la hauteur de l'ashre serait égale à la moitié de l'arc AC, c'est-à-dire de 45 degrés.

PROPOSITION XXVIII.

TROUVER LES HAUTEURS DES HEURES DE TEMPS, POUR QUELQUE POINT DE L'ÉCLIPTIQUE ET QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT, PAR UNE MÉTHODE FONDÉE SUR CE QUE NOUS AVONS DIT DANS LE CHAPITRE XXXIX DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Nous expliquerons cette proposition par un exemple, et nous supposerons qu'on demande les hauteurs des heures de temps dans un lieu situé à 30° de latitude septentrionale, lorsque le soleil est dans le premier point des Poissons.

Décrivez le demi-cercle DAC, qui représente la moitié du méridien [au-dessus de l'horizon]; prenez sur CA l'arc CS, égal à la hauteur méridienne du commencement des Poissons à la latitude donnée : cette hauteur est de $48^\circ 28'$. Portez-la aussi sur l'arc DA, de D en N, et menez la droite SN, qui coupe en T le rayon EA; puis avec un rayon ET décrivez le demi-cercle inscrit MTO, et divisez le cadran MT en six parties égales ML, LK, KI, IH, HG, GT; menez par les points de division G, H, I, K, L, des parallèles à CM, qui rencontreront l'arc AC en G', H', I', K', L' : l'arc CL' sera la hauteur de la première heure, CK' celle de la seconde heure, CI' celle de la troisième, CH' celle de la quatrième, CG' de la cinquième, enfin CS celle de la sixième heure [c'est la hauteur méridienne].

Fig. 41

Si la hauteur méridienne des points de l'écliptique dont on cherche les hauteurs des heures de temps était de 90° , on divise-

rait l'arc AC en six parties égales, et la première partie vers C serait la hauteur de la première heure; la somme de la première et de la deuxième serait la hauteur de la seconde heure, et ainsi de suite.

La réciproque de cette proposition, qui consiste à trouver les heures [leur durée] d'après les hauteurs, ne présente aucune difficulté.

PROPOSITION XXIX.

TROUVER L'AMPLITUDE ORTIVE DE QUELQUE POINT DE L'ÉCLIPTIQUE QUE CE SOIT,
POUR UNE LATITUDE QUELCONQUE.

Nous expliquerons ceci par un exemple, et nous supposerons qu'il s'agit de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse, pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

Fig. 42. Décrivez un cercle qui représentera le méridien du lieu donné, et menez deux diamètres perpendiculaires AB, CD; prenez sur AC l'arc AH, égal à la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, laquelle est de $23^{\circ} 35'$; par le point H, menez HG, parallèle à AB, et, prenant sur AD l'arc DT, égal à la latitude, qui est de 30° , menez par le point T la ligne TK, qui passe par le centre E et va couper HG en S; ce qui vous donne ES, qui est le sinus de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse pour la latitude proposée.

Car AB étant la commune section du méridien et de l'équateur, CD celle du méridien et de l'horizon équatorial, HG le diamètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse ou la commune section de ce parallèle et du méridien, et TK celle de l'horizon du lieu donné et du même méridien, qui est celui de ce

lieu, l'arc qui a pour sinus la ligne ES doit être l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse.

Pour avoir cet arc, prenez sur le rayon ED la ligne EL, égale au sinus ES, et par le point L menez LM, parallèle à EB : l'arc BM, qui est celui dont le sinus égale ES, sera l'amplitude ortive demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez un cercle que vous regarderez comme le méridien, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB et CD, AB étant la commune section du méridien et du premier vertical, et CD celle du méridien et de l'horizon. Fig. 43.

Prenez sur l'arc AC l'arc CK, égal à la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse dans le lieu donné, laquelle est de $83^{\circ} 35'$, et sur DB, cadran opposé au cadran AC, l'arc DH, égal à la hauteur méridienne du commencement du Capricorne, *nadir* du commencement de l'Écrevisse, laquelle est de $36^{\circ} 25'$; et, menant par les deux points H et K la ligne KH, qui coupe CD en S, la ligne ES sera le sinus de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse dans le lieu donné, parce que KH est le diamètre du parallèle de ce point et en même temps la commune section de ce parallèle et du méridien.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez un cercle que vous regarderez comme l'horizon, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB et CD, AB étant la commune section de l'horizon et du méridien, et CD celle de l'horizon et de l'équateur. Fig. 44.

Prenez sur BC l'arc BF, égal à la latitude donnée, et par le point F menez parallèlement au diamètre CD la ligne FH, qui coupe AB en K et aboutit à la circonférence en H.

Prenez sur HDA l'arc HE, égal à la distance du point dont

vous cherchez l'amplitude ortive, au pôle nord, laquelle est ici de $66^{\circ} 25'$; menez la corde HE; divisez-la en deux parties égales au point S, et de ce point, comme centre, décrivez avec un rayon SE une demi-circonférence, sur laquelle vous porterez de H en G la corde HG, égale à HK; prenant alors avec le compas la corde EG, et conservant cette ouverture de compas, posez une des pointes de l'instrument sur le point K, et avec l'autre pointe vous marquerez sur la circonférence le point T: l'arc DT sera l'amplitude ortive demandée.

PROPOSITION XXX.

TROUVER L'ARC DIURNE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE ET LA HAUTEUR EXACTE DES HEURES ÉGALES ET DES HEURES DE TEMPS POUR CET ARC DIURNE, LE TOUT POUR UNE LATITUDE DONNÉE.

Nous expliquerons ceci par un exemple, et nous supposerons qu'on demande l'arc diurne du commencement du Capricorne dans un lieu situé à 30 degrés de latitude septentrionale.

Fig. 45
et 46.

Décrivez un cercle que vous regarderez comme le méridien, et tracez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD, dont le premier, AB, représente la commune section du méridien [et du premier vertical et le second CD celle du méridien], et de l'horizon; prenez sur AC l'arc AH, égal à la latitude donnée, qui est de 30° , et menez par le point H et par le centre E la ligne HF, elle représentera la commune section du méridien et de l'équateur.

Fig. 45.

Si le point de l'écliptique dont vous cherchez l'arc diurne a une déclinaison et que cette déclinaison soit australe, la latitude donnée étant septentrionale, prenez sur CH l'arc HT, égal à la

déclinaison, qui est dans cet exemple de $23^{\circ} 35'$, vous aurez l'arc CT pour la hauteur méridienne de ce point, qui est le premier du Capricorne.

Mais si la déclinaison du point dont vous cherchez l'arc diurne est boréale et la latitude donnée septentrionale, retranchez l'arc HT de l'arc HAD, comme on le voit dans la fig. 46. Fig. 46.

Vous feriez le contraire si la latitude était méridionale.

Après cela, abaissez du point T une perpendiculaire TX sur HF, et par le même point T menez TO parallèle à HF, et prolongez-la jusqu'à ce qu'elle rencontre la circonférence en P : cette ligne TP sera le diamètre du parallèle du commencement du Capricorne, et sa partie TO sera le sinus verse de l'arc diurne de ce parallèle à la latitude donnée. Fig. 45
et 46.

Ensuite menez par le point O la ligne ZY, parallèle à TX, cette ligne ZY représentera la commune section de l'horizon et du parallèle du commencement du Capricorne : OE sera le sinus de l'amplitude ortive de ce point, laquelle se mesurera avec la circonférence ABCD, et OK le sinus de sa déclinaison mesurée aussi sur la circonférence ABCD ; EK sera le sinus de la différence ascensionnelle du même point, mesurée sur la circonférence Z'XY'.

Enfin du centre E, avec un rayon EX, décrivez le cercle Z'XY', ce sera le parallèle du commencement du Capricorne, et l'arc Y'XZ' sera l'arc diurne demandé.

Pour avoir la hauteur des heures de temps de cet arc diurne, divisez l'arc Y'X en six parties égales, et par les points de division menez parallèlement à YZ, intersection de l'horizon et du parallèle, des lignes qui rencontreront le sinus verse de l'arc semi-diurne en des points par lesquels vous mènerez parallèlement à CD des lignes qui rencontreront l'arc CT en des points M, L, N, S, Q, tels que l'arc CM sera la hauteur de la première heure [de temps] ; l'arc CL, la hauteur de la deuxième heure ; CN, celle de la troi-

sième heure; CS, celle de la quatrième; CQ, celle de la cinquième, et CT, celle de la sixième heure [ou hauteur méridienne].

Fig. 46*,
ajoutée.

Si on partage le parallèle du commencement du Capricorne en vingt-quatre parties égales, à partir du point Y', et qu'on mène par les points de division des parallèles à Y'Z', elles couperont le sinus verse en des points par lesquels, menant des parallèles à OC, ces lignes rencontreront l'arc CH en des points qui donneront exactement la hauteur des heures égales du jour où le soleil décrit le parallèle du commencement du Capricorne.

Fig. 47.

Si le point de l'écliptique dont on cherche l'arc diurne n'a pas de déclinaison, comme le premier point du Bélier, son arc diurne est de 180° , et la hauteur des heures se trouve en retranchant de DA l'arc DY, égal à la latitude, et en divisant l'arc YH en six parties égales et menant par les points de division des parallèles à l'horizon équatorial, représenté par la ligne KY, lesquelles rencontreront la commune section FH de l'équateur et du méridien en des points par lesquels, etc. Cette construction se termine comme la précédente.

Nous n'avons pas besoin d'expliquer après cela comment on trouverait la hauteur d'après l'arc de révolution de la sphère, ou cet arc de révolution d'après la hauteur.

AUTRE CONSTRUCTION

POUR TROUVER L'ARC DIURNE D'UN POINT DE L'ÉCLIPTIQUE ET LA HAUTEUR D'APRÈS L'ARC DE RÉVOLUTION, ET RÉCIPROQUEMENT.

Fig. 48.

Décrivez un cercle ABCD, qui sera le méridien, dans lequel vous mènerez deux diamètres perpendiculaires AB, CD, dont l'un, AB, sera l'intersection du premier vertical et du méridien, et l'autre, CD, celle de l'horizon et du méridien.

Prenez sur DA l'arc DY, égal à la latitude du lieu donné, le point Y sera le pôle visible [et, menant YI, le point I sera le pôle

caché], l'arc YAN' étant la distance au pôle visible, du point de l'écliptique dont vous cherchez l'arc diurne; abaissez du point N sur YI la perpendiculaire NF , que vous prolongerez jusqu'à ce qu'elle rencontre la circonférence en S , la ligne NS sera le diamètre du parallèle du point dont vous cherchez l'arc diurne, et le point F sera le centre de ce parallèle. Décrivez de ce point, comme centre, la demi-circonférence NHS : ce sera la moitié du parallèle distant du pôle visible de la quantité YN . Menez par le point O la ligne OR parallèle à YI , cette ligne sera la commune section de l'horizon et du parallèle, l'arc NHR la moitié de l'arc diurne demandé, et l'arc HR la différence ascensionnelle.

En même temps si on suppose que RK est l'arc de révolution, en abaissant par le point K la perpendiculaire KL sur NS , et menant LM parallèle à CD , l'arc CM sera la hauteur correspondant à l'arc de révolution RK . D'après cela on aurait facilement l'arc de révolution par la hauteur, celle-ci étant donnée.

Dans cette même figure la ligne FE est le sinus de la déclinaison du point dont on cherche l'arc diurne, et la ligne OE le sinus de son amplitude ortive. Fig. 48.

PROPOSITION XXXI.

TROUVER L'AZIMUT DE LA HAUTEUR QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE, A QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien, et menez les Fig. 49
deux diamètres perpendiculaires AB , CD ; le diamètre AB représentant la commune section du méridien et du premier vertical, et CD celle du méridien et de l'horizon.

Prenez sur CA l'arc CH, égal à la hauteur méridienne du point de l'écliptique dont vous cherchez l'azimut.

Si ce point n'a pas de déclinaison, menez HE et prenez sur CH une quantité égale à la hauteur donnée. Soit CT cette hauteur, menez TN parallèle à CD, elle coupera HE en N; menez le rayon TE, et du point N la ligne NG parallèle à AB; elle coupera TE en un point G, et la ligne EG sera le sinus de l'azimut. Vous en trouverez l'arc comme vous avez fait pour celui de l'amplitude ortive, et cet arc sera l'azimut demandé.

Fig 50. Si le point de l'écliptique a une déclinaison, cherchez le diamètre de son parallèle comme il a été dit précédemment, soit HOK ce diamètre, et HO le sinus verse de [la moitié de] la partie visible de ce parallèle.

Prenez sur DH l'arc DT, égal à la hauteur donnée, et menez par le point T une parallèle à DC, elle rencontrera le sinus verse de la [moitié de la] partie visible du parallèle en un point N; menez le rayon TE, et par le point N une parallèle à AB, qui rencontrera TE en G, la ligne EG sera le sinus de l'azimut. Si ce sinus tombe dans la partie boréale, l'azimut sera septentrional; s'il tombe dans la partie australe, l'azimut sera méridional.

Lorsque le sinus verse [de la moitié] de la partie visible du parallèle d'un point de l'écliptique coupe la ligne AE, la partie de cette ligne comprise entre le point d'intersection et le centre E est le sinus de la hauteur qui n'a pas d'azimut.

C'est par le même procédé qu'on trouve l'azimut des étoiles fixes, comme on trouve leur amplitude ortive et leur arc de révolution, d'après leur hauteur, au moyen des constructions exposées dans les propositions précédentes.

Quant à la réciproque de cette proposition, c'est-à-dire la détermination de la hauteur d'après l'azimut et la hauteur méridienne, on ne peut y arriver par cette construction, parce qu'elle laisserait quelque chose d'indéterminé, et nous donnerons ci-après

une autre construction, par laquelle il sera facile de résoudre cette question.

AUTRE CONSTRUCTION POUR TROUVER L'AZIMUT.

Décrivez un cercle, que vous regarderez comme le méridien, et tracez-y le diamètre du parallèle du point de l'écliptique dont vous cherchez l'azimut, soit HOK ce diamètre et HO sa partie visible, prenez sur CA l'arc CG, égal à la hauteur donnée, et du point G abaissez sur CD la perpendiculaire GT, cette ligne sera le sinus de la hauteur donnée et TE son cosinus. Fig. 51.

Par le point G menez une parallèle à CD, qui coupera HO en I; par ce point I menez IL, parallèle à AB et prolongée jusqu'à la circonférence en L; prenez avec le compas la distance ET, égale au cosinus de la hauteur, et, conservant l'ouverture de l'instrument, posez l'une des pointes sur le centre E, et avec l'autre marquez sur IL le point M, où elle se termine, après cela posez le bord d'une règle sur les deux points EM, et menez la droite EMN, qui rencontrera la circonférence en N, l'arc BN sera l'azimut demandé.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez un cercle comme dans la construction précédente, et prenez sur AC l'arc AF, égal à la latitude du lieu donné. Par le point A menez AG, parallèle à CD, et, posant la règle sur les points E, F, menez EG. Fig. 52.

Ensuite prenez sur CA l'arc CH, égal à l'amplitude ortive du point de l'écliptique de la hauteur duquel vous cherchez l'azimut. Par le point H menez une parallèle à CD, qui coupera AE au point T, la ligne TE sera le sinus de l'amplitude ortive.

Prenez sur CA l'arc CI, égal à la hauteur donnée, et par le point I menez une parallèle à CD, qui coupera les lignes GE, AE aux points K, L: la ligne KL sera le *hissah* de l'azimut.

Prenez sur TA la ligne TM, égale à KL, au cas que la déclinaison du point de l'écliptique et la latitude du lieu soient de dénomination contraire; mais si elles étaient de même dénomination, vous prendriez la différence de KL à TE. Ouvrez le compas de cette quantité $[TE \pm KL]$, et, plaçant l'une des pointes sur le centre E, marquez avec l'autre pointe sur la ligne EA un point M', par lequel vous mènerez parallèlement à CD la ligne MN.

Ensuite, avec un rayon LA et du centre E, décrivez un arc, qui coupera MN en un point S, par lequel et par le centre E vous mènerez ES, qui, prolongée, coupera la circonférence en Z, et l'arc DZ sera l'azimut demandé.

Nous n'avons pas besoin d'expliquer comment on trouverait l'azimut si le point de l'écliptique n'avait pas de déclinaison, attendu qu'après ce que nous venons de dire, cela ne présente aucune difficulté.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 53. Décrivez un cercle qui représentera l'horizon, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD; prenez sur BD l'arc BG, égal à la latitude du lieu, et sur BC l'arc BF, égal à BG, et menez GF, qui coupera AB en un point I.

Ensuite prenez sur CA l'arc CQ, égal à la hauteur donnée, et menez par le point Q la ligne QT, parallèle à AB; puis, avec un rayon ET et du centre E de l'horizon, décrivez un cercle, que vous nommerez *cercle de hauteur*.

Après cela prenez sur GAD l'arc GDH, égal à la distance du point de l'écliptique au pôle boréal de l'équateur [et menez la corde GH].

Si la ligne TQ est égale à la ligne IG, prenez la distance GH,

¹ L'auteur ajoute ici : « S'il n'y avait pas de différence entre les deux [TE et KL], la hauteur [donnée] n'aurait pas d'azimut. » Ceci se rapporte au second cas, c'est-à-dire lorsque la déclinaison et la latitude sont de même dénomination. S.

et, conservant cette ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le point I, et avec l'autre faites sur la circonférence du cercle de hauteur une marque par laquelle et par le centre de l'horizon, vous mèneriez une ligne qui se terminera à la circonférence du cercle de l'horizon, et l'arc compris entre cette ligne et la ligne d'est [et ouest] du cercle de l'horizon sera l'azimut demandé.

Si la ligne TQ n'est pas égale à la ligne IG, prenez la différence de ces deux lignes. Soit QR cette différence, prenez la distance GH, et, conservant l'ouverture du compas, tracez hors du cercle, fig. 54, une ligne droite, sur laquelle vous prendrez OV, égale à la corde GH. Divisez OV en deux parties égales au point S, et de ce point, comme centre, et avec un rayon SV, décrivez une demi-circonférence, et après cela prenez la distance QR [fig. 53], et portez cette ouverture du compas de V en N [fig. 54]; prenez de même avec le compas la distance NO [fig. 54], et portez-la de I en un point L de la circonférence du cercle de hauteur; par le point L et par le centre menez la ligne EL, qui, prolongée, rencontrera la circonférence de l'horizon en un point K : l'arc GK sera l'azimut demandé, et cet azimut sera oriental si la hauteur est orientale, ou occidental si la hauteur est occidentale.

Fig. 53
et 54

Observez que l'azimut de l'ombre est de dénomination contraire à celle de l'azimut du soleil, c'est-à-dire qu'il est du côté opposé, mais que cet azimut et celui du soleil sont tous les deux égaux entre eux.

PROPOSITION XXXII.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN LIEU QUELCONQUE, RELATIVEMENT AU VRAI POINT D'ORIENT DU LIEU OU L'ON EST.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD. Fig. 55.

Ensuite prenez sur DA l'arc DG, égal à la latitude du lieu où vous êtes; le point G sera le pôle boréal. Prenez GH, égal au complément de la latitude du lieu dont vous cherchez la déclinaison, en cas que la latitude de ce lieu soit septentrionale, ou égal à 90° , plus la latitude, si cette latitude est méridionale. Ensuite prenez l'arc GDT, égal à GAH, et menez la ligne TH, que vous divisez en deux parties égales au point I.

Du point I, comme centre, avec un rayon IH, décrivez le demi-cercle TKH, lequel est le parallèle qui passe par le zénith du lieu dont vous cherchez la déclinaison. Prenez sur ce demi-cercle l'arc HK, égal à la différence en longitude de ce lieu et de celui où vous êtes : le point K sera le zénith du lieu dont vous cherchez la déclinaison.

Abaissez du point K sur la ligne HT la perpendiculaire KM, et menez par le point M la ligne ML, parallèle à CD : l'arc CL sera la hauteur du point K au-dessus de l'horizon du lieu où vous êtes.

Abaissez du point L sur CD la perpendiculaire LN, la ligne NE sera le cosinus de la hauteur du point K.

Menez par le point M, parallèlement à AB, la ligne MO, qui coupe la circonférence [du méridien] en un point O. Ouvrez le compas de la quantité EN, et, posant une des pointes sur le point E, marquez avec l'autre pointe le point S sur la ligne MO, et menez par ce point et par le centre une droite, qui rencontrera la circonférence [du méridien] en un point V : l'arc BV sera l'azimut du lieu proposé, relativement à celui où vous êtes; lequel azimut est égal à la déclinaison de ce lieu à l'égard de votre vrai point d'orient.

On pourrait encore trouver cette déclinaison par une autre méthode, fondée sur ce que nous avons dit dans les propositions précédentes sur la recherche de l'azimut et de l'arc de révolution.

PROPOSITION XXXIII.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DU SOLEIL DANS UN LIEU QUELCONQUE DONT LA LONGITUDE ET LA LATITUDE SONT CONNUES, ET DE L'HEURE DU JOUR DE CE LIEU D'APRÈS L'HEURE DU PAYS OU L'ON EST.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien; menez les deux diamètres perpendiculaires AB , CD , et que A soit le zénith du lieu où vous êtes. Fig. 56.

Prenez sur le cadran DA l'arc DG , égal à la latitude de votre lieu; le point G sera le pôle visible. Menez par ce point le diamètre GF , F sera le pôle caché, et le diamètre GF sera la commune section du méridien et de l'horizon équatorial.

Cherchez par les méthodes expliquées précédemment le diamètre du parallèle du soleil pour le temps donné: soit HT ce diamètre, S son centre, et HIT sa demi-circonférence.

Prenez sur GDB l'arc DK , égal à la latitude du lieu dont on demande l'heure du jour, et menez par le point K le diamètre KL , qui coupe HT en N : la ligne NE sera [le sinus de] l'amplitude ortive du soleil dans votre lieu.

Menez par les deux points M et N deux lignes parallèles à GF , et terminées à la circonférence HTI ; ces lignes seront MO et NV , l'arc HO sera l'arc semi-diurne de votre lieu, et HF l'arc semi-diurne de l'autre lieu; l'arc IO sera la différence ascensionnelle de votre lieu, et IV celle de l'autre lieu. Fig. 56.

Prenez sur le cadran CA l'arc CQ , égal à la hauteur pour le temps compté dans le lieu où vous êtes; menez QZ , parallèle à CD , et ZR , parallèle à GF : l'arc OR sera l'arc de révolution dans votre lieu pour le temps donné; et, s'il n'y a pas de différence entre la longitude de votre lieu et celle de l'autre, l'arc

VR sera l'arc de révolution, au même temps, pour cet autre lieu. Dans ce cas, menez par le point Z la ligne ZU, parallèle à KL; l'arc LU sera la hauteur du soleil, au même temps donné, dans l'autre lieu, c'est-à-dire la hauteur demandée.

Mais si les deux longitudes sont différentes, l'autre lieu sera à l'orient ou à l'occident du vôtre. Dans le premier cas, prenez sur l'arc HIT, qui est la moitié orientale du parallèle diurne, une quantité égale à la différence des longitudes, et soit cette quantité l'arc HX. Pour le second cas, on prendrait cette quantité sur HYT, moitié occidentale du parallèle du jour : l'arc RX sera l'augmentation de l'arc de révolution au temps donné dans l'autre lieu; et cet augment de l'arc de révolution étant connu, la hauteur le sera aussi, ce qui est manifeste.

Nous observerons seulement qu'on pourrait prendre la différence des deux longitudes sur la moitié orientale du parallèle diurne dans les deux comparaisons, ce qui est évident.

PROPOSITION XXXIV.

TROUVER 1° LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES AU PLAN DU MÉRIDIEN;
2° L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE

Pour répandre plus de clarté sur ce sujet, nous l'expliquerons par un exemple, dans lequel nous supposerons que le soleil est au commencement du Capricorne et le lieu de l'opération au 30° degré de latitude septentrionale.

Fig. 57
et 58.

Décrivez deux cercles égaux, dans chacun desquels vous mènerez deux diamètres perpendiculaires. Que le cercle ABCD représente l'horizon, et le cercle EGH soit un vertical, dont le centre est Y [et le diamètre EH la commune section du vertical et de l'horizon].

A la rigueur, un seul de ces deux cercles pourrait suffire, mais la construction est plus claire en en faisant deux.

Que le diamètre AD du premier cercle soit la ligne méridienne, le diamètre BC la ligne d'est et ouest, le point A le vrai point sud, et le point C le vrai point d'est, le centre étant en Y. Fig. 57.

Observez si, au temps pour lequel on demande ce dont il s'agit, le [centre du] soleil est à l'horizon ou s'il est au-dessus de l'horizon. S'il est à l'horizon, il sera à l'orient ou à l'occident; si c'est à l'orient, prenez la longueur du gnomon sur la ligne BY, c'est-à-dire sur la moitié occidentale de la ligne d'est et ouest; si c'est à l'occident, prenez votre gnomon sur la ligne CY.

Supposons que le soleil soit sur l'horizon occidental; prenez sur YC la ligne YK, égale au gnomon dont vous voulez vous servir; menez par le point K une droite parallèle à AD, prolongée de part et d'autre indéfiniment, et nommez cette ligne *ligne d'horizon*.

Ensuite, prenez sur le cadran BA l'arc BL, égal à l'amplitude occase du premier point du Capricorne; et comme vous la prenez sur le cadran BA, elle est sud-ouest comme ce cadran.

Par le point L et par le centre faites passer une droite LM, qui se termine au point M sur la ligne d'horizon; la ligne MK sera la distance pour la fin de la 12^e heure du jour du premier point du Capricorne, et il n'y aura pas d'ombre employée pour ce temps, parce qu'en ce moment le soleil n'a pas de hauteur.

La distance que vous venez de trouver sera l'ombre portée sur le plan du méridien dans le même temps, et l'azimut de cette ombre sera de 90° nord, parce que l'amplitude occase du soleil est australe.

Si au temps proposé le [centre du] soleil est au-dessus de l'horizon, sa hauteur sera ou orientale ou occidentale; si elle est orientale, prenez la longueur du gnomon sur la ligne YB, et si elle est occidentale, prenez cette longueur sur la ligne YC. Sup-

posons qu'elle soit occidentale, prenez cette longueur sur la ligne YC ; supposons qu'elle soit occidentale, pour nous servir de la figure telle qu'elle est.

Prenez sur le même cadran BA l'arc BN , égal à l'azimut de la hauteur au temps donné; et comme nous le prenons sur ce cadran, cet azimut sera sud-ouest.

Menez par le point N et par le centre une droite qui rencontre la ligne d'horizon au point O , la ligne KO sera la distance dans le plan donné, à l'instant où l'azimut de la hauteur sera égal à BN .

Fig. 58. Prenez sur $Y'H$ la ligne $Y'Q$, égale à YO , et menez par le point Q une parallèle à GI , que vous nommerez *ligne d'ombre*.

Fig. 57
et 58. Ensuite, prenez sur le cadran EG l'arc EX , égal à la hauteur dont l'azimut est BN , et menez par le point X et par [le centre] Y' une ligne qui rencontrera la ligne d'ombre en X' : QX' sera l'ombre employée relativement au plan donné, dans le temps où la hauteur est égale à EX . Prenez sur $Y'I$ la ligne $Y'S$, égale à KO , et par le point S menez la droite ST , parallèle à $Y'E$; prenez sur cette parallèle la ligne SS' , égale à QX' , c'est-à-dire à l'ombre employée, et, posant le bord d'une règle sur les deux pointes Y' et S' , menez la droite $Y'S'T'$: la ligne $Y'S'$ sera l'ombre portée sur le plan donné au temps donné, et l'arc ET l'azimut de cette ombre.

Vous suivrez la même méthode pour toute autre hauteur et tout autre jour donnés.

A l'égard du plan du méridien dont il s'agit ici, toutes ces choses [distance, ombre employée et ombre portée] sont nulles à midi, et ce que l'on trouverait pour les hauteurs occidentales serait identique à ce que l'on aurait pour les hauteurs orientales égales, telles que celles qui ont lieu au commencement de la huitième heure d'un jour et au commencement de la sixième heure du même jour; c'est sur quoi il faut se régler.

PROPOSITION XXXV.

TROUVER 1^o LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES AU PLAN DU PREMIER VERTICAL ;
 2^o L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, EN QUELQUE TEMPS QUE
 CE SOIT.

Nous expliquerons encore ceci, pour plus de clarté, par un exemple, dans lequel nous supposerons [comme dans l'exemple précédent] que le soleil est au commencement du Capricorne, et le lieu où l'on est à 30° de latitude septentrionale.

Décrivez deux cercles égaux et menez dans chacun de ces cercles deux diamètres perpendiculaires AB, CD [et EI, GH]; le premier cercle ABCD représentera l'horizon, et le second GIEH un vertical; le diamètre AB du premier cercle sera la ligne méridienne, le diamètre CD la ligne d'est et ouest, et le point A le vrai point sud.

Fig. 59
et 60.

Observez si, au temps pour lequel on demande les choses dont il s'agit, le [centre du] soleil est à l'horizon ou au-dessus de l'horizon. S'il est à l'horizon, il sera dans la partie septentrionale ou dans la partie méridionale. S'il est dans la partie septentrionale, prenez la longueur du corps de l'ombre sur la ligne UA, et s'il est dans la partie méridionale, prenez le corps sur la ligne UB; et comme dans cet exemple nous le supposons dans la partie méridionale, prenez sur UB la ligne UO, égale au corps qui vous sert de module.

Menez par le point O, parallèlement à la ligne d'est et ouest, une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'horizon*.

Si le soleil est à l'horizon oriental, prenez son amplitude ortive du côté oriental du cadran où il se trouve; mais comme nous

le supposons à l'horizon occidental, prenez sur CA l'arc CL, égal à l'amplitude occase du commencement du Capricorne, que nous prenons sur ce cadran parce qu'elle en fait partie, et menez par le point L et par le centre une droite qui coupe la ligne d'horizon en un point X, la ligne XO sera la distance pour la fin du jour déjà indiqué : cette distance est égale à l'ombre portée sur le plan du premier vertical, et l'azimut de cette ombre est de 90° , parce qu'en ce même temps le soleil n'a pas de hauteur, et c'est aussi pour cette raison qu'il n'y a pas alors d'ombre employée.

Si le [centre du] soleil au temps proposé est au-dessus de l'horizon, sa hauteur est boréale ou elle est australe. Si elle est boréale, prenez la longueur du corps sur la ligne UA, et si elle est australe, prenez cette longueur sur la ligne UB. Dans cet exemple nous la supposons australe, pour nous servir de la figure telle qu'elle est; mais cette hauteur peut être orientale ou occidentale : si elle est orientale, prenez son azimut du côté oriental du cadran dans lequel elle se trouve; si elle est occidentale, prenez son azimut du côté occidental de son cadran. Nous la supposerons occidentale.

D'après cela, prenez sur le cadran CA l'arc CM, égal à l'azimut de la hauteur au temps pour lequel vous voulez connaître tout ce dont il s'agit, et menez par le point M et par le centre U une droite qui coupe la [ligne] d'horizon au point N : la ligne NO sera la distance pour ce temps.

Prenez sur la ligne KH la ligne KF, égale à UN; menez sur le point F une ligne parallèle à KI, et nommez cette ligne *ligne d'ombre*.

Ensuite, prenez sur l'arc GE une quantité GQ, égale à la hauteur au temps pour lequel on demande toutes les choses énoncées ci-dessus : cet arc sera celui dont l'azimut est CM.

Menez par le point Q et par le centre une droite qui coupera

la ligne d'ombre au point X' : la ligne FX' sera l'ombre employée pour le temps proposé.

Prenez sur KI [prolongée s'il est nécessaire] la ligne KS , égale à NO , et par le point S menez une parallèle à KG ; sur cette parallèle prenez ST , égale à FX' , et menez par les points K et T une droite qui coupera la circonférence en un point R : la ligne KT sera l'ombre portée sur le plan proposé au temps donné, et l'arc GR sera l'azimut de cette ombre.

Nous avons dit dans la première partie de cet ouvrage quel devait être le côté de la distance relative au plan proposé, et l'on sait que l'azimut de l'ombre portée sur le plan est de même dénomination que la distance.

Vous suivrez la méthode que nous venons d'exposer pour trouver la distance, l'ombre employée, l'ombre [portée] et son azimut pour tout autre temps.

Observez que, pour le commencement de la septième heure [à midi], il n'y a pas de distance, et que l'ombre employée est alors égale à l'ombre verticale de la hauteur méridienne du soleil, et qu'elle est aussi égale à l'ombre portée sur le plan proposé. De plus, cette ombre n'a pas d'azimut, parce qu'elle tombe sur une ligne menée du centre du corps [de l'ombre] perpendiculairement à la [ligne] d'horizon. En outre, toutes ces choses deviennent nulles lorsque le soleil est dans le plan du premier vertical.

Observez encore que la distance, l'ombre employée, l'ombre et son azimut, pour un temps quelconque avant le midi vrai de quelque jour que ce soit, sont en tout égales à celles que l'on trouve pour le temps de l'après-midi, auquel temps la hauteur est égale à celle qui avait lieu le matin.

PROPOSITION XXXVI.

TROUVER 1^o LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES AU PLAN D'UN VERTICAL QUELCONQUE; 2^o L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT.

Nous allons, pour nous faire mieux comprendre, expliquer ceci par un exemple, dans lequel nous supposerons que le soleil est au commencement du Capricorne, que le lieu donné est à 30° de latitude septentrionale, et la déclinaison du vertical dont il s'agit, à l'égard du sud, telle, que ce plan décline vers l'ouest de 45° .

Fig. 61
et 62.

Décrivez deux cercles égaux, dont l'un représentera l'horizon, et l'autre le vertical en question.

Menez dans le cercle de l'horizon deux diamètres perpendiculaires AB, CD, le centre étant en E; que AB soit la ligne méridienne et CD la ligne d'est et d'ouest, le vrai point sud étant supposé en A, les trois autres termes de l'horizon [ou points cardinaux] se trouveront par là déterminés.

Menez de même dans le vertical deux diamètres perpendiculaires NR, LM, le centre étant en U et le point N le zénith.

Prenez sur le cadran AD l'arc AI, égal à la déclinaison du vertical à l'égard du sud, laquelle est de 45° . On la prend ici sur ce cadran, parce qu'elle s'y trouve effectivement.

Menez par le point I le diamètre IK, ce diamètre sera la commune section de l'horizon et du vertical; menez le diamètre OV, perpendiculaire au diamètre IK.

Alors observez si, au temps pour lequel on demande les choses énoncées dans le titre de cette proposition, le [centre du] soleil est à l'horizon ou au-dessus de l'horizon.

S'il est à l'horizon, il sera à l'orient ou à l'occident; s'il est à l'orient, prenez son amplitude ortive du côté oriental du cadran dans lequel il se trouve, et s'il est en même temps placé sur l'arc [ou demi-cercle] IOK, prenez la longueur du corps [de l'ombre] sur la ligne EV; mais s'il est sur l'arc IVK, prenez la longueur de ce corps sur la ligne EO.

Nous supposerons dans cet exemple que le soleil est à l'horizon oriental; c'est pourquoi nous prendrons son amplitude ortive CT sur le cadran CA, où il se trouve; nous le supposerons aussi dans la demi-circonférence IOK, et à cause de cela, nous prendrons le corps sur la ligne EV, soit EG ce corps.

Menez par le point G, parallèlement à IK, une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'horizon*.

Par le point T et par le centre, menez la droite TT', qui coupe en T' la ligne d'horizon, GT' sera la distance demandée au temps donné.

Cette distance sera aussi l'ombre portée sur le plan donné, et l'azimut de cette ombre sera de 90°, parce que le soleil n'a point de hauteur, pour quelle cause il n'y a pas non plus d'ombre employée en ce même temps.

Si le soleil est au-dessus de l'horizon, son azimut sera oriental ou occidental; s'il est oriental, prenez un arc égal à cet azimut du côté oriental du cadran dans lequel il se trouve, et s'il est occidental, prenez-le du côté occidental de son cadran.

Si cet arc [égal à l'azimut] se termine dans le demi-cercle IOK, prenez la longueur du corps sur la ligne EV, et s'il se termine dans le demi-cercle IVK, prenez la longueur du corps sur la ligne OE.

Nous supposerons que l'azimut est oriental, et qu'il se termine dans le demi-cercle IOK, pour nous servir de la figure dans l'état où elle est, soit CX cet azimut.

Menez par le point X et par le centre une droite qui coupe la ligne d'horizon en X' , la ligne $G X'$ sera la distance au temps donné, et la ligne $E X'$ le corps de l'ombre employée au même temps.

Prenez sur le rayon UM du cercle de hauteur la ligne UQ , égale à $E X'$; par le point Q menez parallèlement à NR une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'ombre*.

Ensuite prenez sur le cadran LN l'arc LS , égal à la hauteur au temps donné, et par le point S et par le centre, menez une droite qui coupe la ligne d'ombre en S' , la ligne $Q S'$ sera l'ombre employée pour le temps donné.

Terminez cette construction comme les précédentes, et vous trouverez l'ombre portée et son azimut d'après la distance et l'ombre employée comme vous l'avez déjà fait, et vous suivrez la même méthode pour tel temps donné que ce soit.

A midi la distance est égale à la partie de la ligne d'horizon comprise entre le point G et la ligne méridienne: c'est dans cet exemple la ligne GG' , et lorsque le soleil est dans le premier vertical, la distance est égale à la partie de la ligne d'horizon comprise entre le corps et la ligne d'est et d'ouest: c'est dans cet exemple la ligne GG'' .

PROPOSITION XXXVII.

TROUVER 1^o LA DISTANCE ET L'OMBRE PORTÉE RELATIVES A UN PLAN INCLINÉ SANS DÉCLINAISON A L'ÉGARD DE LA MÉRIDienne; 2^o L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, LORSQUE LE CORPS POSÉ SUR LE PLAN EST PARALLÈLE A L'HORIZON.

Nous expliquerons cette proposition, comme les précédentes, par un exemple, dans lequel nous supposerons de même que le

soleil est au commencement du Capricorne et le lieu donné à 30° de latitude septentrionale.

Décrivez deux cercles égaux, et menez dans chacun deux diamètres perpendiculaires; que le premier cercle ABCD soit l'horizon, et le second EGH I un vertical, le point A le vrai point sud, d'après lequel on connaît les trois autres points cardinaux, et la ligne AB la ligne méridienne.

Fig. 63
et 64.

Observez ensuite si le plan donné est incliné vers l'orient ou vers l'occident; s'il est incliné vers l'orient, prenez son inclinaison sur le cadran AC, et s'il est incliné vers l'occident, prenez son inclinaison sur le cadran AD.

Nous le supposerons incliné vers l'orient; ainsi prenez sur le cadran AC l'arc AY, égal à son inclinaison, et menez par le point Y, parallèlement à la ligne méridienne, une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'horizon*.

Cette ligne d'horizon rencontre nécessairement la ligne CD, c'est-à-dire la ligne d'est et d'ouest, et celle-ci la coupe en un point K, ce qui donne KL pour la longueur du corps, et KY pour celle du corps de l'ombre horizontale. Si le temps pour lequel on demande ce dont il s'agit est après le midi vrai, cherchez la distance et l'ombre employée par la méthode de la xxxiv^e proposition : cette distance sera égale à KM, et le corps de l'ombre employée à LM.

Prenez sur le cadran GE [du vertical] l'arc GV, égal à la hauteur au temps donné, et sur la ligne NI la ligne NS, égale au corps de l'ombre horizontale [KY], et sur la ligne NH la ligne NO, égale à la ligne LM, corps de l'ombre employée; menez OS, et par le point V et par le centre faites passer une droite, qui coupera OS au point Q : la ligne OQ sera l'ombre employée pour le temps proposé, la ligne KM étant la distance pour le même temps.

Prenez sur NG la ligne NS', égale à la distance [KM], et faites

au point S' un angle $NS'T$, égal à l'angle NOQ , e. i., prenant $S'T$, égale à OQ , menez par [le centre] N et par le point T une droite, qui coupera la circonférence en T' : l'arc IT' sera l'azimut de l'ombre, et la ligne NT sera l'ombre.

Lorsque le [centre du] soleil n'a pas de hauteur, il n'y a pas d'ombre employée : l'ombre est égale à la distance et son azimut est de 90° .

Lorsque le temps donné est l'instant du midi vrai, il n'y a ni distance ni ombre employée, et il faut prendre pour [ombre] employée l'ombre du corps de l'ombre horizontale, ce qui est manifeste, car on prendrait sur le cadran GE un arc GX , égal à la hauteur méridienne; et si, après avoir mené par le point X et par le centre une droite indéfinie, et par le point S une autre droite SH' , parallèle à NH , on prolonge ces deux droites jusqu'à ce qu'elles se rencontrent en un point H' , la ligne SH' sera l'ombre portée sur le plan incliné au midi vrai.

Si le temps donné est avant midi, toutes les choses dont il s'agit ne se calculent pas [ordinairement] pour le plan donné, parce qu'on ne calcule de ces choses, pour les plans inclinés, que ce qui tombe du côté de leur inclinaison.

Mais pour rendre cette proposition plus complète, nous allons exposer comment on peut les calculer.

Soit donc le temps donné avant midi vrai, prenez sur la ligne NE la longueur du corps KY de l'ombre horizontale, et cherchez la distance et le corps de l'ombre employée par les méthodes précédentes.

Ensuite prenez sur la ligne NH une quantité égale au corps de l'ombre employée, et joignez son extrémité à celle du corps de l'ombre horizontale.

Ensuite prenez sur le cadran GE un arc égal à la hauteur au temps donné, et par l'extrémité de cet arc et par le centre menez une droite; prolongez cette ligne et celle qui passe par l'extrémité

des corps de l'ombre employée et de l'ombre horizontale jusqu'à ce que ces deux droites se rencontrent, la ligne qui joint le point de rencontre et [l'extrémité] du corps de l'ombre employée sera égale à l'ombre employée.

Le reste de cette construction ne présente aucune difficulté.

On n'en éprouve non plus aucune dans la recherche des choses énoncées dans le titre de cette proposition, relativement aux plans inclinés qui n'ont pas de déclinaison à l'égard de la ligne d'est et d'ouest.

PROPOSITION XXXVIII.

TROUVER LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES A UN PLAN INCLINÉ, AVEC DÉCLINAISON A L'ÉGARD DE LA MÉRIDienne ET DE LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Décrivez deux cercles égaux, dans chacun desquels vous mènerez deux diamètres perpendiculaires, le premier cercle ABCD représentant l'horizon, et le second LNSO étant un vertical. Fig. 65
et 66.

Que AB soit la méridienne, A le vrai point sud, et L du vertical le zénith.

Si le côté méridional du plan donné s'éloigne du point sud vers l'orient, prenez sa déclinaison sur le cadran AC, et s'il s'en éloigne vers l'occident, prenez sa déclinaison sur le cadran AD.

Supposons qu'il décline vers l'orient, prenez sur CA l'arc AF, égal à la déclinaison, et déterminez [par le diamètre FEY] le point Y, diamétralement opposé au point F.

Ensuite, si l'inclinaison du plan incliné est orientale, prenez sur l'arc FCY un arc égal à cette inclinaison; si elle est occidentale, prenez cet arc sur l'arc FKY.

Supposons que l'inclinaison est orientale, prenez sur l'arc FCY

l'arc FC, égal à cette inclinaison, et par le point C menez parallèlement à FI une droite, que vous nommerez *ligne d'horizon*; puis, par le point E, abaissez une perpendiculaire EH sur la ligne d'horizon, la ligne EH sera la longueur du corps.

Par le point F menez une parallèle à AE; elle rencontrera CD en un point G, et la droite FG sera la longueur du corps de l'ombre horizontale.

Si au temps donné l'azimut du soleil tombe en entier sur l'arc FKI, cherchez la distance de l'ombre employée d'après la méthode exposée dans la xxxvi^e proposition.

Soit TH la distance et TE le corps de l'ombre employée, prenez sur la ligne QS [dans le vertical] la ligne [QR, égale au corps de l'ombre horizontale, et sur la ligne QO la ligne] QV, égale au corps de l'ombre employée, et menez VR.

Ensuite prenez sur le cadran NL l'arc NM, égal à la hauteur au temps donné, et menez par le point M et par le centre une droite, qui rencontre VR en un point X: la ligne VX sera égale à l'ombre employée.

La distance ayant déjà été déterminée, le reste de l'opération ne présente plus de difficulté. Lorsqu'au temps donné l'azimut du soleil est dans l'arc FCI, les quantités trouvées ne se calculent pas, d'après ce qui a été dit dans la proposition précédente.

PROPOSITION XXXIX.

TROUVER L'OMBRE PORTÉE SUR UN PLAN INCLINÉ PAR UN CORPS PERPENDICULAIRE A CE PLAN, LORSQUE L'INCLINAISON ET L'AZIMUT SONT CONNUS.

D'après ce que nous avons dit précédemment, il en est d'un plan incliné, dont on connaît l'inclinaison et l'azimut, comme de

l'horizon d'un lieu dont on connaît la latitude et la longitude, et nous avons vu, dans la xxxiii^e proposition, que, quand on connaît la longitude et la latitude d'un lieu, ainsi que la hauteur du soleil dans le lieu où l'on est, la hauteur du soleil dans l'autre est aussi connue, et que, quand la hauteur est connue, l'ombre et son azimut le sont aussi.

Ainsi vous pouvez déterminer l'ombre [dont il s'agit ici] et son azimut d'après la distance et l'ombre employée, ce qui est manifeste; mais on peut les déterminer d'une autre manière, comme vous le verrez par la suite.

PROPOSITION XL.

TROUVER LA LIGNE MÉRIDIDIENNE ET LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Tracez un cercle dans le plan de l'horizon et élevez au centre un gnomon perpendiculaire à ce plan.

Pour cela, prenez un cône droit à base circulaire, et du centre du cercle que vous venez de décrire, tracez un autre cercle égal à celui de la base du cône, et appliquez la base du cône sur le second cercle, de manière que les deux circonférences coïncident parfaitement : la flèche [ou axe] du cône sera perpendiculaire au plan de l'horizon et tombera sur le centre du cercle.

Ou autrement : Prenez un triangle de cuivre ou d'un bois solide, dont les deux côtés soient égaux, et par l'intersection de ces deux côtés abaissez une perpendiculaire sur la base : en quelque lieu que vous placiez ce triangle, s'il est perpendiculaire au plan de l'horizon, la perpendiculaire à sa base sera perpendiculaire à l'horizon, et si vous placez le pied de cette perpendiculaire sur le centre du cercle dont nous venons de parler, elle sera perpendiculaire au plan de ce cercle.

Préparez les choses de manière que l'ombre du gnomon à midi soit plus courte que le rayon du cercle; ensuite observez lorsque l'ombre du gnomon se termine avant midi à la circonférence du cercle, et faites une marque en ce point de la circonférence: faites la même observation après midi, et marquez sur la circonférence le point où se trouve l'extrémité de l'ombre lorsqu'elle s'y termine, et, divisant ensuite en deux parties égales l'arc compris entre les deux points marqués, menez par le point de division un diamètre au cercle, ce diamètre sera la ligne méridienne, et en menant une perpendiculaire à cette ligne dans le plan de l'horizon, cette perpendiculaire sera la ligne d'est et ouest.

AUTRE CONSTRUCTION.

Connaissant le lieu du soleil dans l'écliptique, placez sur un plan parallèle à l'horizon un parallélépipède rectangle, et menez par la commune section de son ombre et des rayons du soleil une ligne droite; puis cherchez l'azimut du soleil pour le temps où vous tracez cette ligne, ensuite décrivez un cercle dont le centre soit sur la ligne et qui soit coupé par cette ligne; prenez du point d'intersection et du côté de la méridienne un arc égal au complément de l'azimut: par l'extrémité de cet arc, et par le centre faites passer une droite, cette droite sera la ligne méridienne; mais la première construction est préférable, surtout quand le soleil est près des solstices, et qu'on marque l'entrée et la sortie de l'ombre sur la circonférence du cercle lorsque la hauteur du soleil est de six degrés ou environ.

Nous donnerons dans la quatrième partie une autre méthode pour tracer une méridienne.

Lorsque le soleil est dans l'équateur, on peut tracer la méridienne comme il suit:

Élevez une perpendiculaire sur le plan de l'horizon, et faites

une marque à l'extrémité de son ombre sur ce plan; attendez que l'ombre ait passé cette marque, et faites-en une autre lorsque l'extrémité de l'ombre sera à quelque distance du premier point; ensuite menez une ligne droite par les deux points, cette droite sera la ligne d'est et ouest; élevez sur cette ligne une perpendiculaire, cette perpendiculaire sera la ligne méridienne.

Mais cette méthode n'est qu'approximative, parce que le soleil ne décrit pas exactement l'équateur.

On peut aussi tracer la méridienne par ce moyen lorsque le soleil décrit un autre cercle que l'équateur, si ce n'est qu'on a besoin de l'hyperbole, laquelle se décrit avec [l'instrument nommé *al-burkar-al-tâmmé*] le compas parfait, parce que c'est une des sections coniques, ce que nous avons expliqué dans l'ouvrage que nous avons composé sur l'usage de cet instrument.

PROPOSITION XLI.

TROUVER LA VALEUR D'UN ANGLE B RELATIVEMENT A L'ANGLE DROIT.

Ayant tracé les deux lignes BA, BC, du point B, comme centre, Fig. 67. décrivez un cercle entier, dont les deux lignes tracées intercepteront l'arc AC; divisez la circonférence du cercle en 360 parties égales, et prenez le nombre des parties comprises sur l'arc AC, le rapport de ce nombre à 90° sera la valeur de AB relativement à l'angle droit.

PROPOSITION XLII.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN MUR A L'ÉGARD DE LA LIGNE MÉRIDIENTENNE.

Voici la meilleure manière de résoudre cette question :

Tracez une méridienne, et marquez sur cette ligne un point quelconque, ensuite prenez un cône circulaire droit bien exécuté, et du point marqué comme centre, décrivez un cercle égal à la base du cône; placez la base du cône sur ce cercle, de manière que les deux circonférences coïncident parfaitement; observez lorsque la lumière du soleil cesse d'éclairer la face du mur dont vous voulez la déclinaison, et, avant que le soleil ait changé d'azimut, faites une marque à l'extrémité de l'ombre du cône.

Otant alors le cône de la place qu'il occupe, posez l'une des pointes du compas sur le point marqué sur la méridienne, et l'autre pointe sur la marque de l'extrémité de l'ombre du cône, et du premier point, comme centre, décrivez un arc, que vous continuerez jusqu'à ce qu'il rencontre la méridienne. Si l'arc intercepté est de 90° , le plan sera droit sur la ligne d'est et ouest, et si l'arc est au-dessous de 90° , il sera égal à la déclinaison; mais s'il est au-dessus de 90° , retranchez-le de 180, et le reste sera la déclinaison; si la marque de l'ombre du cône était sur la méridienne, le plan n'aurait pas de déclinaison à l'égard de cette ligne.

Cette opération est celle qui donne le résultat le plus exact, surtout lorsque la méridienne a déjà été tracée avec soin et que le soleil est près de l'un des solstices.

Ou autrement: Prenez, ou par le calcul ou géométriquement, l'azimut du soleil lorsque cet astre est dans l'azimut de la face du

mur dont on demande la déclinaison ; ce que vous aurez sera la déclinaison à l'égard de la ligne d'est et ouest : retranchez-la de 90° , le reste sera la déclinaison à l'égard de la ligne méridienne.

Ou autrement encore : Prenez l'azimut du soleil lorsqu'il éclaire le plan dont vous cherchez la déclinaison, soit que le soleil soit dans l'azimut du plan ou qu'il n'y soit pas ; ensuite prenez l'angle azimutal pour ce temps, c'est-à-dire l'angle qui a pour côtés la commune section de l'horizon et du plan dont vous cherchez la déclinaison et la commune section de l'horizon et du cercle azimutal du soleil ; ajoutez cet angle au complément de l'azimut du soleil du côté occidental si l'on est avant midi, ou retranchez-le si l'on est après midi ; ce que vous aurez sera la déclinaison : mais cela n'a lieu qu'autant que l'azimut du soleil n'est pas boréal, car s'il est boréal, retranchez le plus petit du plus grand, et le reste sera la déclinaison.

Pour le côté oriental, faites le contraire de tout ce qu'on vient de dire.

PROPOSITION XLIII.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN PLAN INCLINÉ A L'HORIZON ET LA QUANTITÉ DE SON INCLINAISON.

Prenez un point sur la commune section du plan incliné et de l'horizon, et par ce point menez dans le plan incliné une perpendiculaire à la commune section ; prenez sur cette dernière ligne un point quelconque, par lequel vous élèverez une perpendiculaire au plan incliné ; après cela, observez lorsque l'ombre de cette perpendiculaire au plan incliné tombe sur la perpendiculaire qui est dans ce plan ; prenez pour cet instant l'azimut du soleil, il

422 DEUXIÈME PARTIE. — DES CONSTRUCTIONS.

sera égal à la déclinaison du plan incliné. Mesurez la longueur de l'ombre portée par la perpendiculaire sur le plan incliné, et prenez la hauteur correspondant à cette longueur de l'ombre : cette hauteur sera égale au complément de l'inclinaison du plan.

FIN DU LIVRE PREMIER.

LIVRE DEUXIÈME.

DE LA CONSTRUCTION DE QUELQUES INSTRUMENTS DONT ON SE SERT POUR
RÉSoudre LES QUESTIONS QUI S'Y RAPPORTENT, SANS EMPLOYER [LE
CALCUL] DES PROPORTIONS ET SANS ÊTRE OBLIGÉ DE CONSIDÉRER LA
POSITION DE LA SPHÈRE.

CHAPITRE PREMIER.

CONSTRUCTION DU *HHAFIR*¹ POUR UNE LATITUDE DONNÉE.

La latitude pour laquelle on veut construire le *hhâfir* doit être plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique; ainsi nous supposons qu'on le construit pour le 30^e degré de latitude septentrionale.

Cela étant, calculez pour cette latitude les ombres horizontales de la fin des heures du commencement des signes et de leurs moitiés, ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez atteindre, car plus les divisions sont rapprochées, plus la construction est exacte; et après avoir ordonné toutes ces ombres dans une table, supposez que la longueur du gnomon [ou corps²] de l'ombre soit [égale à la ligne] AB, et prenez une règle bien dressée, telle que la règle CD, qui contient AB autant de fois, Fig. 68.

¹ Le mot *hhâfir* désigne à la lettre le *sabot* du cheval, et ce nom paraît relatif à la forme de l'instrument dont il s'agit ici. S.

² Nous nous servons désormais du mot *gnomon*, et non de celui de *corps*, toutes les fois qu'il s'agira de l'aiguille du cadran et non pas d'une ligne purement géométrique.

ou un peu plus, que le gnomon est compris dans l'ombre de la fin de la première heure du commencement du Capricorne à la latitude donnée; nous prenons cette ombre pour module, parce que c'est la plus longue qui soit portée dans la table.

Divisez ensuite votre règle selon ce qu'elle contient de doigts [ou de douzièmes] de la ligne AB, et subdivisez le premier doigt en minutes, si faire se peut, puis écrivez au-dessus de chaque division le nombre qui lui correspond, comme vous le voyez dans la figure. [Cette règle ainsi divisée vous servira d'échelle de proportion.]

Après cela, prenez dans la table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne, parce que c'est le plus court jour à la latitude donnée; vous trouverez $72^{\text{d}} 53'$, auxquels vous ajouterez $48^{\text{d}} 40'$, ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, parce que ce jour est le plus long: la somme sera de $121^{\text{d}} 33'$, dont la moitié est $60^{\text{d}} 46' 30''$. Prenez cette quantité sur l'échelle, et avec l'ouverture correspondante du compas, comme rayon, décrivez sur une tablette plane un cercle *occulte*¹.

Divisez ce cercle en douze parties égales, et chaque partie en trois autres, conformément à la construction de la table, où les signes sont ainsi divisés.

Soit KX un des diamètres du cercle occulte, ou les deux extrémités KX les limites de deux des divisions des douze signes; faites sur la circonférence du cercle occulte, savoir X le commencement du Capricorne, et K le commencement de l'Écrevisse.

Cherchez dans la table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, vous aurez $48^{\text{d}} 40'$; prenez sur l'échelle, avec votre compas, la quantité cor-

¹ L'auteur désigne par ce terme les *lignes de construction*, qui ne doivent pas subsister sur la figure lorsqu'elle est terminée. Nous les avons conservées et ponctuées, pour rendre plus facile l'intelligence des figures. S.

respondant à cette ombre, et portez cette longueur de K, c'est-à-dire du premier point de l'Écrevisse, en T, sur la ligne KX : le point T sera le centre du gnomon; ensuite, par les limites des divisions du cercle occulte et par le point T, menez à ce point autant de lignes occultes.

Alors cherchez dans la table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du 10° degré du Capricorne, laquelle ombre est de 72^d 14'; prenez avec le compas un égal nombre de divisions de l'échelle, et portez cette distance du centre T du gnomon sur la ligne occulte qui passe par le 10° degré du Capricorne et sur celle qui passe par le 20° degré du Sagittaire, vous aurez deux points de limite, dont le premier marquera la fin de la première heure du jour du 10° degré du Capricorne, et le second la fin de la première heure du jour du 20° degré du Sagittaire.

Prenez de même sur l'échelle les parties correspondant à l'ombre horizontale du 20° degré du Capricorne, laquelle est de 70^d 42', et, conservant l'ouverture du compas, portez cette distance du centre T sur la ligne occulte qui passe par le 20° degré du Capricorne, et sur celle qui passe par le 10° degré du Sagittaire; vous aurez deux points de limite, dont le premier marquera la fin de la première heure du jour du 20° degré du Capricorne, et le second la fin de la première heure du jour du 10° degré du Sagittaire.

Marquez de même sur chacune des autres lignes occultes la fin de la première heure du jour qui lui correspond, et joignez tous les points de limite par des lignes droites, en passant successivement de l'un à l'autre, de manière que toutes les lignes de jonction ne forment plus qu'une seule et même ligne courbe continue et régulière : cette ligne courbe sera [le lieu de] la fin de la première heure pour tous les jours de l'année.

Faites alors hors de cette ligne courbe une ligne de contour,

dans laquelle vous écrirez les noms des signes et leurs divisions, comme vous le voyez dans la figure.

Tracez ensuite la ligne de la fin de la seconde heure, comme vous venez de faire celle de la fin de la première heure, puis celles de la fin de la troisième, de la quatrième, de la cinquième et de la sixième heures : cette dernière sera celle du midi vrai, et vous prendrez pour la fin de la septième heure celle du commencement de la sixième, pour la fin de la huitième celle du commencement de la cinquième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière. Après cela notez ce qui convient à chaque heure, et rendez apparente la partie des lignes occultes menées des signes au point T, comprise entre la ligne de la fin de la première heure et celle du midi vrai. [Vous aurez par là les lignes des heures de tous les points de 10 degrés en 10 degrés de l'écliptique.]

Enfin tracez la ligne de l'*ashre* de la manière suivante :

Prenez sur l'échelle, avec le compas, une quantité égale à 12 doigts, et, conservant l'ouverture du compas, portez cette distance du point de midi vrai du commencement du Capricorne sur la ligne des heures de ce degré et marquez le point où elle se termine : ce point marquera l'*ashre* du commencement du Capricorne.

Portez la même distance du point de midi vrai du 10^e degré du Capricorne sur la ligne des heures de ce degré, vous aurez le point de l'*ashre* de ce 10^e degré du Capricorne. Faites la même chose pour tous les autres degrés, et joignez tous les points de limite, en menant de l'un à l'autre une petite ligne droite, la ligne formée de tous ces traits partiels de jonction sera la ligne de l'*ashre* pour tous les jours de l'année, et on fera bien de la ponctuer pour la distinguer de celles des heures qu'on aura faites auparavant.

Tout étant ainsi préparé, on prendra un gnomon de cuivre ou de bois dur, et on le placera perpendiculairement [au plan de la

tablette], en observant que la partie saillante ait la forme d'un cône rond, dont l'axe ait pour longueur celle de la ligne AB.

Le *hhâfir* peut aussi se construire géométriquement; mais les résultats par le calcul sont plus exacts : on les obtiendrait cependant assez justes par la géométrie, avec de bons instruments et un tracé précis sur un plan bien dressé; mais quand la longueur du gnomon est considérable, ce qui exige un plan très-étendu, la longueur des lignes les rend difficiles à tracer exactement.

On pourrait aussi marquer les heures égales sur le *hhâfir* en effectuant sur leurs ombres les opérations précédentes.

Observons que, pour les lieux qui n'ont pas de latitude, il suffit de déterminer les heures des signes du printemps, mais que, pour ceux qui ont une latitude, il faut les déterminer depuis le commencement du Capricorne jusqu'à la fin des Gémeaux.

Les règles que nous venons de donner [pour la latitude de 30 degrés] sont applicables à toutes les autres latitudes.

TABLE DES OMBRES HORIZONTALES

DES FINS D'HEURE DES COMMENCEMENTS ET TIERS DE SIGNE, POUR LE 30° DEGRÉ DE
LATITUDE SEPTENTRIONALE.

NOMS DES SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la 1 ^{re} HEURE.		OMBRE de la 11 ^{re} HEURE.		OMBRE de la 11 ^{re} HEURE.		OMBRE de la IV ^e HEURE.		
			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
											Doigts.	Minutes.
Le Sagittaire.	Le Capricorne.	30	00	72	53	37	10	25	21	19	46
		20	10	72	14	36	48	25	3	19	32
		10	20	70	42	35	52	24	32	18	53
		00	30	68	3	34	26	23	12	17	51
Le Scorpion.	Le Versseau.	20	10	63	50	32	44	21	51	17	23
		10	20	62	7	30	54	20	25	15	18
		00	30	59	6	29	8	19	5	13	59
		20	10	56	18	27	32	17	39	12	44
La Balance.	Les Poissons.	10	20	54	53	26	8	16	30	11	36
		00	30	52	7	25	59	15	29	10	35
		20	10	50	46	24	3	14	40	9	43
		10	20	49	40	23	22	14	1	9	2
La Vierge.	Le Bélier.	00	30	48	59	22	51	13	32	8	26
		20	10	48	54	22	30	13	12	8	2
		10	20	48	49	22	20	12	58	7	45
		00	30	48	45	22	15	12	50	7	34
Le Lion.	Le Taureau.	20	10	48	43	22	14	12	47	7	27
		10	20	48	40	22	14	12	45	7	25
		00	30	48	40	22	14	12	45	7	24
		20	10	48	40	22	14	12	45	7	24
L'Écrivain.	Les Gémeaux.	20	10	48	43	22	14	12	47	7	27
		10	20	48	40	22	14	12	45	7	25
		00	30	48	40	22	14	12	45	7	24
		20	10	48	43	22	14	12	47	7	27

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES HORIZONTALES.*

NOMS DES SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la V ^e HEURE.		OMBRE de la VI ^e HEURE.		OMBRE de L'ASHRE.	
			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
Le Sagittaire.	30	00	17	5	16	16	28	16
	20	10	16	50	16	2	28	2
	10	20	16	14	15	24	27	24
Le Capricorne.	00	30	15	14	14	26	26	26
	20	10	14	4	13	16	25	16
	10	20	12	46	11	57	23	57
Le Scorpion.	00	30	11	26	10	38	22	38
	20	10	10	10	9	20	21	20
	10	20	8	58	8	6	20	6
La Balance.	00	30	7	52	6	56	18	56
	20	10	6	52	5	52	17	52
	10	20	6	1	4	53	16	53
La Vierge.	00	30	5	18	4	00	16	00
	20	10	4	41	3	14	15	14
	10	20	4	16	2	35	14	35
Le Lion.	00	30	3	56	2	3	14	3
	20	10	3	45	1	40	13	40
	10	20	3	40	1	26	13	26*
L'Écrevisse.	00	30	3	38	1*	21*	13*	21*

* Manquent dans le manuscrit.

Fig. 69. Nous donnons aussi la forme de l'hélice, *hhalazoûne*, propre à une latitude particulière, telle que la latitude septentrionale de 30 degrés : la construction en est tout à fait sensible, et nous n'y avons mis d'autres limites d'heures que celles du commencement de la septième heure et de la seconde, les autres étant faciles à construire d'après ces deux-ci, et, attendu l'évidence de cette construction, nous pensons que la figure suffit sans qu'il soit besoin de l'expliquer.

Nous ferons observer seulement que plusieurs personnes confondent l'hélice, *hhalazoûne*, avec le *hhâfir*, ce qui est inexact, le *hhâfir* ayant à peu près la forme que nous avons représentée, et l'hélice étant tout à fait différente.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

Pour se servir du *hhâfir*, on place parallèlement à l'horizon la face sur laquelle sont tracées les limites des heures, soit en posant l'instrument sur le sol, soit en le suspendant à trois fils, comme le plateau d'une balance. Ensuite on le tourne relativement au soleil jusqu'à ce que l'ombre du gnomon qu'on y a fixé tombe sur la ligne des heures du jour dans lequel on est, et l'heure actuelle est celle sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre. [Il en serait de même de l'hélice.] S.

CHAPITRE II.

CONSTRUCTION D'UNE HÉLICE PROPRE A TOUTES LES LATITUDES [REGARDÉES COMME]
HABITABLES [C'EST-A-DIRE JUSQU'À LA LATITUDE DE 66° 25'].

Fig. 70. Prenez telle longueur que vous voudrez pour celle du gnomon,

et faites une échelle de la forme de celle que nous venons de décrire et d'une longueur égale à treize fois celle du gnomon, soit CD cette échelle.

Divisez-la en doigts, comme on l'a dit ci-dessus, et, après avoir décrit un cercle occulte, divisez-le en trente-sept parties égales.

Soit T son centre, lequel est aussi celui du gnomon; par ce point et par l'extrémité de chaque division menez des rayons occultes prolongés indéfiniment. Cherchez alors dans la troisième table du chapitre xxxix de la première partie l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 36 doigts, vous aurez $145^{\text{d}} 57'$; prenez avec le compas les parties correspondantes de l'échelle, et portez-les du point T sur un des rayons occultes, le point de limite marquera la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 36 doigts, et le rayon occulte, sur lequel sera placé ce point, sera propre et particulier à ce jour.

Cherchez dans la même table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 35 doigts, vous aurez $141^{\text{d}} 55'$; prenez les parties correspondantes de l'échelle, portez-les du point T sur le rayon occulte qui suit immédiatement le précédent, ce second rayon occulte appartiendra au jour dont l'ombre à midi vrai est de 35 doigts, et le point de limite marquera la fin de la première heure de ce jour.

Cherchez de suite dans la même table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 34 doigts, vous aurez $138^{\text{d}} 5'$; prenez les parties correspondantes de l'échelle, portez-les du point T sur le troisième rayon occulte, qui appartient au jour dont l'ombre à midi vrai est de 34 doigts, le point de limite marquera la fin de la première heure de ce jour.

Continuez de même pour les autres rayons occultes, et le trente-sixième sera celui qui répond au jour qui n'a point d'ombre horizontale à midi vrai.

Après cela, joignez chaque point de limite avec celui qui le suit immédiatement par une ligne droite, et la ligne formée par toutes ces lignes partielles de jonction n'aura pas d'aspérités sensibles et sera la ligne de la fin de la première heure de tous les jours que nous venons d'indiquer.

La construction est la même pour la seconde heure; ainsi cherchez d'abord dans la table susdite l'ombre horizontale de la fin de la seconde heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 36 doigts, cette ombre horizontale est de $74^{\text{d}} 55'$; prenez les parties correspondantes de l'échelle, portez-les de T sur le rayon occulte propre à ce jour, et le point de limite marquera la fin de la seconde heure de ce même jour; cherchez de même les autres points de limite des secondes heures sur les autres rayons occultes, et joignez les points comme il a été dit ci-dessus, vous aurez la ligne de la fin des secondes heures des mêmes jours.

Marquez de même la fin des troisième, quatrième, cinquième et sixième heures, et la fin de la septième sera la même que le commencement de la sixième; celle de la huitième celui de la cinquième, et ainsi de suite.

Après cela, tracez la ligne de l'*ashre* de la manière indiquée dans le chapitre précédent, et, menant une ligne de contour au delà de celles des heures, marquez-y les ombres du midi vrai, comme vous le voyez dans la figure.

Enfin construisez [et placez] le gnomon comme il a été dit ci-dessus, et que la forme de ce gnomon soit telle qu'on la voit représentée dans la figure et sa longueur égale à celle de AB.

CHAPITRE III.

CONSTRUCTION DU CYLINDRE POUR UNE LATITUDE DONNÉE.

Avant tout, il faut que la latitude pour laquelle on construit le cylindre soit plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Soit cette latitude de 30 degrés nord.

Pour construire le cylindre, prenez les ombres verticales de la fin des heures du commencement des signes et de leurs moitiés ou de leurs tiers, à volonté, comme on les donne dans la table ci-après.

Soit AB la longueur du gnomon que vous voulez fixer sur le cylindre, celle de l'échelle contenant la ligne AB autant (ou un peu plus) de fois que l'ombre la plus longue de la table comprend son gnomon, ce qui se rapporte à l'ombre de la fin de la sixième heure du jour du commencement de l'Écrevisse; soit donc la longueur de l'échelle égale à AB, multipliée par $9 \frac{1}{6}$, et divisez cette échelle comme il a été dit.

Fig. 71.

Ensuite prenez un cylindre droit de bois dur ou de cuivre, puis, considérant la circonférence de sa base supérieure, nommez-la l'*horizontale*, puis divisez cette horizontale en douze parties égales, et que l'une de ces parties représente le signe du Capricorne, la suivante sera le Verseau, ensuite les Poissons, et ainsi des autres. Divisez aussi chaque signe selon les divisions de la table, et par le point initial de chaque division menez perpendiculairement à la base des droites occultes par la méthode et

avec la règle dont on a coutume de se servir pour tracer des lignes droites sur les cylindres; abaissez de même des points de subdivision des signes des lignes occultes perpendiculaires à la base, et nommez toutes ces lignes *lignes d'heures*.

Cela étant fait, cherchez dans la table l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne, savoir : $1^{\text{d}} 58'$; prenez avec le compas les parties correspondantes de l'échelle, et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une de ses pointes sur l'horizontale à l'origine de la ligne d'heure du commencement du Capricorne, et faites avec l'autre pointe, sur la ligne d'heure de ce degré, une marque, qui sera celle de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne.

Prenez ensuite avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour du 10^{e} degré du Capricorne, savoir : $1^{\text{d}} 59'$, et portez cette distance, comme vous avez fait la précédente, à partir de l'horizon, sur la ligne d'heure du jour de ce 10^{e} degré, vous aurez le point de limite de la fin de la première heure du jour du même 10^{e} degré du signe du Capricorne.

Marquez de même les points de limite de la première heure sur toutes les autres lignes d'heures, et, joignant tous ces points, en passant successivement de l'un à l'autre, la ligne formée de toutes ces lignes partielles de jonction sera celle de la fin de la première heure de tous les jours de l'année à la latitude proposée.

Tracez de même les autres heures et la ligne de l'*ashre*, ensuite écrivez sur la fin de la sixième heure, ligne de midi vrai, et sur les autres lignes d'heures l'heure qui leur correspond, écrivez aussi les noms des signes, comme vous le voyez sur la figure, et rendez apparente la partie des lignes d'heures comprise entre l'horizontale et la ligne de midi vrai.

Après cela, faites un gnomon de cuivre, et attachez-le solide-

ment sur le plan de joint du corps contigu au cylindre auquel ce corps sert de chapiteau, de manière qu'il soit dans la direction du joint de ces deux corps, qui est notre horizontale, et que ce gnomon, de quelque côté que vous tourniez le chapiteau [auquel il est attaché], fasse toujours un angle droit avec la ligne d'heure qui lui correspondra.

Comme la surface d'un cylindre ne peut être représentée sur un plan, j'ai fait mon opération sur une surface plane, que je regarde comme le développement de celle du cylindre, de manière que la ligne $A'B'$ corresponde à la ligne CD , et que $A'C$ représente la circonférence de l'horizontale, et $B'D$ la circonférence de la base.

456 DEUXIÈME PARTIE. — DES CONSTRUCTIONS.

TABLE DES OMBRES VERTICALES

DES FINS D'HEURE DES COMMENCEMENTS ET TIERS DE SIGNE, POUR LE 30° DEGRÉ DE LATITUDE SEPTENTRIONALE.

NOMS DES SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la 1 ^{re} HEURE.		OMBRE de la II ^e HEURE.		OMBRE de la III ^e HEURE.		OMBRE de la IV ^e HEURE.	
			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
Le Capricorne.	30	00	1	58	3	52	5	41	7	17
	20	10	1	59	3	55	5	45	7	24
	10	20	2	2	4	1	5	52	7	38
	00	30	2	7	4	11	6	13	8	4
Le Scorpion.	20	10	2	15	4	24	6	36	8	47 ^c
	10	20	2	19	4	39	7	3	9	25
	00	30	2	26	4	57	7	33	10	18
	20	10	2	33	5	14	8	10	11	18
La Balance.	10	20	2	40	5	31	8	44	12	25
	00	30	2	45	5	46	9	18	13	37
	20	10	2	50	5	59	9	49	14	48
	10	20	2	54	6	10	10	16	15 ^b	56
La Vierge.	00	30	2	57	6	18	10	39	17	00
	20	10	2	58	6	27	10	55	17	56
	10	20	2	59	6	27	11	6	18	35
	00	30	2	59	6	28	11	12	19	2
L'Écrevisse.	20	10	2	58	6	28 ^d	11	15	19	20
	10	20	2	58	6	29	11	17	19	26
	00	30	2	58	6	29 ^a	11	17	19	29

^a Manusc., 28.

^b Manusc., 16.

^c Manusc., 17.

Manusc., 29.

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES VERTICALES.

NOMS DES SIGNES.	DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la v ^e HEURE.		OMBRE de la vi ^e HEURE.		OMBRE de L'ASOUE.	
			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
Le Sagittaire. Le Capricorne.	30	00	8	25	8	51	5	6
	20	10	8	33	8	59	5	8
	10	20	8	53	9	21	5	16
	00	30	9	27	9	58	5	27
Le Scorpion. Le Versseau.	20	10	10	15	10	51	5	42
	10	20	11	16	12	2	6	1
	00	30	12	37	13	33	6	22
La Balance. Les Poissons.	20	10	14	10	15	25	6	40
	10	20	16	4	17	48	7	10
	00	30	18	19	20	47	7	36
La Vierge. Le Bélier.	20	10	20	58	24	35	8	4
	10	20	23	55	29	31	8	32
	00	30	27	14	35	56	9	00
Le Lion. Le Taureau.	20	10	30	45	44	23	9	27
	10	20	33	51	55	44	9	52
	00	30	36	31	69	57	10	15
L'Écrevisse. Les Gémeaux.	20	10	38	28	86	18	10	32
	10	20	39	12	100	38	10	43
	00	30	39	36	106	42	10	57

CHAPITRE IV.

CONSTRUCTION D'UN CYLINDRE PROPRE A TOUTES LES LATITUDES [REGARDÉES COMME HABITABLES].

Fig. 72. Prenez un cylindre tel que celui qui a été décrit ci-dessus, et d'une longueur convenable, et préparez une échelle telle que la précédente, dont la longueur soit la même que celle du cylindre.

Divisez cette échelle en 138 parties égales, nombre des doigts de l'ombre [verticale] la plus longue qui soit portée sur le cylindre, d'après la table première du chapitre xxxix de la première partie¹.

Divisez la circonférence de la tête du cylindre en 18 parties égales, et par les points de division abaissez des perpendiculaires occultes sur la circonférence de la base; que l'une de ces lignes appartienne au jour pour lequel la hauteur méridienne du soleil est de 5 degrés, la ligne suivante au jour pour lequel la hauteur méridienne est de 10 degrés, la suivante à celui auquel la même hauteur est de 15 degrés, et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

Après cela, prenez dans la table indiquée l'ombre verticale de la fin de la sixième heure du jour pour lequel la hauteur méridienne du soleil est de 5 degrés, savoir : 1^d 3'; prenez sur l'échelle les parties correspondantes, et portez-les sur la ligne de ce jour, à partir de son origine jusqu'à un point de limite, qui sera celui de la fin de la sixième heure du même jour, et rendez apparente la partie de cette ligne comprise entre le point de limite et la tête du cylindre.

¹ Cette table porte 138 d. 3 minutes.

Prenez ensuite dans la même table l'ombre verticale de la fin de la sixième heure du jour pour lequel la hauteur méridienne du soleil est de 10 degrés, savoir : 3^d 7'; prenez les parties correspondantes de l'échelle, et portez-les sur la ligne affectée à ce jour, à partir de son origine jusqu'à un point de limite, qui sera celui de la sixième heure du même jour, et rendez apparente la partie de cette ligne comprise entre le point de limite et la tête du cylindre.

Marquez de même la fin de la sixième heure sur les autres lignes, et rendez apparente la partie de toutes ces lignes comprise entre leur point de limite et la tête du cylindre.

Enfin joignez tous les points de limite : la ligne formée de toutes les lignes partielles de jonction sera celle de la fin de la sixième heure pour tous les jours dont il s'agit, et sera en même temps la ligne de midi vrai. Suivez la même méthode pour trouver la fin des cinquième, quatrième, troisième, seconde et première heures de chaque jour.

Quant à la ligne de l'*ashre*, le tracé en est manifeste, d'après ce qui précède, et ne présente aucune difficulté, au moyen des tables du chapitre XLVI de la première partie.

Marquez sur chaque ligne la hauteur méridienne du soleil pour le jour auquel la ligne appartient, comme vous le voyez sur la figure.

Ensuite faites un gnomon de cuivre ou de bois dur d'une longueur égale à douze parties de l'échelle, et fixez-le solidement au [chapiteau ou] corps contigu au cylindre dont nous avons parlé dans le chapitre précédent : le reste n'a pas besoin d'explication.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

Pour se servir du cylindre, on tourne le gnomon qu'on y a fixé de manière que le milieu de son épaisseur soit sur la ligne des heures

du jour pour lequel se fait l'opération; puis on suspend l'instrument par un anneau placé dans la direction de son axe, et on le fait tourner relativement au soleil jusqu'à ce que l'ombre du gnomon tombe sur la ligne des heures de ce jour, et l'heure actuelle est celle sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre. S.

CHAPITRE V.

CONSTRUCTION DE SAKHE-AL-JERADAH¹, POUR UNE LATITUDE DÉTERMINÉE.

Fig. 73. Cet instrument se construit de deux manières : par la première, le gnomon est mobile et se transporte à l'origine de chaque signe ; alors la construction est absolument la même que celle du cylindre propre à une latitude déterminée, sauf la différence d'une construction sur une surface cylindrique à une construction sur une surface plane. Les ombres dont nous nous sommes servis dans l'autre construction sont les mêmes que celles dont on doit se servir dans celle-ci, et il devient inutile d'entrer dans de nouveaux détails, l'inspection de la figure suffisant pour en donner l'intelligence.

Fig. 74. Dans la seconde construction, au contraire, le gnomon est fixe et ne change pas de place, et voici comme on doit exécuter cette construction :

¹ Ces deux mots signifient littéralement *jambe de la sauterelle*, dénomination qui paraît avoir quelque analogie avec celle de *sauterelle*, dont nos ouvriers se servent pour désigner une espèce d'équerre composée de deux règles mobiles, dont chacune a la forme d'une planchette, qui est celle de l'instrument dont il s'agit ici. S.

Prenez une tablette rectangulaire, dont l'une des faces ABCD, destinée au tracé de la figure, ait pour largeur AB et pour longueur AC.

Retranchez de AC la ligne AE, et de AE la ligne AH, les lignes AE et AH étant de grandeur proportionnée à celle de la tablette, et par les deux points EH menez les lignes EG, HI, parallèles à AB. Nommez EG l'horizontale, et, divisant AB en six parties égales, par les points de division menez des parallèles à AC, que vous terminerez à CD; par ce moyen, la bordure rectangulaire AI se trouvera divisée en six parties égales, et vous écrirez dans chacune les noms des signes, comme vous le voyez dans la figure. Divisez de même chaque signe par tiers, et par les points de division menez d'autres parallèles à AC jusqu'en CD; les parties du rectangle HG, correspondant à chaque signe, se trouveront par là divisées en fractions de signe, dont vous marquerez la nature comme on l'a fait dans la figure.

Tout étant ainsi préparé, on demande le point dont l'ombre verticale à midi est la plus longue de toutes dans le lieu pour lequel on construit l'instrument.

Dans notre exemple, qui s'applique à la latitude septentrionale de 30°, ce point est celui du commencement de l'Écrevisse; ainsi le point initial de l'Écrevisse sur l'horizontale sera le centre du gnomon.

Soit une ligne OS égale à la longueur du gnomon, et l'ombre verticale de OS à midi, quand le soleil est dans le premier point de l'Écrevisse, moindre que la ligne HC.

Dans l'ordre ordinaire des choses, la partie de l'horizontale occupée par le signe de l'Écrevisse devrait être le douzième de la ligne OS; mais dans cet exemple nous supposons qu'elle est égale à OS, c'est-à-dire à la longueur du gnomon.

Si donc, par exemple, vous voulez avoir l'ombre employée pour les fins d'heure du commencement du Lion :

Multipliez par elle-même la partie de l'horizontale occupée par le signe de l'Écrevisse, laquelle partie est de 12 doigts; ajoutez au produit 144 le même nombre 144, carré du gnomon, et, tirant la racine de la somme de ces deux carrés, vous aurez $16^d 58'$ pour la longueur du *corps* de l'ombre employée pour le commencement du Lion; multipliez ce corps par les ombres verticales des fins d'heure du jour du commencement du Lion, et divisez le produit par 12, le quotient donnera les ombres employées pour les fins d'heure du jour du commencement du Lion.

Vous obtiendrez de la même manière les ombres employées pour les fins d'heure du commencement de la Vierge, c'est-à-dire en prenant le carré des 24 doigts qui sont occupés par l'Écrevisse et le Lion sur l'horizontale, ajoutant à ce carré 144, et tirant la racine de la somme, laquelle est égale au corps de l'ombre employée pour le commencement de la Vierge; multipliez ensuite ce corps par les ombres verticales des fins d'heure du commencement de la Vierge, et, divisant le produit par 12, vous aurez au quotient les ombres employées pour les fins d'heure du commencement du signe de la Vierge.

Calculez de même les ombres employées des fins d'heure du commencement des autres signes et de telles de leurs parties [moitiés ou tiers] que vous voudrez.

Quant au commencement du signe de l'Écrevisse, ses ombres employées sont les mêmes que les ombres verticales des fins de ses heures. Après avoir trouvé toutes les ombres employées, vous les ordonnerez dans une table, selon la coutume, et vous construirez une échelle dont la longueur sera de neuf fois la ligne OS, ensuite vous la diviserez comme vous avez déjà fait.

Alors vous prendrez sur cette échelle, avec le compas, les parties correspondant à l'ombre employée de la fin de la sixième heure du commencement de l'Écrevisse, savoir: $106^d 42'$; vous porterez cette distance sur la ligne du commencement de l'Écre-

visse, à partir de l'horizontale, et vous aurez un point de limite qui sera celui de la fin de la sixième heure du jour du commencement de l'Écrevisse.

Vous prendrez de même sur l'échelle les parties correspondant à l'ombre employée de la fin de la sixième heure du jour du commencement du Lion, vous porterez cette distance, à partir de l'horizontale, au commencement du Lion sur la ligne de ce degré, et vous aurez un point de limite qui marquera la fin de la sixième heure du jour du commencement du Lion.

Vous ferez de même pour les autres signes, et, joignant successivement les points de limite par de petites lignes droites, la ligne totale formée par toutes ces lignes de jonction sera la limite de la sixième heure pour tous les jours de l'année.

Tracez de même les lignes des autres heures et celle de l'*ashre*.

Dans ce tracé des limites des heures, pour que la courbe soit continue et régulière, il faut faire l'opération pour les tiers, les quarts ou les cinquièmes des signes, car plus les divisions sont rapprochées, plus la construction est exacte.

Le commencement de la septième heure doit être déterminé très-exactement, surtout pour le signe de l'Écrevisse et son premier dixième. La construction du gnomon et la manière de l'attacher ne présentent aucune difficulté.

On peut déterminer géométriquement le gnomon de l'ombre employée, ainsi que les ombres employées elles-mêmes.

Pour cela, on fera un angle droit, dont un des côtés sera égal à OS, et l'autre à la distance prise sur l'horizontale entre le commencement du signe dont il s'agit et le commencement de l'Écrevisse; la sous-tendante [ou hypothénuse] de cet angle sera égale au corps de l'ombre employée au commencement du signe.

Le corps de l'ombre employée étant connu, il est aisé d'avoir les ombres employées pour les heures, d'après ce qui a été dit dans les propositions [du livre précédent].

444 DEUXIÈME PARTIE. — DES CONSTRUCTIONS.

Dans les lieux où le soleil passe au zénith, la construction de cet instrument, ainsi que celle du cylindre, sont difficiles à exécuter complètement.

TABLE DES OMBRES EMPLOYÉES, POUR LES FINS D'HEURE ET DE L'ASHRE.

HEURES.	NOMS DES SIGNES.													
	L'ÉCREVISSE.		LE LION, LES GÉMEAUX.		LA VIERGE, LE CAPRICORNE.		LA BALANCE, LE BÉLIER.		LE SCORPION, LES POISSONS.		LE SAGITTAIRE, LE VERSEAU.		LE CAPRICORNE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
I....	2	58 ^b	4	13	6	36	9	42	10 ^c	2	10	47	11	18
II....	6	28	9	9	14	5	18	14	20	25	21	20	23	31
III...	11	17	15	55	23	49	29	25	31	8	31	32	34	34
IV...	19	29	27	55	33	1	43	4	42	28	41	30	44	18
V....	39	36	51	13	57	54	57	56	51	17	48	11	51	12
VI...	106 ^a	42	98	54	80	21	65	44	55	52	50	44	53	50
ASHRE.	10	56	14	30	20	8	24	12	26	15	27	47	31	1

^a Manusc., 56.

^b Manusc., 18.

^c Manusc., 20.

CHAPITRE VI.

CONSTRUCTION DU SAKHE-AL-JÉRAHAH PROPRE A TOUTES LES LATITUDES [REGARDÉES
COMME] HABITABLES.

Fig. 75. Cet instrument se construit de deux manières : par la première, le gnomon est mobile et se transporte [à l'origine de chaque ligne de] hauteurs méridiennes; alors la construction est la même que celle du cylindre propre à différentes latitudes, sauf la différence d'une construction sur une face cylindrique à une construction sur une surface plane. Les ombres dont on s'est servi dans la première sont les mêmes que celles dont on se sert dans celle-ci, et il devient inutile d'entrer dans de nouveaux détails, l'inspection de la figure suffisant pour en donner l'intelligence.

Fig. 76. Dans la seconde construction le gnomon a une position fixe; l'exécution de cette construction est la même que celle du cylindre propre à différentes latitudes, si ce n'est que ce corps de l'ombre, qui est le même pour toutes, n'a la même valeur que pour les lignes d'heure propres à une même hauteur méridienne, dont le gnomon particulier est nommé corps de l'ombre employée de cette hauteur méridienne, et la manière de le déterminer ne présente aucune difficulté, d'après les considérations exposées dans le chapitre précédent. Il en est de même de la détermination des ombres employées pour chaque hauteur méridienne proposée, et aussi de la ligne de l'*ashre*.

On construit cet instrument de plusieurs manières, dont je laisse de côté l'explication, parce qu'elles sont faciles à saisir.

Suit la table des ombres employées pour les fins d'heure des jours pour lesquels la hauteur méridienne du soleil répond à une des divisions du cadran de 5° en 5°, l'horizontale [HO] étant de 54 doigts du corps.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

Il y a deux *sâkhe-al-jéradah*, l'un à gnomon fixe et l'autre à gnomon mobile. Pour se servir du premier, on le suspend de manière que la face [sur laquelle sont tracées les lignes d'heures] soit placée verticalement et qu'elle n'ait aucune oscillation. On le tourne ensuite relativement au soleil jusqu'à ce que l'extrémité de l'ombre du gnomon tombe sur la ligne des heures du jour dans lequel on est, et l'heure actuelle est celle sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre. S.

448 DEUXIÈME PARTIE. — DES CONSTRUCTIONS.

TABLE DES OMBRES EMPLOYÉES.

HAUTEUR MÉTRIQUE.	I ^{re} HEURE.		II ^e HEURE.		III ^e HEURE.		IV ^e HEURE.	
	OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
5	1	14	2	45	3	15	3	56
10	2	16	4	20	6	11	7	29
15	3	6	6	5	8	40	10	44
20	3 ^a	53	7	35	10	55	13	32
25	4	29	8	47	12	45	16	2
30	4	57 ^b	9	48	14	20	18	14
35	5	15	10	30	15	38	20	7
40	5	29	10	57	16	28	21	41
45	5	30	11	10	17	4	22	57
50	5	26	11	11	17	20	23	49
55	5	14	10	53	17	12	24	22
60	4	57	10	23	16	46	24	35
65	4	39	9	46	16	2	24	20
70	4	15	9	3	14	5	23	47
75	3	52 ^c	8	7 ^d	15	00	22	55
80	3	32	7	37	13	00	21	56
85	3	18	7	7	12	16	21	8
90	3 ^e	13 ^e	6 ^e	56 ^e	12	00	20	47

^a Manusc., 6.^b Manusc., 27.^c Manusc., 47.^d Manusc., 17.^e Manusc., 17.

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES EMPLOYÉES.

HAUTEUR MÉRIIDIENNE.	V ^e HEURE.		VI ^e HEURE.		ASHRE		OBSERVATION.
	OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
5	4	26	4	35	4	13	Pour corriger cette table, la distance de chaque ligne de hau- teur étant de 3 doigts, soit $3n$ la distance d'une ligne quelcon- que, on a : Ombre employée = $(144 +$ $9n^2)^{\frac{1}{2}} \times$ ombre ver- ticale 5° . $(18 - n)$ 12^{-1} .
10	8	23	8	44	7	25	
15	12	9	12	29	9	50	
20	15	18	15	54	11	39	
25	18	15	19	2	12	59	
30	20	55	21	56	13	52	
35	23	27	24	34	14	10	
40	25	38	27	7	14	46	
45	27	35	29	33	14	46	
50	29	31	31	59	14	36	
55	31	17	34	33	14	15	
60	33	1	37	28	13	44	
65	34	7	41	12	13	6	
70	36	41 ^a	46	34	12	27	
75	38	51	55	57	11	50	
80	41	16	78 ^b	5	11	54	
85	43	42	141 ^c	20	11	22	
90	44	46	00	00	12	00	

^a Manusc., 9.^b Manusc., 68.^c Manusc., 101.

CHAPITRE VII.

CONSTRUCTION DU CÔNE POUR UNE LATITUDE DÉTERMINÉE.

La première condition est que la latitude pour laquelle on construit le cône soit plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Soit la latitude de 30° nord.

Pour construire le cône, déterminez les hauteurs du soleil à cette latitude pour les fins d'heure des commencements des signes et de leurs moitiés, ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous désirez, et ordonnez le tout dans une table.

Fig. 77. Ensuite prenez un cône bien exécuté; décrivez sur sa surface convexe et vers le sommet un cercle parallèle à celui de la base, puis coupez le cône suivant la trace du cercle décrit, et nommez *shillah* la section adhérente à la partie supérieure du cône, et *thoumâr* l'autre section¹.

Appliquez ensuite exactement le *shillah* sur le *thoumâr*, comme vous feriez un chapiteau, et cet assemblage des deux segments reformera le cône.

Appelez horizontale la section commune du *shillah* et du *thoumâr*, et divisez cette horizontale en douze parties égales; puis, considérant la limite d'une division, par cette limite menez une ligne droite sur la circonférence de la base, et que cette droite soit tracée avec toute l'exactitude possible; après cela, divisez la base, à partir de cette ligne droite, en douze parties égales, et par chaque

¹ Nous n'avons pas en français de termes analogues à ces deux-ci. S

point de division menez au point de division correspondant de l'horizontale une ligne droite, puis écrivez entre ces droites, autour de la base, les noms des douze signes, comme vous le voyez sur la figure, et, divisant chaque signe en parties correspondant aux divisions de la table, menez encore par les points de division des droites à l'horizontale; enfin nommez toutes ces lignes *lignes d'heures*.

Alors occupez-vous à déterminer la longueur du gnomon qui doit être adapté au cône.

Pour cela, tracez sur une surface plane une ligne droite BC, prolongée indéfiniment vers C; par le point B menez BT, perpendiculaire à BC, avec laquelle elle fait l'angle droit CBT, et soit BT prolongée indéfiniment vers T. Fig. 78.

Prenez avec le compas le demi-diamètre de la base du cône, soit IL ce demi-diamètre; retranchez de IL la partie IK, égale au demi-diamètre du cercle de l'horizontale, et prenez sur BT la ligne BH, égale à KL, différence des deux demi-diamètres.

Posez l'une des pointes du compas sur l'horizontale, à l'origine d'une des lignes d'heures, et l'autre pointe sur la base du cône, à l'extrémité de la même ligne d'heures, et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le point H, et portez l'autre sur la ligne BC en un point D, par lequel vous mènerez parallèlement à BT la ligne DE, égale à BH; joignez BE, et par le point E menez parallèlement à DC une ligne droite, sur laquelle vous marquerez un point quelconque F; alors du point H, comme centre, et d'un rayon égal à HF, décrivez l'arc FS, puis, prenez dans la table la plus grande hauteur de l'écliptique, laquelle est, dans cet exemple, de $83^{\circ} 35'$: c'est la hauteur méridienne du premier point de l'Écrevisse; retranchez-la de 90° , le reste sera de $6^{\circ} 25'$; prenez sur FS, arc partiel d'une circonférence de 360° , un arc FG, égal au reste $6^{\circ} 25'$; joignez GH par une droite occulte, et si cette droite passe par le point E, la ligne HB

sera le plus long gnomon que l'on puisse fixer sur le cône; mais si, comme dans la figure, la droite GH ne passe pas par le point E, menez par ce point, parallèlement à GH, une droite occulte, et prolongez cette droite jusqu'à ce qu'elle rencontre BT en un point A, et AB sera le plus long gnomon que l'on puisse adapter au cône; après cela, déterminez de la manière suivante l'ombre employée pour chaque heure.

Décrivez un quart de cercle dont le centre soit au point A, sommet du plus long corps, et l'une des extrémités sur la ligne BT, et que le quart du cercle soit du côté de BT, opposé à celui de BE; partagez-le en 90 parties égales, ou seulement en 18, dont la première serait de 5 degrés et attachant à la ligne BT, et écrivez les degrés sur chaque division. Après cela si vous voulez, par exemple, l'ombre employée pour la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, menez par l'extrémité de l'arc du cadran qui répond à la hauteur de la première heure de ce jour, laquelle est de $13^{\circ} 51'$, et par le centre A une droite qui coupera BE en un point, et la distance de ce point au point B sur la ligne BE sera l'ombre employée pour la fin de la première heure de ce même jour du commencement de l'Écrevisse.

Vous déterminez de la même manière l'ombre employée pour telle heure de tel jour que ce soit.

Après cela, tracez les limites des heures de la manière suivante; par exemple, celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse :

Prenez avec le compas l'ombre employée pour la fin de la première heure de ce jour, et, conservant l'ouverture de l'instrument, posez l'une des pointes sur l'horizontale, à l'origine de la ligne d'heures du même jour du commencement de l'Écrevisse, et avec l'autre pointe marquez sur cette ligne un point de limite: ce sera celui de la première heure dudit jour.

Prenez ensuite avec le compas l'ombre employée pour la fin

de la seconde heure du même jour, et portez-la sur la ligne d'heures dudit jour, à partir de l'horizontale : vous aurez à l'extrémité de cette distance un point de limite qui sera celui de la seconde heure dudit jour du commencement de l'Écrevisse.

Faites de même pour trouver les points de limite des autres heures du même jour.

Quant aux limites des heures des autres degrés, marquez-les sur les lignes d'heures qui leur correspondent.

Joignez ensuite les points de limite comme vous avez coutume de le faire; marquez sur chaque heure le nombre qui en indique l'ordre, puis menez la ligne de l'*ashre*, ce qui est sans difficulté.

Enfin faites un gnomon de cuivre, et attachez-le sur le *shillah*, de manière qu'il tourne avec lui sur l'horizontale, et que ce gnomon soit parallèle à la base du cône et sa longueur égale à celle de la ligne AB.

Nous nous sommes proposé, dans la figure, de développer la surface du cône, et cette surface ainsi développée donne une portion de cercle.

TABLE DES HAUTEURS DES HEURES ET DE L'ASHRE DU COMMENCEMENT DES SIGNES,
 A 30 DEGRÉS DE LATITUDE SEPTENTRIONALE.

454 DEUXIÈME PARTIE. — DES CONSTRUCTIONS.

NOMS DES SIGNES	I ^r HEURE.		II ^r HEURE.		III ^r HEURE.		IV ^r HEURE.		V ^r HEURE.		VI ^r HEURE.		ASHRE.	
	HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
L'Écrevisse.....	13	51	28	21	43	15	58	22	73	8	83	35	41	58
Lion. — Gémeaux....	13	45	28	11	43	4	57	47	71	49	80	16	40	30
Vierge. — Taureau....	13	36	27	43	41	35	54	55	66	13	71	32	36	51
Baline. — Bélier.....	12	58	25	40	37	45	48	36	56	46	60	00	32	22
Scorpion. — Poissons..	11	29	22	23	32	10	40	38	46	23	48	28	27	56
Sagittaire. — Verseau..	10	00	19	13	27	22	33	54	38	13	39	44	24	25
Capricorne.....	9	21	17	53	25	20	31	15	35	5	36	25	23	00

CHAPITRE VIII.

CONSTRUCTION DU CÔNE PROPRE A DIFFÉRENTES LATITUDES.

Prenez un cône tel que celui que nous venons de décrire; faites pour ce cône ce que nous avons dit dans le chapitre précédent, cherchez les hauteurs des ombres que nous avons données pour les heures dans la première table du chapitre xxxix de la première partie, ordonnez ces ombres dans une table, et ajoutez-y les hauteurs de l'*ashre*. Fig. 79

Après cela, divisez l'horizontale en 18 parties égales, et, considérant la limite d'une de ces parties, menez par cette limite une droite à la base du cône. Divisez la base en parties semblables à celles de l'horizontale, et faites commencer ces parties à la ligne que vous venez de mener de l'horizontale à la base; menez par chaque point de division de l'horizontale des droites aux points de la base correspondants, et marquez entre ces droites, autour de la base, les hauteurs méridiennes de 5° en 5°, comme vous le voyez dans la figure. Nommez, de plus, toutes ces droites *lignes d'heures*.

Ensuite déterminez le plus long gnomon, selon ce qu'on a dit dans le chapitre précédent, lequel gnomon est, pour le cône dont il s'agit ici, égal à la différence du demi-diamètre de la base au demi-diamètre de l'horizontale, différence que nous avons représentée par KL dans la figure 78.

Cherchez les ombres employées comme on l'a dit dans le chapitre précédent, et marquez les limites des heures sur les lignes

d'heures, puis joignez les points de limite suivant la coutume; écrivez sur les heures les nombres qui en indiquent l'ordre, et tracez l'astre par les mêmes procédés.

Faites ensuite le gnomon comme il a été dit, et fixez-le de la manière indiquée.

On n'a marqué sur la figure que le commencement de la septième heure, c'est-à-dire la ligne de midi vrai, parce qu'elle suffit dans cet exemple.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

On se sert du cône de la même manière que du cylindre. (Voyez page 439.) S.

TABLE DES HAUTEURS.

LES DONT LA HAUTEUR MÉRIDIENNE EST DONNÉE, DE 5 DEGRÉS EN 5 DEGRÉS.

HAUTEUR MÉRIDIENNE	I ^{re} HEURE.		II ^e HEURE.		III ^e HEURE.		IV ^e HEURE.		V ^e HEURE.		AZIMUT.	
	HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
5	1	13	2	30	3	32	4	20	4	50	4	36
10	2	35	4	59	7	3	8	39	9	39	8	32
15	3	51	7	27	10	33	12	18	14	39	11	56
20	5	5	9	51	14	00	17	13	19	16	14	57
25	6	17	12	11	17	22	21	29	24	5	17	38
30	7	27	14	29	20	43	25	40	28	52	20	6
35	8	32	16	40	23	56	29	47	33	39	21	56
40	9	36	18	44	27	2	33	50	38	24	24	32
45	10	33	20	43	30	00	37	47	43	5	26	34
50	11	27	22	32	32	49	41	35	47	43	28	33
55	12	15	24	11	35	25	45	12	52	13	30	23
60	13	17	25	40	37	46	48	36	56	46	32	22
65	13	34	26	57	39	12	51	44	61	6	34	17
70	14	5	28	2	41	39	54	28	65	11	36	15
75	14	29	28	53	43	5	56	47	68	13	38	15
80	14	47	29	34	44	9	58	13	72	00	40	23
85	14	50	29	53	44	47	59	39	74	12	42	36
90	15	00	30	00	45	00	60	00	75	00	45	00

CHAPITRE IX.

CONSTRUCTION DE LA BALANCE KHORANIE OU FÉZAZIE.

Prenez un solide de bois dur ou d'autre matière analogue, dont la longueur soit de sept fois son épaisseur ou environ, ce qui n'est cependant pas absolument nécessaire, mais plus convenable; que les faces qui enveloppent le corps dans sa longueur soient planes, formant des angles égaux et au nombre de quatre.

PREMIÈRE FACE.

Fig. 80. Prenez sur l'une d'elles [le rectangle] ABCD; retranchez de AB la quantité AE, égale au dixième de AB ou à peu près, et faites BH, DS et CG, aussi égales à AE; puis menez EG, HS.

Ensuite, prenez sur EG la quantité EK, égale au tiers ou à peu près de EG; faites GL, HM et SN égales à EK, et menez KM et LN: la surface KN aura ses côtés parallèles entre eux et parallèles à ceux de ABCD, savoir: chaque côté à celui qui lui est opposé.

Divisez KM en un certain nombre de parties, qui est ordinairement de 36, 48 ou 72; ensuite, prenez par les points de division des parallèles à KL; puis faites deux gnomons [en forme de planchettes], tous deux de cuivre, à faces parallèles et à angles droits, et d'une largeur égale à KL.

Faites ensuite, pour les deux gnomons, deux fentes ou rainures, l'une dans la partie AG et l'autre dans la partie BS, et soit KL la commune section de la surface KN et de la paroi de la [première] rainure, et MN la commune section de la même surface KN

et de la paroi de la [seconde] rainure. Il faut que les deux cannelures soient telles que, quand on y insérera les gnomons, ils ne puissent avoir de mouvement d'aucun côté, et qu'étant perpendiculaires à ABCD, la partie saillante de l'un d'eux comprenne douze divisions de la ligne KM, et que la partie saillante du second ou soit égale à la première ou n'en comprenne qu'une des parties, comme la moitié, le tiers, le quart, ou toute autre partie aliquote.

Ensuite, marquez comme sur la figure les hauteurs du plus long style comprises dans la longueur de la surface [KLMN].

Après cela, marquez sur les doigts de l'ombre horizontale, lesquels sont égaux aux divisions de KM, les doigts de l'ombre verticale correspondante, et vous verrez par l'ombre horizontale, relative à l'ombre verticale, ce que vous avez à remarquer dans celle-ci.

Si vous voulez, par exemple, avoir six doigts de l'ombre verticale, cherchez l'ombre horizontale qui répond à l'ombre verticale de six doigts, vous trouverez 24 doigts; ainsi faites dans le plan KN sur le 24^e doigt un petit cercle, comme vous le voyez dans la figure.

Si on ne trouvait pas dans la longueur de la balance l'ombre horizontale correspondant à l'ombre verticale, comme si la balance ne comprenait que 48 doigts et qu'on opérât pour deux doigts d'ombre verticale, lesquels correspondent à une ombre horizontale de 72 doigts, nombre qui excède celui des doigts d'ombre horizontale marqués sur la balance, on tracerait cette ombre verticale sur le gnomon d'après lequel on ne la suppose pas, du côté qui regarde le plan KN.

EXPLICATION.

Divisez 144 par le nombre des doigts d'ombre horizontale compris dans la balance, le quotient exprimera celui des doigts d'ombre verticale que doit comprendre le second gnomon.

Si les deux gnomons sont égaux, divisez la face opposée [à KN] du [second] gnomon d'après lequel on ne suppose pas l'ombre verticale, en autant de parties que le quotient en contient, et que ces parties commencent à la tête du gnomon, de manière que, s'il y a une fraction dans le quotient, elle réponde au [pied du] gnomon. La première partie, savoir celle qui est vers le haut du gnomon, répondra à un doigt d'ombre verticale; celle qui suit, à deux doigts, et ainsi des autres jusqu'à la dernière, ces doigts tracés sur le gnomon étant ceux qu'on ne peut marquer sur la balance.

Si au contraire l'un des deux gnomons est plus long que l'autre, on supputera l'ombre verticale d'après le plus petit, afin d'avoir le commencement de cette ombre [savoir la limite correspondant à une hauteur égale à zéro]. Ainsi on prendra sur la face du plus long gnomon opposée au plus petit une quantité égale à la face de ce plus petit gnomon opposée au plus grand, et on divisera cette quantité, comme ci-dessus, en un nombre de parties convenable.

Observez qu'ici le véritable gnomon de l'ombre verticale est [égal en longueur à] la distance comprise entre les deux gnomons érigés sur la balance, et qu'en divisant cet espace en douze parties égales, chacune de ces parties doit répondre à un des doigts de l'ombre verticale portée sur le gnomon. [Ce qui vous donne un moyen d'en trouver la valeur géométriquement, au lieu de le faire par le calcul, comme nous venons de l'indiquer.]

Voici une table qui comprend les ombres verticales, de doigt en doigt, avec les ombres horizontales qui leur correspondent [c'est-à-dire pour la même hauteur].

TABLE.

OMBRE VERTICALE.	OMBRE HORIZONTALE.		OMBRE VERTICALE.	OMBRE HORIZONTALE.	
	Doigts.	Minutes.		Doigts.	Minutes.
1	144 *	00	19	7	35
2	72	00	20	7	12
3	48	00	21	6	51
4	36	00	22	6	33**
5	28	18	23	6	16
6	24	00	24	6	00
7	20	34	25	5	46
8	18	00	26	5	32
9	16	00	27	5	20
10	14	24	28	5	9
11	13	5	29	4	58
12	12	00	30	4	48
13	11	5	31	4	34
14	10	17	32	4	30
15	9	36	33	4	22
16	9	00	34	4	14
17	8	28	35	4	7
18	8	00	36	4	00

* Manusc., 81.

** Manusc., 53.

Il y a des gens qui tracent les heures sur ABCD, en supposant que la largeur du style est égale à EG, et si les heures qu'ils veulent tracer sont particulières à une latitude déterminée, ils appellent la ligne EG les six parties égales, et appliquent celle qui est vers E au Capricorne, celle qui vient après au Verseau, et de même jusqu'aux Gémeaux; ensuite ils attribuent aussi la partie des Gémeaux à l'Écrevisse, celle du Taureau au Lion, et ainsi de suite, de manière toutefois que le commencement de l'Écrevisse répond à la fin des Gémeaux et le commencement des Gémeaux à la fin de l'Écrevisse, et de même pour les autres signes.

Puis ils mènent par chaque point de division, et parallèlement à AB, des droites vers BD, lesquelles droites sont les lignes d'heures.

Fig. 80. Ensuite ils prennent l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, à la latitude pour laquelle ils veulent tracer les heures, [ils prennent, dis-je, cette ombre] avec le compas, sur l'échelle construite à cet effet; et, posant l'une des pointes sur la ligne EG, à l'origine de la ligne [d'heures] propre au commencement de l'Écrevisse, ils marquent sur cette ligne [d'heures], avec l'autre pointe, le point de limite de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, et ils déterminent de même les limites des autres heures du même jour et celles du commencement des autres signes; enfin ils joignent les points comme on a coutume de le faire, et ils tracent la ligne de l'heure par les mêmes procédés; ensuite ils écrivent sur chaque ligne l'heure à laquelle elle appartient.

Fig. 81. Mais si les lignes d'heures qu'ils veulent tracer doivent être propres à différentes latitudes, ils divisent la ligne EG en 36 parties, et après avoir mené vers BD, et parallèlement à AB, des droites qu'ils nomment *lignes d'heures*, ils écrivent entre ces lignes

les ombres verticales, de doigt en doigt; ensuite ils prennent, dans la troisième table du chapitre xxxix de la première partie, l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour pour lequel il n'y a pas d'ombre verticale à midi vrai, savoir 44 doigts 46 minutes; et prenant avec le compas, sur la ligne d'heures propre à ce jour, la distance correspondante, ils marquent le point de limite de la fin de la première heure dudit jour; et après avoir marqué de même les fins d'heure sur chaque ligne d'heures, ils joignent les points de limite selon la coutume et tracent la ligne de l'*ashre*; enfin ils écrivent sur chaque ligne l'heure à laquelle elle appartient, et ils en font autant pour la ligne de l'*ashre*.

Le corps de l'ombre doit être fixe sur la balance, et c'est d'après lui que se construit l'échelle. Nous donnons une figure de la balance particulière à une latitude déterminée, ainsi que celle d'une balance propre à différentes latitudes, et nous avons tracé sur l'une et l'autre le commencement de la septième heure et la ligne de l'*ashre*; ce qui suffit pour cet exemple, parce qu'on peut d'après cela terminer entièrement la construction.

DEUXIÈME FACE.

Considérant ensuite l'une des deux faces adjacentes à celle dont vous avez achevé le tracé, prenez sur cette face le rectangle ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB; retranchez de AB la quantité AE, égale au quart à peu près de AB, et de AE la quantité EG, égale à peu près au tiers de AE, et par les deux points E et G menez parallèlement à AC les deux droites EH et GT; divisez AC et EH chacune en 18 parties égales, et par les points de division correspondants des deux lignes menez des lignes droites, qui diviseront GT en 18 parties égales.

Divisez ensuite chaque partie de GT et chaque partie de EH

en 5 parties égales, et par les points de division correspondants de ces deux lignes menez autant de lignes droites; elles partageront la ligne EH en 90 parties égales : nommez ces parties *degrés* et la ligne EH *cadran*; ensuite écrivez sur le rectangle AT le nombre 5 et ses multiples, comme vous le voyez dans la figure.

Après cela, marquez sur BE le point I très-proche du point E, et par le point I menez IK, parallèle à EH; prenez sur IB le tiers à peu près de cette ligne, savoir IL, et sur IL le tiers de cette ligne aussi à peu près, savoir IM, et par les deux points LM menez parallèlement à AC les droites LN et MS; ensuite prenez dans la quatrième table du chapitre xxiv de la première partie l'arc [de l'écliptique] correspondant à un degré de déclinaison, savoir $2^{\circ} 30'$, et, posant une règle sur le point de limite de $2^{\circ} 30'$ du cadran, dirigez-la parallèlement à AB et menez entre les deux lignes MS et LN une parallèle à AB; ensuite prenez dans la même table l'arc correspondant à deux degrés de déclinaison, vous aurez $4^{\circ} 59'$, et, posant la règle comme il vient d'être dit sur le point correspondant du cadran, menez entre MS et LN une seconde parallèle à AB. Faites de même jusqu'au cinquième degré de déclinaison, et menez de IK à LN la parallèle à AB, qui répond à ce degré; faites de même pour les 10° , 15° , 20° et 23° degrés, et marquez ces degrés de déclinaison dans le rectangle LS, comme vous le voyez dans la figure.

On pourrait tracer la déclinaison de quart en quart de degré ou autres divisions plus petites ou plus grandes [selon l'exigence des cas].

En troisième lieu : Marquez sur la ligne AB le point O près du point L, et divisez BO en deux parties au point F; prenez sur FO les deux tiers de cette ligne à peu près, savoir FX, et par les points O, X, F, menez parallèlement à AC les lignes OQ, XR, FV; ensuite prenez dans la table d'ombre *rhouârzémie* la hauteur à laquelle répond un doigt, savoir $85^{\circ} 14'$; et, posant

le bord de la règle sur la partie correspondante du cadran [et dans une direction parallèle à AB], menez entre les deux lignes XR et FV une parallèle à AB; après cela, prenez dans la table la hauteur qui répond à deux doigts, savoir $80^{\circ} 32'$, et, plaçant la règle sur la partie correspondante du cadran, menez comme il vient d'être dit une seconde parallèle à AB entre les lignes XR et FV. Faites de même pour les 3^e, 4^e et 5^e doigts, jusqu'à la fin du nombre des doigts de l'ombre; et lorsque vous arriverez à cinq doigts, vous prolongerez la parallèle à AB jusqu'à la ligne OQ, ce que vous ferez aussi pour dix doigts et pour les autres multiples de cinq, et vous écrirez le nombre des doigts dans le rectangle OR, comme vous le voyez dans la figure.

En quatrième lieu : Marquez le point P près du point F, et, prenant sur BP le tiers de cette ligne, PU, menez par les points P et U les droites PY, UZ, parallèles à BD; ensuite cherchez dans la table de sinus, *rhoudrédmt*, l'arc qui répond à une partie [ou soixantième] du sinus : vous aurez $57'$. Alors, posant la règle sur la partie du cadran correspondante, vous mènerez entre ces lignes PY et UZ une parallèle à AB, et vous marquerez de la même manière les autres parties de sinus; et quand vous arriverez à un multiple de 5, vous prolongerez la parallèle correspondante jusqu'à la ligne PY; ensuite vous écrirez le nombre des parties du sinus dans les parties du rectangle BY, comme vous le voyez sur la figure.

TROISIÈME FACE.

Prenez actuellement la face opposée à celle sur laquelle nous venons de faire la construction précédente, et soit sur cette face [le rectangle] ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB.

Prenez sur AC la quantité AE, égale au tiers¹ de AC; par le

Fig. 83.

¹ Nous avons pris la moitié, comme l'auteur le fait dans la figure.

point E menez EG, parallèle à AB, et insérez dans le rectangle AG, la table des sinus fadhil et celle qui contient le rapport par lequel on trouve l'arc de révolution dans le lieu où vous êtes et aux environs, déterminant ce rapport suivant ce que nous avons dit dans le chapitre XLII de la première partie; opération qui ne peut présenter de difficultés à qui que ce soit.

Ensuite retranchez de CE une petite quantité CH, et de CD une même quantité CT, et menez par le point T la ligne TI, parallèle à CE, et par le point H la ligne HK, parallèle à CD; menez la droite IK et prenez une ombre horizontale d'un nombre de doigts entier et sans fraction, tel que 12, 16, 18, 24, ou tout autre nombre entier par lequel on puisse diviser 144 exactement et sans fraction aucune au quotient : nous supposerons dans cet exemple que ce nombre est 12 doigts.

Ajoutez à ce nombre de doigts de l'ombre horizontale proposée le nombre des doigts de l'ombre verticale correspondante, et conservez la somme, qui, dans ce cas particulier, est de 24 doigts.

Divisez EH comme le conservé, c'est-à-dire en 24 parties, et divisez de même DT et IK; puis menez par les points de division de la ligne EH et les points de division correspondants de IK des lignes droites, ces droites seront parallèles entre elles et parallèles à CD; menez de même par les points de division de DT et leurs correspondants sur IK des lignes droites qui seront parallèles entre elles et parallèles à EH; ensuite écrivez le nombre des doigts de l'ombre horizontale donnée, savoir 12, dans les divisions du rectangle IH, de suite et de doigt en doigt, comme vous le voyez dans la figure, et que le premier doigt commence vers I; écrivez de même dans les autres divisions du rectangle IH, de suite et de doigt en doigt, les 12 doigts de l'ombre verticale qui répond à l'ombre horizontale proposée, comme vous le voyez dans la figure, et que le premier doigt de cette ombre soit vers C.

Écrivez de même de suite et de doigt en doigt, dans les parties

du rectangle TK, les doigts de l'ombre horizontale donné, en commençant vers T, comme vous le voyez dans la figure; enfin écrivez de même, dans les autres divisions du même rectangle, les doigts de l'ombre verticale correspondante, en commençant vers D; et définitivement écrivez à l'extrémité de TD, dans la moitié du petit rectangle TH, *ombre de midi vrai*, et dans l'autre moitié du même rectangle TH, à l'extrémité de IH, *ombre du temps*.

Après cela procédez au tracé des heures.

Prenez dans la troisième table du chapitre xxxix de la première partie l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour qui n'a pas d'ombre à midi vrai, savoir 44 doigts 46', et prenez ces 44 doigts 46' sur les doigts d'ombre horizontale que contient ligne LI, et marquez à l'extrémité un point de limite qui sera celui de la fin de la première heure du jour proposé. Mais si, comme dans la figure, le nombre des doigts d'ombre horizontale que contient la ligne LI est plus petit que 44^d 46', cherchez dans la table indiquée l'ombre verticale de la fin de la première heure dudit jour, laquelle est de 3^d 13', et prenez-les sur les doigts d'ombre verticale contenus dans LI: vous aurez un point de limite qui sera celui de la première heure du jour proposé. Faites de même pour les autres heures du même jour.

Ensuite prenez dans la table indiquée l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour dont l'ombre horizontale à midi vrai est d'un doigt, vous aurez 3^d 12'.

Prenez 3^d 12' sur les doigts d'ombre verticale contenus dans la ligne LI, et menez par le point de limite une ligne occulte parallèle à LK: elle coupera la ligne propre au jour dont l'ombre horizontale à midi vrai est d'un doigt, c'est-à-dire la ligne MN, en un point qui marque la fin de la première heure du même jour, dont l'ombre horizontale à midi vrai est d'un doigt.

Vous vous servirez de même de l'ombre verticale pour [trouver]

la fin de la seconde heure du même jour, parce que la ligne LI de la figure contient moins de doigts d'ombre horizontale qu'il n'y en a dans l'ombre horizontale de la fin de cette seconde heure.

Vous ferez de même pour les autres heures du même jour et pour celles des autres jours dont les ombres verticales à midi sont données successivement dans le compartiment TK, jusqu'à la dernière, qui dans la figure est de 12 doigts.

Après cela, prenez dans la seconde table du chapitre xxxix l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour dont l'ombre [verticale] à midi vrai est de 11 doigts, savoir 2^d 8'; prenez sur LI le même nombre de doigts d'ombre verticale, et par le point de limite menez une ligne occulte [parallèle à LK] qui coupera la ligne propre au jour dont l'ombre verticale à midi vrai est de 11 doigts en un point qui marquera la fin de la première heure de ce jour.

Ensuite prenez dans la même table l'ombre verticale de la fin de la seconde heure du même jour, savoir 4^d 18', et sur la ligne LI un nombre égal de doigts; puis menez par le point de limite une ligne occulte qui coupera la ligne propre au jour dont l'ombre verticale à midi vrai est de 11 doigts en un point qui marquera la fin de la seconde heure du même jour.

Faites de même pour les autres heures de ce jour et pour celles des jours dont les ombres verticales à midi vrai sont données successivement dans le compartiment TK; ensuite joignez les points de limite, comme on l'a expliqué précédemment, et écrivez sur les heures le nombre qui en marque l'ordre, observant que la fin de la sixième heure est [marquée par] la ligne KI : vous n'éprouverez aucune difficulté pour le tracé de l'*ashre* d'après les tables II et III du chapitre XLVI de la première partie.

Ou, si mieux vous aimez, vous marquez les ombres horizontales à midi vrai, ainsi que leurs heures, dans un des segments

du rectangle GL, et les ombres verticales à midi vrai et leurs heures dans le second segment du même rectangle.

QUATRIÈME FACE.

Prenez maintenant la dernière des quatre faces, savoir celle qui est opposée à la première, et soit sur cette quatrième face [le rectangle] ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB. Fig 84

Retranchez de AB la ligne AE, égale au quart de AB, et la ligne BG, égale à AE; par les deux points E et G menez les deux lignes EF, GH, parallèles à AC, et considérez GH comme le coascendant d'un lieu qui n'a pas de latitude, et EF comme le coascendant d'un lieu situé à 45° de latitude.

Prenez sur AC la ligne AI, égale au quart de AE, et par le point I menez IT, parallèle à AB, le point de rencontre de IT et de EF étant en K et celui de IT et de GH étant en M.

Divisez EG en huit parties égales, et par les points de division menez à FH des parallèles à AC : celle de ces lignes qui est le plus près de GH sera pour le coascendant du lieu dont la latitude est de 6°; celle qui suit sera pour le coascendant du lieu dont la latitude est de 12°, et ainsi des autres jusqu'à la dernière.

Le compartiment GK sera divisé par ces lignes en huit parties égales, et vous écrirez dans chacune, sur les lignes considérées comme coascendants des latitudes, le nombre qui exprime chaque latitude particulière, comme vous le voyez dans la figure.

Nous n'avons donné ici les coascendants que pour quelques latitudes, et nous n'avons pas été jusqu'au dernier, savoir jusqu'à la ligne qui répond au lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, au delà de laquelle latitude il y a peu de pays habitables, parce que ces coascendants, attendu le peu de longueur de la ligne GE, auraient été serrés outre mesure, ce qui les eût rendus difficiles à distinguer,

et que, si nous les eussions tracés, l'obliquité eût été telle qu'on n'en aurait pu tirer beaucoup d'utilité; mais cet inconvénient n'aurait pas lieu si la ligne GE eût été d'une longueur convenable, auquel cas nous aurions mis tous les coascendants.

Prenez sur KI la ligne KL, égale au sixième de KI, et sur MT la ligne MN, égale au sixième de MT; divisez les deux lignes LI et NT chacune en trois parties égales, aux points Q, V et O, S, et par les points V, Q, L, N, S, O, menez les lignes VX, QR, LS', NT', SY, OZ, toutes parallèles à AC.

Ensuite divisez les deux lignes QR et SY chacune en 36 parties égales; placez la règle sur chaque point de division de QR et sur le point de division correspondant de SY, et menez [pour chaque position] deux lignes, l'une entre KF et QR, et l'autre entre MH et SY : les lignes KF et MH seront par là divisées en 36 parties égales; divisez chacune de ces parties en 5 autres, et menez par chaque point de division des parties de KF et par chaque point de division correspondant de chaque partie de MH deux droites, l'une entre les lignes MH et NT', et l'autre entre KF et LS'; ensuite écrivez dans les divisions des deux compartiments QS' et NY les multiples successifs de 5, en commençant vers LQ et finissant vers NS, comme on le voit dans la figure.

Posez le bord de la règle sur le point [ou degré] de KF qui répond au coascendant du commencement du Verseau dans la sphère droite, savoir sur $32^{\circ} 13'$, et sur le point de MH qui répond au commencement du coascendant du Sagittaire, aussi dans la sphère droite, savoir sur $327^{\circ} 47'$, et menez deux droites, l'une entre les deux lignes SY et TD, et l'autre entre QR et IC; posez de suite la règle sur les points qui répondent l'un au coascendant de la fin du Verseau, l'autre au coascendant du commencement du Scorpion dans la sphère droite, et menez de même deux lignes, l'une entre SY et TD, l'autre entre QR et IC. Faites de même pour les coascendants des commencements du Bélier et de la Balance,

du Taureau et de la Vierge, des Gémeaux et du Lion : par là les compartiments QX et SZ seront divisés chacun en six parties, dans lesquelles vous écrirez les noms des signes, comme vous le voyez dans la figure.

Après cela, posez le bord de la règle sur le point de KF qui répond aux coascendants des six [premiers] degrés du Capricorne, savoir sur $6^{\circ} 33'$, et sur le point de MH qui répond à 24° du Sagittaire, savoir sur $353^{\circ} 27'$, et menez deux droites, l'une entre les deux lignes VX et IC, et l'autre entre OZ et TD; posez de même la règle sur le point qui répond au coascendant de 12° du Capricorne et sur celui qui répond au coascendant de 18° du Sagittaire, et menez encore deux droites, l'une entre les deux lignes VX et IC, et l'autre entre OZ et TD.

Faites de même pour le coascendant de 18° du Capricorne et de 12° du Sagittaire, de 24° du Capricorne et de 6° du Sagittaire. Par cette construction, la partie du compartiment VC propre au Capricorne sera divisée en cinq parties; celle du compartiment OD propre au Sagittaire sera aussi divisée en cinq parties, et vous écrirez dans les parties du Capricorne les degrés de ce signe, et dans celles du Sagittaire les degrés qui leur conviennent de même, comme vous le voyez dans la figure, et vous ferez la même chose pour les autres signes.

Après cela, posez le bord de la règle sur le point de KF qui répond au coascendant dans la sphère droite de 6° du Bélier, savoir sur $5^{\circ} \frac{1}{2}$, de manière que la règle soit parallèle à KM, et vous marquerez sur la ligne, considérée comme le coascendant de l'équateur, le point d'intersection de cette ligne et du bord de la règle.

Puis posez la règle sur le point de KF qui répond au coascendant de 6° du Bélier dans le lieu dont la latitude est de 6° , savoir sur $5^{\circ} \frac{1}{7}$, valeur déjà donnée dans la première table du chapitre xxxiii de la première partie; et la position de la règle

étant comme nous venons de le dire [parallèle à KM], marquez sur la ligne, considérée comme le coascendant du lieu dont la latitude est de 6° , le point d'intersection de cette ligne et du bord de la règle.

Posez de même la règle sur le point de KS qui répond au coascendant de 6° du Bélier dans le lieu dont la latitude est de 12° , savoir sur $4^{\circ} 59'$, comme vous le trouvez dans la première table indiquée, et faites de même que pour le précédent. Continuez cette opération jusqu'à ce que vous en soyez au coascendant de 6° degrés du Bélier dans le lieu qui a 48° de latitude, en prenant dans la table indiquée ce coascendant pour ladite latitude, lequel est de $2^{\circ} 50'$, et marquez le point d'intersection de la ligne MH propre à cette latitude.

Ensuite joignez le premier point d'intersection au second, le second au troisième, et ainsi des autres jusqu'au dernier : la ligne composée de toutes les lignes partielles de jonction comprendra le coascendant de 6° du Bélier pour toutes les latitudes proposées.

Faites de même pour 12° du Bélier aux mêmes latitudes et pour les lignes qui comprennent les coascendants des degrés des autres signes à ces latitudes ; et toutes les fois que vous arriverez à la fin d'un signe, vous marquerez la ligne qui en comprend les coascendants aux latitudes données, soit avec des points, soit tout autrement, afin de les distinguer des autres lignes ; ensuite vous écrirez les noms des signes et de leurs parties [calculées] entre les lignes qui en comprennent les coascendants, comme vous le voyez dans la figure.

Cette construction étant terminée, prenez les étoiles voisines de l'équateur et tracez-les de la manière que nous allons décrire pour l'une d'entre elles, et d'après laquelle vous traiterez toutes les autres.

Soit donc l'étoile *Aldébaran*.

Posez le bord de la règle sur la division de KF qui répond au

coascendant de cette étoile dans la sphère droite, savoir à $147^{\circ} 24'$, de manière que la règle soit parallèle à la ligne KM, et menez une droite occulte entre les deux lignes KF et MH. Prenez, sur les divisions de la ligne KM, celle de la déclinaison d'*Aldébaran*, savoir $14^{\circ} 53'$; posez la règle sur la limite de cette division et menez par ce point une droite occulte parallèle à MH : elle coupera la première en un point, et ce point d'intersection des deux droites occultes sera la marque [ou projection] d'*Aldébaran*.

Autour de ce point, comme centre, décrivez un petit cercle, et si l'étoile passe au milieu du ciel avec un signe inférieur, écrivez son nom en bas; mais si elle passe au milieu du ciel avec un signe supérieur, écrivez son nom en haut; si la déclinaison est boréale, mettez un B au-dessus du petit cercle, et un A si la déclinaison est australe.

OBSERVATION.

Les usages de la balance *Khorarie* sont trop nombreux pour que nous les rapportions ici, comme nous avons fait pour les instruments précédents : nous dirons seulement qu'ils sont exposés en cinquante articles dans le second livre de la III^e partie. S.

CHAPITRE X.

La construction des heures exposée dans ce livre se rapporte à trois chefs, savoir : construction des heures par l'ombre horizontale, construction des heures par l'ombre verticale, et construction de quelques heures par l'ombre horizontale et de quelques autres par l'ombre verticale.

Le premier et le second livre sont tous les deux consacrés à des constructions relatives ou à une latitude déterminée ou à plusieurs latitudes. Dans celui-ci, ce qui est particulier à une seule latitude est relatif aux signes et pourrait l'être aussi à l'ombre du midi vrai, à la déclinaison ou à la hauteur méridienne, ce qui est manifeste; mais ce qui convient à plusieurs latitudes est relatif à l'ombre du midi vrai et ne peut être autrement.

Quant aux constructions du troisième livre, elles sont propres à plusieurs latitudes et relatives à l'ombre du midi vrai; mais elles peuvent être traitées pour une latitude déterminée relativement à l'ombre du midi vrai et aux parties des signes.

Observez que, dans ce livre, les opérations relatives à plusieurs latitudes ont été faites par voie d'approximation, suivant ce que nous avons dit dans le chapitre xxxix de la première partie; approximation cependant dont on pouvait se servir utilement pour les objets dont il s'agit. Et remarquez aussi que, dans les opérations relatives à une seule latitude, l'approximation est telle, qu'en y apportant une plus grande exactitude, elle ne serait pas sensible.

LIVRE TROISIÈME.

DE LA CONSTRUCTION DES PARALLÈLES DÉCRITS PAR L'EXTRÉMITÉ DE L'OMBRE DES GNOMONS, ET DES LIMITES DES HEURES DE CES PARALLÈLES.

CHAPITRE PREMIER.

DES LIGNES QUI MARQUENT L'EXTRÉMITÉ DE L'OMBRE DES GNOMONS SUR LES PLANS AUXQUELS ILS SONT PERPENDICULAIRES.

Il est démontré que le centre du soleil, le sommet du corps [ou gnomon], qui est [considéré comme] le centre du monde, et l'extrémité de l'ombre sont toujours sur une même ligne droite; et si on imagine cette droite prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre la [surface de la] sphère et qu'elle devienne un de ses diamètres, la partie de ce diamètre comprise entre le centre du soleil et celui du monde se nomme *ligne du rayon solaire*, et l'autre partie *ligne de l'ombre*, et le diamètre entier *diamètre du rayon solaire*.

Quand le soleil décrit la circonférence d'un grand cercle, le diamètre solaire est dans le plan de ce grand cercle, parce que 1^o l'une de ses extrémités est au centre du soleil et que ce centre est dans le plan du grand cercle, puisqu'il en décrit la circonférence; 2^o parce que le milieu de ce diamètre est au centre du monde et que ce centre est dans le plan du grand cercle, puisqu'il en est le centre même : donc, le diamètre du rayon solaire est dans le plan du grand cercle.

D'où il suit que, quand le soleil décrit un grand cercle parallèle au plan sur lequel le gnomon est dressé perpendiculairement, on ne peut assigner la limite de l'ombre du *mékhiâs* ou gnomon sur ce plan; car l'extrémité de l'ombre est le point qu'on trouve à l'intersection du plan et de la ligne d'ombre, et dans cette figure [ou construction] le plan ne coupe pas la ligne d'ombre, parce que la ligne du rayon solaire étant dans le plan d'un grand cercle parallèle au plan dont il s'agit est parallèle à ce plan et ne le rencontre pas.

Il a été avancé sur cela beaucoup de choses inexactes, fruits de l'imagination de gens qui n'ont aucune idée de la vérité, comme nous le ferons voir par la suite.

Mais quand le soleil se meut sur la circonférence d'un petit cercle, le diamètre du rayon solaire ne se trouve pas dans le plan de ce cercle, et cela parce que ce diamètre du rayon solaire doit toujours passer par le centre du monde, et que le centre du monde est toujours hors du plan des petits cercles : ainsi la ligne du rayon solaire et l'ombre ne sont jamais dans le plan d'un petit cercle.

Lors donc que le soleil fait sa révolution sur un petit cercle, le diamètre du rayon solaire fait en même temps une révolution entière; mais le milieu de ce diamètre, qui est le centre du monde, reste fixe, et il résulte [de ce mouvement du diamètre] deux surfaces coniques dont le centre du monde est le sommet commun, et qui ont pour bases, l'une le parallèle du soleil, l'autre le parallèle opposé, celle-ci étant produite par [le mouvement de] la ligne d'ombre.

D'après cela, la ligne du rayon solaire et celle de l'ombre se meuvent toujours ou dans le plan d'un grand cercle ou sur la surface d'un cône.

D'où il suit nécessairement qu'il y a cinq lignes qui déterminent les extrémités des ombres des gnomons [sur les plans dont

il s'agit], savoir : la ligne droite, la circonférence du cercle, l'hyperbole, l'ellipse et la parabole.

Et cela parce que le plan sur lequel est érigé perpendiculairement le corps de l'ombre venant à couper la surface produite par la ligne d'ombre, dans son mouvement avec le soleil, coupe ou la surface d'un cône ou celle d'un cercle.

S'il coupe la surface d'un cercle, la ligne d'intersection est une ligne droite, et telles sont les lignes produites par les extrémités des ombres des gnomons sur les plans du méridien, de l'horizon ou du premier vertical, lorsqu'elles rencontrent le grand cercle décrit par le soleil.

S'il coupe la surface d'un cône et qu'il soit parallèle à la base du cône, la ligne d'intersection est une circonférence de cercle, comme les cercles que tracent les extrémités des ombres des gnomons érigés sur des plans parallèles à l'équateur; mais s'il n'est pas parallèle à la base du cône, il produit ou [1°] une *section suffisante* [la parabole]; telle que les lignes courbes que tracent les extrémités des ombres des gnomons sur la surface de l'horizon d'un lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique lorsque le soleil se meut dans le cercle du commencement de l'Écrevisse; ou [2°] une *section excédante* [l'hyperbole], telle que les lignes que tracent les extrémités des ombres des gnomons dans les lieux qui n'ont pas de latitude ou dont la latitude est moindre que le complément de l'obliquité de l'écliptique; car elles tracent alors sur la surface de l'horizon des sections excédantes [ou hyperboles]; ou [3°] une *section déficiente* [l'ellipse], telle que les lignes courbes que tracent les extrémités des ombres des gnomons sur la surface de l'horizon dans les lieux dont la latitude excède le complément de l'obliquité de l'écliptique et lorsque le soleil est dans le commencement de l'Écrevisse.

Telles sont, sans en excepter aucune, les lignes produites par

[la trace de] l'extrémité des ombres des gnomons sur les plans auxquels ces gnomons sont perpendiculaires.

CHAPITRE II.

DES SURFACES SUR LESQUELLES SE TRACENT LES PARALLÈLES DÉCRITS PAR L'EXTRÉMITÉ DE L'OMBRE DES GNOMONS ET LES LIMITES DES HEURES.

Les surfaces sur lesquelles se fait ce tracé en figures régulières sont au nombre de quatre, savoir : la surface plane, la surface du cylindre, la surface du cône rond et la surface de la sphère.

Cependant personne, que je sache, ne l'a jamais fait sur d'autres surfaces que sur le plan, et ne l'a même indiqué, malgré la possibilité de la construction et la régularité des figures [qui en résultent], sur les [trois] autres surfaces dont nous parlons.

Pour nous, nous exposerons relativement à ces quatre surfaces les constructions qu'il suffit de connaître [pour en déduire toutes les autres].

Ainsi, relativement au plan, nous donnerons dix des constructions dont il peut être l'objet :

- I. Construction sur un plan parallèle à l'horizon ;
- II. Sur un plan parallèle au méridien ;
- III. Sur un plan parallèle au premier vertical ;
- IV. Sur un plan parallèle à un vertical quelconque ;
- V. Sur un plan parallèle à un horizon dont le pôle n'a pas de déclinaison relativement à notre méridien, le gnomon étant perpendiculaire au plan proposé, lequel peut être parallèle à l'équateur ;

VI. Sur le même plan, le gnomon étant parallèle à l'horizon;

VII. Sur un plan parallèle à un horizon dont le pôle décline de notre méridien et ne décline pas de notre premier vertical, le gnomon étant perpendiculaire à ce plan;

VIII. Sur le même plan, le gnomon étant parallèle à notre horizon;

IX. Sur un plan parallèle à un horizon dont le pôle décline relativement à notre méridien et à notre premier vertical, le gnomon étant perpendiculaire au plan proposé;

X. Sur le même plan, le gnomon étant parallèle à notre horizon.

Relativement à la surface du cylindre, nous donnerons aussi dix constructions :

I. Construction sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à l'horizon, le gnomon étant perpendiculaire à cette surface [et à l'axe du cylindre];

II. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au plan du méridien;

III. Sur la surface concave de ce cylindre;

IV. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au plan du premier vertical;

V. Sur la surface concave de ce cylindre;

VI. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au plan d'un vertical quelconque;

VII. Sur la surface concave de ce cylindre;

VIII. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à l'horizon d'un lieu dont les pôles ne déclinent pas de notre méridien;

IX. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un horizon dont les pôles ne déclinent pas de notre premier vertical et déclinent de notre méridien;

X. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un

horizon dont le pôle décline de notre méridien et de notre premier vertical.

Les constructions relatives à la surface du cône se réduisent à celles que nous avons exposées pour la surface convexe du cylindre.

Les surfaces convexe et concave de la demi-sphère peuvent être chacune l'objet de sept constructions :

I. Construction sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle à l'horizon ;

II. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle au plan du méridien ;

III. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle au plan du premier vertical ;

IV. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle au plan d'un vertical quelconque ;

V. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle à un horizon dont le pôle ne décline pas de notre méridien ;

VI. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle à un horizon dont le pôle ne décline pas de notre premier vertical ;

VII. Sur la surface concave d'une sphère dont la base est parallèle à un horizon dont le pôle décline de notre méridien et de notre premier vertical.

[Outre ces constructions,] on en fait encore sur la surface convexe beaucoup d'autres, qui sont faciles à exécuter.

Nous consacrerons un chapitre à chacune des constructions relatives à la surface plane, ainsi qu'à chaque construction relative à la surface convexe du cylindre; mais nous ne parlerons pas de celles qui se rapportent à la surface concave, parce qu'elles ne présentent aucune difficulté après l'explication de ce qui a lieu pour la surface convexe. De même nous ne rapporterons qu'une

des constructions relatives au cône, les autres ne présentant aucune difficulté après ce qui aura été dit pour le cylindre.

Nous consacrerons trois chapitres aux constructions relatives à la demi-sphère; nous réunirons dans un autre tout ce qui a rapport aux compositions [ou assemblages de plans]; nous expliquerons aussi dans un seul chapitre un usage particulier [de quelques-uns] des plans dont nous aurons parlé, [et nous terminerons ce troisième livre de la seconde partie par l'exposé des méthodes employées pour reconnaître la latitude à laquelle on doit rapporter des constructions données].

CHAPITRE III.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE A L'HORIZON.

Les heures construites sur un tel plan sont connues du public sous le nom d'*heures du basithah* [cadran horizontal].

I. POUR UN LIEU SANS LATITUDE.

Si le lieu pour lequel vous voulez faire cette construction n'a pas de latitude, opérez pour le commencement du Capricorne et de l'Écrevisse ou pour le commencement de tous les signes, ou bien pour les limites de leurs moitiés ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez obtenir; car si la construction est faite pour le commencement de tous les signes, elle est beaucoup plus exacte que si elle n'était faite que pour le commencement du Capricorne et celui de l'Écrevisse seulement.

Ainsi déterminez par le calcul ou géométriquement les ombres horizontales et leurs azimuts pour les limites des heures du jour de chacun des douze signes et pour celles des demies d'heures ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez donner aux parallèles.

La détermination par le calcul est préférable à celle qui serait faite géométriquement; car, pour se flatter d'arriver par celle-ci à une grande précision, il faudrait tracer un cercle dont le diamètre fût assez grand pour que les degrés puissent y être exactement divisés en minutes, et ce cercle serait trop petit si son diamètre n'avait pas vingt coudées; aussi serait-il très-difficile à exécuter, comme tous les instruments dont on devrait se servir.

[Lors donc que vous aurez déterminé toutes les choses demandées par le calcul] ordonnez le tout dans une table.

Après cela, prenez une tablette de bois dur, ou de marbre ou de cuivre, bien préparée et à angles droits, et que la face sur laquelle vous devez tracer les heures soit parfaitement plane.

Fig. 85. Prenez sur cette face le rectangle ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB, et appliquez-vous à marquer le centre du plus long corps [ou gnomon], qui doit être fixé sur ABCD et être tel que l'ombre de ce gnomon tombe sur le rectangle, à la fin de la première heure et au commencement de la douzième.

Pour cela, divisez la ligne AC en deux parties au point E, et par ce point E menez EF, parallèle à AB. Divisez EF en deux parties au point M, ce point sera le centre du plus long gnomon, qui doit être placé sur le plan ABCD, pour que l'ombre y soit portée à la fin de la première heure ou au commencement de la douzième.

Cherchez de suite la longueur de ce gnomon à poser sur le plan ABCD, pour que son ombre y soit portée à la fin de la première heure et au commencement de la douzième.

Pour cela, du point M, comme centre, décrivez dans le rec-

tangle ABCD un cercle occulte dont la circonférence passe par les deux points E et F; que le point E soit le vrai point sud, et F le vrai point nord; en divisant les deux arcs EF chacun en deux parties égales aux points G et H, le point G sera le vrai point d'ouest et H le vrai point d'est.

Après cela, construisez sur une surface plane un quart de cercle égal au cadran GME; soit TIK ce quart de cercle. Divisez IK en 90 parties égales, et marquez sur chacune le nombre qui lui convient, comme vous le voyez dans la figure; puis prenez dans la table annexée à ce chapitre l'azimut de l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne ou du jour du commencement de l'Écrevisse, lequel azimut est de 24 degrés et un tiers de degré; et, prenant avec le compas, sur le quart de cercle divisé, un nombre égal de degrés, conservez l'ouverture de l'instrument et posez l'une des pointes sur le point G, puis faites avec l'autre pointe une marque sur l'arc GF; par cette marque et par le centre M, faites passer une ligne occulte terminée à l'une des deux lignes BA et BD ou à leur commune section en B, comme on l'a fait dans la figure. Ensuite prenez dans la table indiquée l'ombre de la fin de la première heure, savoir 49^d 6'; portez-la à 50^d, et construisez sur un plan une échelle dont la longueur soit égale à MB; divisez cette échelle en 50 parties, et écrivez sur chacune le nombre qui lui convient, comme vous le voyez dans la figure.

Alors prenez 12 parties de cette échelle, ce sera la longueur approchée du plus long gnomon que l'on puisse fixer sur le plan ABCD.

Après cela, tracez les limites des heures de la manière suivante:

Prenez dans la table l'azimut de l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, lequel est de 24° 20', et, prenant avec le compas un égal nombre des parties du quart de cercle, posez l'une des pointes en G, vrai point d'ouest,

et avec l'autre pointe faites une marque sur le cadran méridional GE, parce que l'azimut est méridional; ensuite, avec la même ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le point H, et faites une marque avec l'autre pointe sur le second cadran méridional HE, aussi parce que l'azimut est méridional. Après cela, placez le bord d'une règle sur le point M et sur la première des deux marques, et menez par le point M et par cette marque une droite prolongée indéfiniment; menez de même par le point M et par la seconde marque une droite aussi prolongée indéfiniment; prenez dans la table l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir $49^{\text{d}} 6'$, et avec le compas un égal nombre des parties de l'échelle, et, posant l'une des pointes en M, faites une marque avec l'autre pointe au lieu où elle atteint sur la ligne qui passe par la première marque : cette nouvelle marque sera celle de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse. Faites de même une marque sur la ligne qui passe par la seconde marque, cette nouvelle marque sera celle du commencement de la douzième heure du même jour.

Ensuite prenez dans la table l'azimut de la seconde heure dudit jour, $26^{\circ} 45'$, puis avec le compas un égal nombre des parties du quart de cercle divisé; et, posant l'une des pointes en G, faites une marque avec l'autre pointe au lieu où elle peut atteindre sur le cadran méridional [GE]; posez de même la pointe du compas, l'ouverture en restant la même, sur le point H, et faites une marque avec l'autre pointe sur le cadran méridional [HE] : ces deux marques sont faites sur les deux cadrans méridionaux parce que l'azimut est méridional; s'il était septentrional, on les aurait faites sur les deux cadrans septentrionaux HF et GF. Alors placez le bord de la règle sur la première de ces deux marques et sur le point M, et menez du point M à la marque une droite occulte prolongée indéfiniment : cette droite sera la ligne d'azimut de la

fin de la première heure du jour proposé; placez de même le bord de la règle sur la seconde des deux marques et sur le point M, et menez de même une ligne occulte passant par la seconde marque, ce sera la ligne d'azimut du commencement de la onzième heure dudit jour. Ensuite prenez dans la table l'ombre de la seconde heure du même jour, laquelle est de $23^d 18'$, et sur l'échelle un nombre égal de parties; et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une des pointes en M et faites avec l'autre pointe, en quelque lieu qu'elle atteigne sur la ligne d'azimut de la seconde heure, une marque qui sera celle de la fin de la seconde heure dudit jour proposé; faites de même une marque sur la ligne d'azimut de la onzième heure, et cette marque sera celle du commencement de cette heure au jour proposé.

Faites dans le même ordre les marques des autres heures du même jour, et ensuite celles des heures du jour du commencement du Capricorne et de tel autre signe que vous voudrez, et joignez [par un trait] la marque de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse à celle de la première heure du jour du commencement du Capricorne, si toutefois il n'y a entre elles deux aucun des parallèles des autres signes; mais s'il y en a quelques-uns, joignez la marque de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse à celle de la première heure du jour du signe qui suit, et celle-ci à la marque de la première du jour du signe suivant, et ainsi de suite jusqu'à ce que vous arriviez à la marque de la première heure du jour du commencement du Capricorne, et la ligne composée de tous ces traits partiels de jonction sera la limite de la première heure de tous les jours de l'année dans un lieu sans latitude.

Ensuite procédez de la même manière au tracé des limites des autres heures, et, joignant la marque de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse à la marque de la seconde heure du même jour, celle-ci à celle de la troisième heure, et

ainsi de suite jusqu'à la marque de la douzième heure, la ligne formée par tous les traits partiels de jonction sera le parallèle du commencement du signe de l'Écrevisse.

Vous tracerez de même les parallèles des autres signes que vous aurez choisis.

Quant au parallèle du commencement du Bélier, on le trace d'une manière plus expéditive que celle qui précède; car il suffit de mener par le point M une droite qui fasse avec la ligne EF un angle droit, et de prolonger cette droite de part et d'autre jusqu'à la limite de la première heure et jusqu'à celle de la douzième heure : cette ligne ainsi prolongée sera le parallèle du Bélier.

Procédez ensuite au tracé de la ligne de l'*ashre* de la manière suivante :

Prenez dans la table l'ombre de l'*ashre* du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir $17^{\text{d}} 15'$, et avec le compas un égal nombre des parties de l'échelle; placez l'une des pointes en M, et avec l'autre faites sur le parallèle du commencement de l'Écrevisse une marque du côté de l'orient; ensuite prenez avec le compas sur l'échelle une quantité égale à l'ombre de l'*ashre* au jour du commencement du Bélier, savoir $12^{\text{d}} 00'$, et, posant l'une des pointes en M, faites avec l'autre pointe, sur le parallèle du commencement du Bélier, une marque vers l'orient; prenez de même sur l'échelle une quantité égale à l'ombre de l'*ashre* au jour du commencement du Capricorne, savoir $17^{\text{d}} 15'$, et, posant en M l'une des pointes du compas, faites avec l'autre, sur le parallèle du commencement du Capricorne, une marque vers l'orient; joignez ensuite ces trois marques par un arc, cet arc sera celui de l'*ashre*.

Alors écrivez sur chaque parallèle, sur chaque côté [ou région], sur les heures et sur l'arc de l'*ashre*, la dénomination qui convient à chacun, comme vous le voyez sur la figure; puis faites le corps

de quelque substance dont la forme soit celle d'un cône rond, dont l'axe, de la base au sommet, soit de douze parties de l'échelle; posez ce corps perpendiculairement [au plan ABCD] sur le centre M et retranchez du cadran dans lequel est la Mecque la quantité dont elle décline [du méridien] du lieu pour lequel est faite la construction, et menez par le point M et par l'extrémité de l'arc de déclinaison une droite, ce sera la ligne de l'azimut de la Mecque.

Si vous voulez poser la tablette comme il convient relativement au ciel, après avoir placé horizontalement le plan ABCD, comme il a été dit précédemment, et lorsque le soleil sera dans le méridien, tournez ce plan à droite ou à gauche, sans qu'il cesse d'être parallèle à l'horizon, jusqu'à ce que l'extrémité du gnomon [ou corps] tombe sur le commencement de la septième heure; fixez alors la tablette, et elle sera posée convenablement.

Ou autrement : Après avoir placé la tablette horizontalement, si vous êtes à la fin d'une heure, tournez le plan ABCD à droite ou à gauche et parallèlement à l'horizon, jusqu'à ce que l'extrémité de l'ombre du gnomon tombe sur la limite de la fin de cette heure; fixez alors la tablette, et elle sera placée comme elle doit être.

488 DEUXIÈME PARTIE. — DES CONSTRUCTIONS.

TABLE DES OMBRES, DE LEURS AZIMUTS SEPTENTRIONAUX ET MERIDIONAUX,
POUR LE COMMENCEMENT DU CAPRICORNE ET DE L'ÉCREVISSE.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.			HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I....	49	6	24	20	Ces azimuts sont septentrionaux.	I....	49	6	24	20	Ces azimuts sont méridionaux.
II....	23	18	26	45		II....	23	18	26	45	
III...	14	6	31	42		III...	14	6	31	42	
IV....	9	12	41	8		IV....	9	12	41	8	
V....	6	18	59	27		V....	6	18	59	27	
VI....	5	15	90	00		VI...	5	15	90	00	
Ashre.	17	15	29	10		Ashre.	17	15	29	10	

II. FAIRE LES MÊMES CONSTRUCTIONS POUR UN LIEU QUI A UNE LATITUDE.

[PREMIER CAS.] La latitude du lieu étant moindre que le complément de l'obliquité de l'écliptique, tracer les heures de temps de ce lieu.

Soit la latitude de 30° nord.

Pour tracer les heures de temps de cette latitude sur le plan de l'horizon, déterminez exactement les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure de temps du jour de chacun des commencements du Capricorne et de l'Écrevisse à la latitude proposée, ou pour les fins d'heure des commencements de tous les signes, si vous voulez plus de précision.

Ordonnez le tout dans une table et prenez un plateau tel que

celui que nous avons décrit ci-dessus, et soit la face destinée au tracé des heures le rectangle ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB. Fig. 86.

Ensuite appliquez-vous à déterminer le centre du plus long corps ou gnomon qui doit être fixé sur le plan ABCD, de manière que son ombre soit portée sur ce plan à la fin de la première heure et au commencement de la douzième. Pour cela, divisez AC en deux parties égales au point E; menez par ce point une droite occulte perpendiculaire à AC et rencontrant BD en un point G.

Multipliez l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, laquelle est dans cet exemple de $48^d 40'$, par le sinus de son azimut, lequel est de $20''$ environ, et divisez par 60 le produit $973^p 20'$: le quotient $16^p 13' 20''$ sera le sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement de l'Écrevisse.

Déterminez de même le sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, lequel est dans cet exemple de $40^p 59' 49''$.

Tracez sur une surface plane une droite que vous diviserez comme les parties du sinus verse du parallèle du commencement du Capricorne, parce que c'est le plus long sinus verse, ou bien ajoutez-y quelques divisions de plus, et que cette ligne soit plus longue que EG.

Comme il serait difficile de diviser la ligne proposée semblablement aux parties du sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, qui comprend une fraction, et en outre dont les parties ne sont pas exprimées par un nombre composé, on la divisera suivant le nombre composé le plus approché *en plus* du nombre de ces parties [du sinus verse], et relativement à notre exemple ce sera en 42 parties, parce que 42 est le nombre composé qui approche le plus *en plus* du nombre de ces parties;

de plus, il ne faut pas seulement que cette ligne soit plus grande que EG, il faut encore que EG soit plus grande que la différence des deux sinus verses des deux parallèles des solstices, parce que, si elle était plus courte, il ne pourrait y avoir d'intersection de l'arc TI.

Après cela, prenez avec le compas sur la ligne [divisée] les parties correspondant à celles du sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement de l'Écrevisse, et, posant l'une des pointes en G, décrivez avec l'autre pointe l'arc TI; prenez aussi avec le compas autant de parties de la [ligne ou] échelle qu'il y a de parties dans le sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, et, posant l'une des pointes en E, décrivez avec l'autre pointe un arc qui coupe TI en un point H; ensuite joignez E et H par la droite EH, et G et H par la droite GH; divisez l'angle GHE en deux parties égales et prolongez la droite qui les sépare jusqu'à ce qu'elle rencontre la ligne GE : le point de rencontre, quel qu'il soit, sera le centre du plus long gnomon demandé.

Le reste de l'opération se fait comme à l'article précédent, si ce n'est que, pour tracer ici le parallèle du Bélier, on prend sur l'échelle avec le compas une quantité égale à l'ombre de son midi vrai, laquelle est dans cet exemple de $6^d 56'$; et, posant l'une des pointes sur le centre de son gnomon, on fait avec l'autre une marque sur la ligne EG, vers le point nord, parce que la latitude donnée est septentrionale; c'est ensuite par cette marque qu'on mène la ligne [de ce parallèle] parallèlement à BD et terminée par ses deux extrémités à la limite de la fin de la première heure et à celle du commencement de la douzième heure.

TABLE POUR LES HEURES DE TEMPS.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.	72	53	34	14	B.	I. ...	48	40	19	28	A.
II.	37	10	42	14	B.	II. ...	22	15	19	19	A.
III. ...	25	21	51	40	B.	III. ...	12	45	5	13	A.
IV.	19	46	62	55	B.	IV.	7	24	3	16	B.
V.	17	5	75	53	B.	V.	3	38	18	12	B.
VI.	16	16	90	00	B.	VI. ...	1	21	90	00	B.
Ashre.	28	16	48	20	B.	Ashre..	13	21	5	51	A.

Sinus versé du parallèle de l'ombre du commencement de l'Écrevisse : $16^{\circ} 13'$; du commencement du Capricorne : $41^{\circ} 00'$.
 Ombre à midi vrai du Bélier : $6^{\circ} 56'$.
 [Ashre du] commencement du Bélier : ombre, $18^{\circ} 56'$; azimut, $21^{\circ} 14' B.$

POUR TRACER LES HEURES ÉGALES.

Déterminez les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heures égales du commencement de l'Écrevisse et du commencement du Capricorne, ou pour les fins d'heure des commencements de tous les signes, si vous voulez une plus grande précision; ordonnez tout cela dans une table et faites pour les ombres et les azimuts tout ce que nous avons dit ci-dessus. La figure que nous donnons pour cette construction ne vous laissera rien à désirer.

Fig. 57.

TABLE POUR LES HEURES ÉGALES.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I....	61	21	35	42	B.	I....	57	7	20	30	A.
II....	31	24	45	33	B.	II....	26	39	14	17	A.
III....	21	42	58	00	B.	III....	15	55	8	19	A.
IV....	17	31	72	40	B.	IV....	10	6	1	48	A.
V....	16	16	90	00	B.	V....	6	9	6	30	B.
						VI....	3	8	22	52	B.
						VII....	1	21	90	00	B.

[DEUXIÈME CAS.] La latitude du lieu étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

Il ne peut y avoir sur la circonférence de l'écliptique aucun point dont l'arc diurne à cette latitude soit plus petit que l'arc diurne de tout [autre] point donné sur cette circonférence; car s'il y avait sur la circonférence de l'écliptique un tel point, l'arc du point diamétralement opposé à celui-ci serait plus long que l'arc diurne de tout [autre] point donné sur la circonférence de l'écliptique à cette latitude, et l'arc du point opposé à ce dernier étant [nécessairement] plus petit que 360 degrés, il ne pourrait y avoir sur la circonférence de l'écliptique aucun point dont l'arc diurne fût de 360 degrés. Or, cela n'est pas, puisque l'on trouve sur la circonférence de l'écliptique un point dont l'arc diurne est de 360 degrés, savoir le point solsticial le plus voisin du pôle

visible, le parallèle de ce point étant tangent à l'horizon et ne le coupant pas. Il ne peut donc y avoir sur la circonférence de l'écliptique aucun point dont l'arc diurne à cette latitude soit plus petit que l'arc diurne de tout [autre] point donné sur la même circonférence¹.

Si cela est impossible, il l'est aussi de tracer complètement les heures du *basithah* [cadran horizontal] à cette latitude, puisqu'il faut, pour exécuter ce tracé complet, construire deux parallèles dont l'un soit le parallèle du point dont l'arc diurne est plus long que ne l'est dans ce lieu celui de tout [autre] point donné sur la circonférence de l'écliptique, et dont l'autre soit le parallèle du point dont l'arc diurne est plus court que ne l'est dans ce même lieu celui de tout [autre] point donné sur la même circonférence, afin que tous les jours de l'année soient compris entre ces deux parallèles et dans l'espace qui les sépare.

Si donc il est impossible de construire complètement les heures du *basithah* [cadran horizontal] à la latitude proposée, on n'en fera que ce qu'il est possible de faire. Or, il n'y a pas de doute qu'à cette latitude les ombres du gnomon n'atteignent [en quelques circonstances] une limite qu'on ne peut assigner ; aussi nous arrêtons-nous au point de l'écliptique pour le jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue qu'on puisse construire, et après avoir déterminé les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure du jour de ce point, nous déterminons les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure du jour du solstice le plus voisin du pôle visible et pour les fins d'heure de plusieurs autres points compris entre ces deux-là et choisis à des distances égales, en quoi nous procédons comme nous l'avons

¹ La discussion comprise dans ce paragraphe est assez remarquable, en ce qu'elle est fondée sur ce que l'auteur ne pense pas qu'une quantité susceptible de diminution puisse encore être regardée comme plus petite qu'une autre quantité donnée, lorsque par l'effet de ses décroissements successifs elle est devenue égale à zéro. S.

fait précédemment, et nous obtenons nécessairement des parallèles et des limites d'heure d'une grande exactitude.

Quant aux heures que nous négligeons, on pourra les construire sur une autre surface, si on le juge convenable.

Fig. 88. Nous ne donnons dans la figure que les heures du parallèle du commencement de l'Écrevisse et de celui du commencement du Bélier, parce que les ombres des parallèles méridionaux s'étendraient beaucoup au delà des limites de notre feuille, et que d'ailleurs cela doit suffire à ceux qui ont de l'intelligence.

TABLE.

PARALLÈLE DU COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						PARALLÈLE DU COMMENCEMENT DU BÉLIER.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	213	13	62 ^a	11	A.	I.....	115	9	14 ^b	50	B.
II.....	54	20	36	9	A.	II.....	58	44	27	11	B.
III....	30	29	9	57	A.	III....	40	41	42	30	B.
IV....	18	14	18	8	B.	IV....	32	31	57	43	B.
V.....	12	48	51	5	B.	V.....	28	39	73 ^c	42	B.
VI....	11	7	90	00	B.	VI....	27	30	90 ^d	00	B.
Ashre..	23	50	3	18	B.	Ashre..	39	30	44	9	B.

^a Manusc., 42 ^b Manusc., 54. ^c Manusc., 23. ^d Manusc., 20.

[TROISIÈME CAS.] La latitude étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Ou cette latitude est au-dessous de 90°, ou elle est de 90°; supposons-la au-dessous de 90°, et de 78° 28'.

D'après ce qui précède sur la construction des heures dans un lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, il devient évident que, pour la latitude donnée, on ne peut tracer complètement les limites des heures, et que l'ombre du gnomon atteint une limite qu'on ne peut assigner par une construction. Or, lorsque la chose est ainsi, on ne construit que ce qu'il est possible d'exécuter; ainsi nous nous arrêterons au degré pour le jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue que nous puissions construire, et nous déterminerons les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure du jour de ce degré; ensuite nous déterminerons les ombres horizontales et leurs azimuts par les fins d'heure du point dont le parallèle est le plus grand parallèle visible, lequel, à la latitude proposée, est celui du commencement du signe du Taureau, et nous construirons de la manière expliquée ci-dessus les parallèles et les limites d'heure qui correspondent à ces ombres et à leurs azimuts; ce qui nous donnera les limites des heures des jours pendant lesquels le soleil est entre le parallèle du degré dans le jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue que l'on puisse construire sur ce tableau et entre le parallèle visible tangent à l'horizon; ensuite nous diviserons l'arc toujours visible de l'écliptique à cette latitude en 12 portions égales, et nous déterminerons les ombres horizontales et leurs azimuts par les fins de leurs heures égales, et nous ferons pour ces ombres et leurs azimuts les parallèles qui leur correspondent, sans tracer les limites des heures de temps; car ces parallèles sont eux-mêmes les limites des heures de temps, du moins à peu près, pendant que le soleil est dans l'arc de l'écliptique toujours visible.

Quant aux heures que nous négligeons de construire, on pourra les tracer sur un autre plan, si on le trouve convenable. Nous ne donnerons même que le parallèle du commencement de l'Écrevisse à cette latitude, ne pouvant tracer les parallèles des

Fig. 89.

autres points, à cause de la longueur des ombres qui leur correspondent.

TABLE : COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.

HEURES.	OMBRE.		AZIMUT*.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	56	13	90	00	A.
II.....	54	30	75	56	A.
III.....	50	3	61	52	A.
IV.....	44	50	47	47	A.
V.....	38	6	33	40	A.
VI.....	34	35	20	25	A.
VII.....	28	9	5	4	A.
VIII.....	24	32	9	45	B.
IX.....	21	44	24	55	B.
X.....	19	38	40	34	B.
XI.....	18	11	56	40	B.
XII.....	17	20	73**	33	B.
XIII.....	17	4	90	00	B.

* Mause, Distance. ** Mause, 13.

[QUATRIÈME CAS.] La latitude du lieu étant de 90 degrés.
 Fig. 90. Soit ABCD le plan destiné à la construction et le milieu de AC en E, par le point E menez perpendiculairement à AC la droite EG, que vous diviserez en deux parties égales au point O, lequel point sera le centre du corps le plus long.

Ensuite déterminez les hauteurs des limites des heures dont voici la valeur approchée pour la latitude donnée, savoir :

La hauteur de la fin de la première [heure] est égale à la déclinaison de la moitié du Bélier ; la hauteur de la fin de la seconde est égale à la déclinaison de la fin du Bélier ; la hauteur de la fin de la troisième heure est égale à la déclinaison de la moitié du Taureau ; la hauteur [de la fin] de la quatrième est égale à la déclinaison du commencement des Gémeaux ; la hauteur [de la fin] de la cinquième est égale à la déclinaison de la moitié des Gémeaux ; enfin la hauteur [de la fin] de la sixième heure est égale à la déclinaison du commencement de l'Écrevisse.

Ou plus exactement : Divisez le temps pendant lequel le soleil parcourt les signes de perpétuelle apparition à cette latitude en 12 parties égales, et déterminez les déclinaisons du soleil pour les limites de ces divisions, vous aurez les hauteurs des fins d'heure ; prenez les ombres horizontales de ces hauteurs et ordonnez-les dans une table.

Ensuite divisez la ligne OE en autant de parties qu'il y a de doigts dans l'ombre horizontale de la fin de la première heure, c'est 115^p 9' environ, et que le plus long corps soit de 12 parties de OE. Alors construisez une échelle comme nous avons fait précédemment et prenez avec le compas le nombre des parties correspondant à l'ombre de la fin de la première heure, et, posant l'une des pointes en O, décrivez avec l'autre pointe sur ABCD le cercle de limite de la fin de la première heure, et faites de même pour tracer les limites des autres heures.

Quant au tracé de l'*ashre* à cette latitude et aux latitudes pour lesquelles l'ombre du gnomon [ou corps] n'augmente d'une fois la longueur du gnomon qu'après que la sphère a fait plus d'une révolution entière, ce qui n'a lieu que pour les latitudes plus grandes que le complément de l'obliquité de l'écliptique, on ne peut en exécuter la construction géométrique par les

498 DEUXIÈME PARTIE. — DES CONSTRUCTIONS.

moyens déjà exposés, et alors on évalue par le calcul le temps de l'ashre.

Quant à l'établissement [ou position] de la tablette, il suffit de la placer parallèlement à l'horizon, parce que la ligne méridienne est ici indéterminée, attendu qu'à cette latitude le zénith est le pôle du monde, et que chaque cercle d'azimut peut être regardé comme le méridien, et chaque ligne droite tracée sur l'horizon comme la ligne méridienne.

TABLE.

HEURES.	OMBRE DES HEURES.	
	Doigts.	Minutes.
I.....	115	9
II.....	58	49
III.....	40	41
IV.....	32	30
V.....	28	38
VI.....	26	29

CHAPITRE IV.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU MÉRIDEN.

Ces heures sont connues généralement sous le nom d'heures du vertical sur la méridienne.

[PREMIER CAS.] Le lieu pour lequel se fait l'opération n'ayant pas de latitude.

Opérez pour le commencement du Capricorne et pour celui de l'Ecrevisse, ou pour le commencement de tous les signes et celui des limites de leurs moitiés ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez donner aux limites des heures, et déterminez l'ombre portée sur le plan du méridien à la fin de chacune des douze heures ou à la fin des demies ou des tiers d'heure, selon le degré de précision que vous voulez donner aux parallèles, [et faites ces déterminations] par le calcul ou par la géométrie, mais le calcul est préférable, comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, et ordonnez toutes ces choses dans une table.

Ensuite prenez une tablette de bois, de marbre ou de cuivre, dont les faces soient planes, parallèles et à angles droits, et soit la face destinée à la construction [le rectangle] ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB.

Fig. 91.

Après cela, déterminez le plus long gnomon comme nous l'avons expliqué.

Divisez la ligne AB en deux parties égales au point E; ce point sera le centre du gnomon, et vous nommerez la ligne AB, l'horizontale.

Du point E comme centre, avec un rayon EA, décrivez la demi-circonférence AB; partagez-la en deux parties égales au point G, et que ABCD soit la face occidentale, le point A sera le vrai point sud, et le point B le vrai point nord.

Ensuite prenez dans la table l'azimut de la sixième heure, savoir, $24^{\circ} 20'$, et sur le demi-cercle AB l'arc GH de la même quantité, et menez par les deux points E, H une droite occulte prolongée jusqu'à l'extrémité inférieure de ABCD au point C que vous marquerez; ensuite prenez une règle égale en longueur à l'occulte EC ou plus longue, et, si elle est plus longue, prenez sur le bord une ligne égale à EC et divisez-la en 50 parties égales,

lequel nombre 50 est celui des doigts de l'ombre de la sixième heure, la fraction étant prise pour unité ; si la règle est égale à la ligne EC, divisez sa longueur totale en 50 parties et prenez-en 12 pour la longueur du plus long gnomon.

Après cela, tracez les limites des heures de la manière suivante :

Prenez dans la table l'ombre du commencement de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir, 5 doigts un quart, puis, avec le compas, un égal nombre des parties de l'échelle ; et posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre sur l'horizontale et vers le point sud une marque qui sera celle de la fin de la douzième heure du jour du commencement de l'Écrevisse : nous la marquons sur l'horizontale, parce que l'azimut de son ombre est de 90° , et vers le midi, parce que l'azimut de l'ombre est méridional.

Après cela, prenez avec le compas sur l'arc AG l'arc GT égal à l'azimut de la seconde heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir, $59^\circ 22'$; prenant ainsi cet azimut du côté du point sud, parce qu'il est méridional, menez par les deux points E, T une droite occulte ; ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la seconde heure dudit jour, savoir $6^d 18'$, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe sur la ligne occulte qui passe par le point T une marque qui sera celle du commencement de la douzième heure dudit jour.

Faites de même pour les limites des autres heures du même jour, et pour celles des heures du jour du commencement du Capricorne, et pour telles limites d'heure des autres signes que vous voudrez, et menez entre ces marques des points de jonction comme il a été dit ci-dessus, afin de former les parallèles et les limites des heures.

Ensuite menez du point E une droite qui passe par le point G

et se termine à la limite de la huitième heure, et cette droite sera celle qui sépare le midi du nord dans le plan donné et aussi celle du parallèle du Bélier dans le lieu proposé; vous tracerez ensuite la ligne de l'ashre, ce qui ne présente aucune difficulté.

Écrivez ensuite sur les parallèles et sur les heures les dénominations qui leur conviennent.

Enfin faites le tracé de la même manière sur le côté oriental, et faites un gnomon pour chacun de ces deux côtés, ou bien un gnomon à charnière, afin qu'il puisse tourner du côté oriental au côté occidental et réciproquement, sans incliner nullement vers le sud ou vers le nord.

Quand vous voudrez le poser, vous avez deux moyens : le premier, de déterminer la ligne méridienne et de faire coïncider exactement avec sa trace la ligne CD, de manière que la face ABCD soit tournée vers le couchant; et alors posez le plateau verticalement au moyen d'un perpendiculaire, en y apportant tout le soin possible, sans que la ligne CD s'écarte de la méridienne, et fixez le plateau par quelque construction.

Le second moyen est de dresser le plateau verticalement, de manière que le côté occidental soit entièrement du côté de l'occident, et quand vous serez à la fin de l'heure dans laquelle vous êtes, tournez le plateau à droite ou à gauche, sans qu'il cesse d'être perpendiculaire à l'horizon, de manière que l'ombre du gnomon tombe sur la limite de la fin de cette heure; et lorsque cela aura lieu, fixez le plateau dans cette position, et vous reconnaîtrez qu'il est bien posé, si la ligne HG est exactement perpendiculaire à l'horizon.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I....	5	15	90	00	A.	I....	5	15	90	00	B.
II....	6	18	59	27	A.	II....	6	18	59	27	B.
III...	9	12	41	8	A.	III...	9	12	41	8	B.
IV....	14	6	31	41	A.	IV....	14	6	31	41	B.
V....	23	18	26	45	A.	V....	23	18	26	45	B.
VI....	49	6	24	20	A.	VI....	49	6	24	20	B.
Ashre..	11	40	34	59	A.	Ashre..	11	40	34	59	B.

[Le manuscrit indique ces régions comme boréales.]

AUTRE MANIÈRE DE TRACER LES HEURES AU MOYEN DE LA DISTANCE ET DE L'OMBRE EMPLOYÉE.

Cette méthode est plus généralement connue que la précédente, qui n'est que rarement appliquée.

Pour cela, déterminez les distances et les ombres employées pour les limites des heures dont vous avez déterminé les ombres et leurs azimuts sur le plan du méridien. Cette détermination peut se faire ou par le calcul ou géométriquement, mais le calcul est préférable, comme nous l'avons déjà dit.

Ensuite déterminez le centre du plus long gnomon comme il a été dit, et ce plus long gnomon même, de la manière suivante :

Fig. 52. Prenez dans la table la plus longue distance qui y soit portée,

savoir celle de la sixième heure, qui est de $20^{\text{d}} 16'$; complétez 21 doigts, et divisez la ligne EA en ce même nombre de parties.

Prenez de même dans la table l'ombre employée la plus longue, savoir celle de la sixième heure, qui est de $44^{\text{d}} 53'$, et si AD est de 45 parties ou plus de la ligne AE, le plus long gnomon sera de 12 de ces parties ; mais si AD est moindre, divisez-la en 45 parties, et prenez-en 12 pour le plus long gnomon.

Le gnomon étant connu, faites une échelle comme il a été dit, et prenez ensuite dans la table la distance de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir $5^{\text{d}} 15'$, et avec le compas un égal nombre des parties de l'échelle, et posant l'une des pointes au centre du gnomon, savoir en E, faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale vers le midi ; cette marque sera celle de la fin de la douzième heure du jour du commencement de l'Écrevisse.

Nous faisons cette marque sur l'horizontale, parce qu'il n'y a pas d'ombre employée, et vers le midi, parce que la distance est méridionale.

Prenez de même avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la seconde heure dudit jour, savoir $5^{\text{d}} 26'$; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et faites avec l'autre sur l'horizontale et vers le midi, parce que la distance est méridionale, une marque par laquelle vous mènerez une ligne occulte, perpendiculaire à l'horizontale, et, prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre employée pour la seconde heure dudit jour, savoir $13^{\text{d}} 13'$, posez l'une des pointes sur l'horizontale à l'origine de la ligne occulte, et avec l'autre pointe faites sur cette ligne occulte une marque qui sera celle de la fin de la onzième heure du jour proposé.

Marquez de la même manière les limites des autres heures, et joignez toutes ces marques comme il a été dit précédemment.

Le reste de la construction est manifeste.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE employée.		DISTANCE.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE employée.		DISTANCE.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
I....	00	00	5	15	A.	I....	00	00	5	15	B.
II....	3	13	5	26	A.	II....	3	13	5	26	B.
III....	6	55	6	3	A.	III....	6	55	6	3	B.
IV....	12	00	7	25	A.	IV....	12	00	7	25	B.
V....	20	43	10	30	A.	V....	20	43	10	30	B.
VI....	44	53	20	16	A.	VI....	44	53	20	16	B.
Ashre..	9	34	6	42	A.	Ashre..	9	34	6	42	B.

[SECOND CAS.] Le lieu donné ayant une latitude, et cette latitude étant plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et supposée dans cet exemple de 30° nord.

Fig. 93. Si vous voulez tracer les limites des heures dans le lieu donné par l'ombre portée sur le plan du méridien et son azimut, déterminez cette ombre portée et son azimut pour les heures du commencement de l'Écrevisse et pour le commencement du Capricorne, ou, pour plus de précision, pour le commencement de tous les signes. Ordonnez toutes ces choses dans une table, et prenez une tablette telle qu'on l'a décrite, dont la face occidentale soit ABCD, la longueur AB et la largeur AD.

Après cela, déterminez le centre du plus long gnomon de la manière suivante :

Multipliez l'ombre de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, savoir 58^d 57' par le sinus de son azimut 48^d 35'; divisez le produit par 60, le quotient sera le sinus versé

du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, savoir $47^{\circ} 39'$, et [déterminez de même] le sinus verse du parallèle d'ombre de l'Écrevisse, savoir de l'ombre de la première heure du jour de l'Écrevisse dans le plan du méridien, laquelle est de $6^{\text{d}} 15'$.

Divisez ensuite la ligne AB en un nombre de parties égal au nombre des parties du sinus verse du parallèle du Capricorne, parce que c'est le sinus verse le plus long.

Et s'il est difficile de diviser la ligne AB en parties semblables à celle du sinus verse du parallèle d'ombre du Capricorne, ou parce qu'il contient une fraction, ou parce que le nombre de ses parties n'est pas composé [ou multiple], divisez la ligne AB comme le nombre composé le plus approché *en plus* du nombre des parties du sinus verse.

Alors prenez avec le compas les parties de la ligne AB correspondant à celles du sinus verse du parallèle du commencement du Capricorne; posez l'une des pointes en A, et décrivez avec l'autre pointe un arc occulte; ensuite prenez de même avec le compas les parties de AB correspondant au sinus verse du parallèle de l'Écrevisse; posez l'une des pointes en B, décrivez avec l'autre pointe un arc occulte qui coupe le premier, puis joignez par deux lignes occultes le point d'intersection [X] à chacun des deux points A et B; divisez l'angle formé par ces deux lignes occultes en deux parties égales par une autre ligne occulte, et prolongez cette ligne occulte de division jusqu'à la ligne AB: le point [M] où elle la rencontrera sera le centre du plus long gnomon.

Déterminez ensuite ce plus long gnomon de la manière suivante:

Décrivez autour du centre de ce plus long gnomon le demi-cercle EF; partagez-le en deux parties égales au point G, et prenez sur l'arc GE l'arc GH, égal à l'azimut de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne.

Nous prenons cet arc vers le point nord, parce que l'azimut est septentrional.

Menez par le centre du plus long gnomon et par le point H une droite occulte, terminée au bord du plateau, et marquez son extrémité en R.

Divisez cette ligne occulte en autant de parties ou un peu plus que celles de l'ombre de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, et la longueur du plus long gnomon sera de 12 parties de cette ligne.

Après cela, construisez une échelle et ensuite les heures comme il a été dit.

Et si vous voulez avoir le parallèle du Bélier, retranchez de l'arc GE l'arc GI, égal à la latitude du lieu donné qui est de 30° , et menez par le centre du gnomon et par le point I une droite prolongée jusqu'à la limite de la sixième heure, cette droite sera le parallèle du Bélier.

Nous retranchons la latitude du cadran septentrional GE, parce que la latitude du lieu donné est septentrionale.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.	6	15	90	00	A.	I.	6	15	90	00	B.
II.	5	18	53	32	A.	II.	8	31	73	40	B.
III. ...	7	8	21	30	A.	III.	12	5	64	21	B.
IV.	11	24	5	37	A.	IV.	17	44	58	54	B.
V.	19	30	1	23	B.*	V.	28	25	55	44	B.
VI. ...	42	00	5	29	B.*	VI.	58	59	54	5	B.
Ashre..	10	55	6	47	A.	Ashre..	15	31	60	23	B.

* Mensecr., A.

TRACER LES MÊMES HEURES PAR LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE.

Déterminez les distances et les ombres employées dont vous avez besoin, et ordonnez-les dans une table. Fig. 94.

Après cela, déterminez le centre du plus long gnomon comme il suit :

Divisez la ligne AB comme les parties de la plus grande distance qui est celle de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, et s'il est difficile de diviser ainsi la ligne AB, parce que la distance comprend une fraction, ou parce qu'elle est exprimée par un nombre non composé, divisez AB comme le nombre des unités du nombre composé le plus approché *en plus*, et prenant avec le compas les parties de AB correspondant à la distance de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, posez l'une des pointes en A, et avec l'autre pointe décrivez un arc occulte ; ensuite prenez de même avec le compas les parties de AB correspondant à la distance de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, et, posant l'une des pointes en B, décrivez avec l'autre pointe un arc occulte qui coupe le premier ; joignez ce point d'intersection des deux arcs occultes aux deux extrémités de AB, divisez l'angle formé en deux parties égales, le point où la ligne de division de l'angle rencontrera la ligne AB sera le lieu du centre du plus long gnomon.

Enfin déterminez ce plus long gnomon comme vous l'avez fait en construisant les heures par la distance et l'ombre employée dans un lieu qui n'a pas de latitude.

Le reste de la construction est manifeste.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE employée.		DISTANCE.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE employée.		DISTANCE.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
I....	00	00	6	15	A.	I....	00	00	6	15	B.
II....	3	8	4	14	A.	II....	2	23	8	10	B.
III....	6	37	2	37	A.	III....	5	13	10	13	B.
IV....	11	18	1	6	A.	IV....	9	9	15	10	B.
V....	19	30	0	41	B.	V....	15	56	23	28	B.
VI....	41	38	3	57	B.	VI....	34	30	47	34	B.
Ashre..	11	3	1	14	A.*	Ashre..	7	39	13	29	B.

* Menseur., B.
Ashre du commencement du Bélier : Ombre, 8 d. 9 minutes; distance, 4 d. 39 minutes B.

[TROISIÈME CAS.] La latitude du lieu donné étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

Fig. 95.

On ne peut pour cette latitude construire complètement les heures dont il s'agit de la manière que nous avons donnée dans le chapitre précédent [le III^e], et la chose étant ainsi, prenez le degré au jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue qu'on puisse construire, et déterminez les limites de ses heures, soit par la distance et l'ombre employée, soit par l'ombre et son azimut, ou bien par la distance et l'ombre, ou par la distance et l'azimut de l'ombre, ou enfin par l'ombre employée et l'ombre [proprement dite], ou par l'ombre employée et l'azimut de l'ombre.

Déterminez ensuite de la même manière les limites des heures du jour du solstice le plus voisin du pôle visible et de tel degré que

vous voudrez compris entre ces deux parallèles ; ensuite joignez les points de limite des heures comme il a été dit.

A cette latitude, la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse ne peut nullement tomber sur la tablette, à la différence des lieux qui n'ont pas de latitude ou qui en ont une plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique, parce que le soleil est au commencement de la première heure de ce jour sur la commune section du parallèle [céleste] du commencement de l'Écrevisse avec l'horizon, et que cette commune section est sur le méridien ; or, quand le soleil est sur le méridien, l'extrémité de l'ombre du gnomon ne porte nullement sur la tablette, ainsi le parallèle du commencement de l'Écrevisse ne doit pas sur la figure être contigu à l'horizon.

On ne peut pas non plus figurer les parallèles méridionaux, à cause de la longueur de leurs distances qui les ferait sortir de la feuille ; mais ce que nous venons de dire suffit comme exemple.

TABLE POUR LE COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.

HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.	00	00	00	00	.
II.	23	17	28	14	A.
III. ...	9	12	8	46	A.
IV.	5	15	12	6	A.
V.	9	12	3	56	B.
VI.	23	17	14	52	B.

[QUATRIÈME CAS.] La latitude du lieu étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique et au-dessous de 90° .

Fig. 95. On ne peut tracer complètement toutes les heures, ainsi qu'il a été dit dans le chapitre précédent, à une telle latitude où il y a une portion de l'écliptique toujours visible, et il faut diviser en douze parties égales le temps pendant lequel le soleil reste dans cet arc, et tracer les parallèles des limites de ces divisions ; ces parallèles seront les limites des heures du plus long jour, savoir celui pendant lequel le soleil décrit l'arc toujours visible.

Vous tracerez ensuite le parallèle du solstice le plus voisin du pôle visible, comme pour les lieux dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique. Le reste de l'opération est manifeste.

[CINQUIÈME CAS.] La latitude étant de 90° .

Fig. 96. A cette latitude où le parallèle du Bélier se confond avec l'horizon, et où la moitié de l'écliptique est toujours visible, il faut diviser en 12 parties égales le temps que le soleil met à parcourir les signes toujours visibles, et, traçant les parallèles des limites de ces divisions, on aura les limites des heures. Aucun des parallèles ne pourra être contigu à l'horizon.

De ces parallèles nous n'en avons tracé qu'un seul, qui est celui du commencement de l'Écrevisse, pour vous faire connaître, en vous le montrant, quelle doit être la forme des autres ; et lorsque vous aurez joint les extrémités des ombres aux extrémités de leurs distances, comme vous le voyez sur la figure, les signes de jonction seront les limites des heures égales.

Le tracé des heures égales au lieu des heures de temps, pour toutes les latitudes dont on a traité dans ce chapitre, ne présente de même aucune difficulté.

TABLE DES OMBRES ET DES DISTANCES
POUR LE COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE, A 90 DEGRÉS DE LATITUDE.

HEURES.	OMBRE.		DISTANCE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
I....	49	10	44	48
II....	23	17	20	47
III...	14	7	19	00
IV....	9	19	6	56
V....	6	15	3	13
VI....	5	15	00	00

CHAPITRE V.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU PREMIER VERTICAL.

[PREMIER CAS.] Lorsque la latitude est nulle.

Si le lieu pour lequel se fait la construction n'a pas de latitude, le parallèle du Bélier ne peut tomber sur le plan, ce qui est évident ; mais le parallèle qui est éloigné de celui-ci d'un degré y tombe nécessairement, si ce n'est qu'il s'en faut peu, à cause de la longueur de l'ombre du gnomon, qu'on ne puisse en marquer l'extrémité : c'est pourquoi l'on a coutume en cette circonstance

de placer dans ce plan auprès du parallèle équinoxial le parallèle de la moitié du Bélier vers le nord, et le parallèle de la moitié de la Balance vers le midi, et c'est ainsi que nous le ferons dans cet exemple.

Fig. 97. Cela étant, prenez une tablette telle que celle que nous avons décrite précédemment, et sur l'une de ses faces le rectangle ABCD, dont la longueur AC et la largeur AB soient égales entre elles.

Divisez AC en deux parties égales au point E; ce point sera le centre du gnomon, et AC l'horizontale.

Menez par le point E la droite EG perpendiculaire à AC, et divisez EG en parties correspondant à celles de l'ombre horizontale de la déclinaison de la moitié du Bélier, savoir $115^d 9'$; vous prendrez douze de ces parties pour la longueur du plus long gnomon.

Construisez ensuite une échelle comme de coutume, et prenez avec le compas les parties correspondant à l'ombre horizontale de la déclinaison de la moitié du Bélier; posez l'une des pointes en E et l'autre sur la ligne EA, en quelque point que ce soit; puis du point E comme centre [avec le même rayon] décrivez un demi-cercle appuyé sur l'horizontale par ses deux extrémités, ce sera le parallèle de la moitié du Bélier.

Décrivez de même le parallèle du commencement de l'Écrevisse et tel autre parallèle que vous voudrez entre celui de la moitié du Bélier et celui du commencement de l'Écrevisse, mais ces deux-ci seulement peuvent suffire.

Après cela, divisez le parallèle de la moitié du Bélier en douze parties égales, et, posant le bord d'une règle sur l'extrémité de chaque division et sur le centre E, menez des droites comprises entre le parallèle de l'Écrevisse et celui du commencement du Bélier; par là, ces deux parallèles seront divisés en douze parties égales, lesquelles seront les heures demandées.

Pour tracer la ligne de l'ashre, déterminez l'arc de révolution depuis le zhore [du commencement] de l'Écrevisse jusqu'à son ashre pour un lieu qui n'a pas de latitude, et l'arc de révolution depuis le zhore de la moitié du Bélier jusqu'à son ashre, et faites la même chose pour les autres degrés dont vous aurez tracé les parallèles.

Ensuite prenez sur la moitié orientale du parallèle du commencement de l'Écrevisse la partie correspondant à l'arc de révolution, de son zhore à son ashre, et faites une marque au point où elle se terminera; prenez de même sur la moitié orientale du parallèle de la moitié du Bélier, comme l'arc de révolution de son zhore à son ashre, et marquez le point de limite; faites de même pour les autres parallèles, et joignez tous les points de limite.

Pour tracer exactement la ligne de l'ashre, il faut avoir mené plusieurs parallèles, afin de marquer sur chacun d'eux le point qui répond à son ashre; enfin indiquez chaque ligne comme vous le voyez dans la figure, et tracez la partie méridionale comme vous venez de faire celle du nord.

NOTE DE L'AUTEUR. — Le demi-diamètre du parallèle de la moitié du Bélier est de $115^{\circ} 9'$, et le demi-diamètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse est de $27^{\circ} 29'$.

[SECOND CAS.] Le lieu donné ayant une latitude moindre que le complément de l'obliquité de l'Écliptique.

Soit la latitude de 30° nord.

Si vous voulez construire les heures pour cette latitude par l'ombre portée sur le plan du premier vertical et son azimut, déterminez l'ombre et son azimut pour les heures du jour du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vous voudrez, et ordonnez le tout dans une table.

Ensuite prenez une tablette telle que nous l'avons décrite, et Fig. 98.

sur une de ses faces le rectangle ABCD dont la longueur est AC et la largeur AB, et, regardant cette face comme la méridionale, divisez AC en deux parties égales au point E, lequel point sera le centre du gnomon et la ligne AC l'horizontale.

Mais on ne peut pas déterminer la longueur du plus long gnomon qui doit être fixé sur le plan ABCD, parce que cela exigerait que l'on trouvât un point de la circonférence de l'écliptique dont l'azimut de la première heure fût plus petit que tout azimut donné, ce qui est impossible; et puisqu'il est impossible de trouver le plus long gnomon pour la figure, supposez ce gnomon d'une quantité convenable, et construisez l'échelle comme on l'a expliqué.

Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne EC et une autre sur la ligne EA; la première marque sera celle du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne, et la seconde sera celle de la fin de la douzième heure du même jour; faisant ces deux marques sur l'horizontale, parce que l'azimut de l'une et de l'autre heure est de 90° .

Décrivez alors du point E comme centre le demi-cercle KMN; divisez-le en deux parties égales au point M, et que le cadran MK soit l'oriental, et le cadran MN l'occidental.

Ensuite prenez dans la table l'azimut du commencement de la seconde heure dudit jour, savoir $78^\circ 44'$ au midi, et sur les arcs MN et MK les quantités MS et ML, égales à cet azimut; puis menez par le centre E deux lignes occultes dont l'une passe par le point S et l'autre par le point L; celle qui passe par le point S sera l'azimut du commencement de la seconde heure, et celle qui passe par le point L sera l'azimut du commencement de la douzième heure dudit jour proposé.

Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la seconde heure du même jour, savoir $17^d 59'$, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne du commencement de la seconde heure, et une autre sur la ligne du commencement de la douzième heure, et, en quelque lieu que soient ces marques, la première sera celle du commencement de la seconde heure, et la seconde celle du commencement de la douzième heure.

Marquez de même les limites des autres heures du même jour, et ensuite celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse, qui tombent sur la même face de la tablette, savoir celle du commencement des cinquième, sixième, septième, huitième et neuvième heures.

Après cela, prenez sur la ligne EM [une quantité correspondant à] l'ombre du commencement de la septième heure du jour du commencement du Bélier, savoir $20^d 47'$, et menez par le point de limite une droite parallèle à l'horizontale et terminée par ses extrémités aux deux bords de la tablette; cette ligne sera le parallèle du Bélier, et vous y marquerez les limites des heures du jour du commencement du Bélier.

Joignez ensuite les limites d'heure comme vous avez coutume de le faire, en observant que, si la limite de chaque heure se trouve dans une même face de la tablette sur le parallèle du Capricorne et sur celui de l'Écrevisse, vous devez joindre ces deux limites, sans que la ligne de jonction les dépasse comme celle du commencement de la cinquième heure; et que, s'il n'en est pas ainsi, comme pour le commencement de la seconde heure, et que vous ne trouviez de limites sur cette face que celles qui sont sur le parallèle du Capricorne et sur celui du Bélier, joignez celles de ces limites qui sont sur ces deux parallèles, et prolongez la ligne de jonction selon sa direction jusqu'au bord de la tablette.

Tracez ensuite ce qui tombe sur la face septentrionale de la même manière, sinon qu'il faut construire plusieurs parallèles pour avoir les limites des heures, et qu'il faut surtout déterminer très-exactement les parallèles principaux, tels que celui de l'Écrevisse; car, à cause de sa longueur, la partie comprise entre les limites de ses heures étant très-étendue, elle s'éloignerait de sa position d'une quantité sensible; de cette manière on aura très-exactement les limites des heures, et il serait même nécessaire de calculer le parallèle du commencement de l'Écrevisse de quart d'heure en quart d'heure. Nous ajouterons qu'ordinairement on ne construit que la face méridionale, et qu'on laisse la face septentrionale, à cause de la difficulté de son exécution.

TABLE.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DU BÉLIER.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	Ombre.		Azimut de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	Ombre.		Azimut de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	Ombre.		Azimut de l'ombre.		RÉGION.
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Degrés.	Minutes.			
I. . . .	23	4	90	00	A.	I. . . .	00	00	00	00	A.	I. . . .	23	4	90	00	B.
II. . . .	17	59	78	44	A.	II. . . .	91	59	76	56	A.	II. . . .	35	6	75	21	B.
III. . . .	14	25	66	34	A.	III. . . .	46	27	63	26	A.	III. . . .	62	42	61	6	B.
IV. . . .	11	56	52	39	A.	IV. . . .	31	48	49	7	A.	IV. . . .	150	41	46	38	B.
V. . . .	10	14	36	56	A.	V. . . .	24	18	33	42	A.	V. . . .	400	25	31	35	A.
VI. . . .	9	13	19	53	A.	VI. . . .	21	46	17	14	A.	VI. . . .	131	52	16	2	A.
VII. . . .	8	51	00	00	00	VII. . . .	20	47	00	00	00	VII. . . .	106	42	00	00	00
Ashre.	12	40	57	25	A.	Ashre.	36	56	55	45	A.	Ashre.	117	46	47	54	B.

OBSERVATION. — Les azimuts sont ici comptés à partir du point sud, et ce serait peut-être le lieu de faire observer que le mot arabe qui signifie nord signifie aussi la gauche, suite naturelle de ce que les quatre points cardinaux se déterminent ordinairement à partir de l'orient. S.

Si vous voulez faire la construction des mêmes heures d'après la distance et l'ombre employée, déterminez les distances des heures et leurs ombres dans le plan du premier vertical, et ordonnez le tout dans une table, puis marquez les limites des heures comme il précède.

Pour le tracé de la face septentrionale, il faut construire plusieurs parallèles, afin de pouvoir obtenir les limites des heures.

Il est également facile de les construire par la distance et l'ombre employée, ou par l'ombre et la distance, ou par l'azimut et l'ombre employée, ou enfin par l'azimut et la distance.

Nous donnons ici la figure de la face septentrionale déterminée par la distance et l'ombre employée.

TABLE.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DES GÉMEAUX*.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	Distance.		Ombre employée		RÉGION.	HEURES.	Distance.		Ombre employée		RÉGION.	HEURES.	Distance.		Ombre employée		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.			
I. . . .	23	4	00	00	A.	I. . . .	27	30	00	00	B.	I. . . .	23	4	0	00	B.
II. . .	17	38	3	30	A.	II. . .	42	57	11	5	B.	II. . .	33	57	8	31	B.
III. . .	13	13	5	45	A.	III. . .	62	56	45	9	B.	III. . .	54	18	30	19	B.
IV. . .	9	30	7	15	A.	IV. . .	1580	33	1424	44	B.	IV. . .	131	26	124	6	B.
V. . . .	6	8	8	10	A.	V. . . .	71	28	114	55	A.	V. . . .	210	15	341	56	A.
VI. . .	3	2	8	40	A.	VI. . .	22	13	76	50	A.	VI. . .	36	30	226	50	A.
VII. .	00	00	8	51	A.	VII. .	00	00	69	57	A.	VII. .	00	00	106	49	A.
Ashre.	10	41	6	50	A.	Ashre.	361	45	309	11	A.	Ashre.	117	8	107	27	A.

* Mémor. du Diliir, faute essentielle du copiste; car le soleil ne passe pas au nord du zénith à 30° de latitude septentrionale lorsqu'il décrit l'équateur, et d'ailleurs la table est construite pour les Gémeaux, comme nous le marquons. S.

[TROISIÈME CAS.] La latitude du lieu étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

A cette latitude, les limites de toutes les heures qui tombent sur la face méridionale [qui regarde] le pôle caché se joignent au centre du gnomon, parce qu'il arrive nécessairement que le soleil décrit un parallèle caché tangent à l'horizon : or, ce parallèle tangent à l'horizon le touche au point de la commune section de l'horizon et du méridien, et lorsque le soleil arrive en ce point, c'est alors que commence son apparition sur l'horizon, mais il n'a pas encore de hauteur, parce qu'il est sur l'horizon même; ainsi le gnomon ne porte point d'ombre, parce que le soleil est au zénith de ce gnomon, attendu qu'il est au point d'intersection susdit, et que ce point est au zénith du gnomon.

Conséquemment, c'est ici le parallèle de l'Écrevisse qui est tangent à la ligne horizontale au point qui répond au centre du gnomon, du moins si la latitude est septentrionale, car si elle est méridionale, ce sera le parallèle du Capricorne qui touchera l'horizontale au centre du gnomon et sur la face qui regarde le pôle caché. Nous donnons, fig. 100, le tracé des heures sur la face qui regarde ce pôle caché [et le parallèle de l'Écrevisse est sur la face septentrionale, fig. 101].

Nous n'en dirons pas davantage sur ce sujet.

TABLE.

COMMENCEMENT DU BÉLIER.			COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.				
Heures.	Distance.		Heures.	Ombre.		Distance.	
	Doigts.	Minutes.		Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
I.....	00	00	I.....	00	00	00	00
II.....	48	44	II.....	6	14	6	12
III.....	92	43	III.....	16	51	16	26
IV.....	13	6	IV.....	73	42	68	24
V.....	7	34	V.....	44	38	36	39
VI.....	3	30	VI.....	16	49	9	41
VII.....	00	00	VII.....	12	57	00	00

[QUATRIÈME CAS.] La latitude du lieu étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique et plus petite que 90 degrés.

A cette latitude, le parallèle de l'Écrevisse ne rencontre jamais l'horizon, du moins si la latitude est septentrionale, car si elle est méridionale, c'est le parallèle du Capricorne qui est dans ce cas; au contraire, [l'un ou l'autre de ces parallèles] est au-dessous de l'horizon, et les limites des heures sur la face qui regarde le pôle caché sont toutes jointes au centre du gnomon; leur construction ne présente aucune difficulté.

[CINQUIÈME CAS.] La latitude du lieu étant de 90 degrés.

A cette latitude, les heures tracées sur le plan proposé sont les mêmes que celles qui seraient tracées sur le plan du méridien, parce que le méridien se confond avec chacun des grands cercles perpendiculaires à l'horizon, attendu que le pôle du monde et le

zénith à cette latitude sont un seul et même point. Nous avons expliqué précédemment comment on construit les heures sur le plan du méridien.

CHAPITRE VI.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE A UN VERTICAL QUELCONQUE AUTRE QUE LE MÉRIDIEN ET LE PREMIER VERTICAL.

Ces heures sont connues du public sous le nom d'heures du [vertical] déclinant, parce que leur plan décline relativement au méridien, et comme le nombre de ces plans est indéfini, nous supposons dans cet exemple que le plan de construction décline de 45° vers l'orient.

[PREMIER CAS.] Le lieu donné n'ayant pas de latitude.

Si vous voulez construire ces heures sur le plan proposé, par l'ombre portée sur ce plan et son azimut, déterminez les ombres portées sur ledit plan et leurs azimuts de la manière indiquée précédemment, et ordonnez le tout dans une table disposée convenablement et comme on a coutume de le faire.

Fig. 102. Après cela, prenez une tablette préparée comme on l'a dit ci-dessus, et marquez-y les limites des heures.

Observez que la figure que nous donnons est pour la face occidentale [de la tablette], et qu'à l'égard de la face orientale, la construction [du parallèle] du commencement de l'Écrevisse s'y fait comme celle du commencement du Capricorne sur l'autre face, et de même celle du commencement du Capricorne comme celle du commencement de l'Écrevisse aussi sur l'autre face.

Observez également que le parallèle du Capricorne et celui de l'Écrevisse dans le lieu proposé, ainsi que dans tout lieu dont la latitude est moindre ou de même quantité que l'obliquité de l'écliptique, ne peuvent jamais rencontrer la ligne de midi vrai sur une seule et même face de la tablette déclinante, et qu'il en est de même de tous parallèles pris deux à deux, dont l'un rencontre le méridien au nord du zénith et dont l'autre rencontre le méridien au midi du zénith.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
Fin du jour.	30	35	90	00	A.	Fin du jour.	4	42	90	00	A.
XII.....	32	55	75	21	A.	XII.....	5	31	55	21	A.
XI.....	41	26	61	31	A.	XI.....	7	37	31	14	A.
X.....	67	29	48	49	A.	X.....	10	52	15	11	A.
IX.....	294	35	37	25	A.	IX.....	15	13	3	27	A.
VIII.....	83	27	26	56	..	VIII.....	23	19	7	32	B.
VII.....	40	41	17	11	..	VII.....	40	41	17	11	B.
Ashre.....	52	16	54	8	A.	Ashre.....	9	20	21	24	A.
Ashre du Bélier.	12	00	90	00	A.	Ashre du Bélier.	20	46	35	14	A.

Pour construire les mêmes heures par la distance et l'ombre employée, déterminez les distances et les ombres employées pour les limites d'heure qui tombent sur la tablette, et faites la construction de la manière déjà indiquée.

[DEUXIÈME CAS.] Le lieu donné ayant une latitude moindre que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et cette latitude étant supposée de 30 degrés nord.

La construction des heures à cette latitude est manifeste, soit qu'on l'exécute au moyen de la distance et de l'ombre employée, ou bien par l'ombre et son azimut.

Les tables suivantes donnent la distance et l'ombre employée, ainsi que l'ombre et son azimut, pour le commencement du Capricorne et le commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée, et la figure des heures a été faite d'après la distance et l'ombre employée.

TABLE.

PARALLÈLE DU COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					PARALLÈLE DU COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						
Heures.	Ombre employée.		Distance.		RÉGION.	Heures.	Ombre employée.		Distance.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
VII.....	107	52	12	00	B.	VII.....	12	31	12	00	B.
VIII.....	44	20	6	4	A.	VIII.....	9	48	7	11	B.
IX.....	25	56	10	42	A.	IX.....	7	39	3	53	B.
X.....	17	39	14	26	A.	X.....	5	43	1	24	B.
XI.....	11	58	18	43	A.	XI.....	3	52	00	25	A.
XII.....	6	53	23	8	A.	XII.....	2	00	2 ^c	17	A.
Fin du jour.	00	00	38	4	A.	Fin du jour.	00	00	3 ^d	47	A.
Ashre.....	17	20	14	44	A.	Ashre.....	5	4	00	42	B.
Fin du jour du Bélier ^a	00	00	12	00	A.	Midi vrai du Bélier ^b	29	23	12	00	B.
						Ashre du Bélier.	8	18	5	18	A.

^a Manusc., Ashre du Bélier.
^b Manusc., Fin du jour du Bélier.
^c Manusc., 12.
^d Manusc., 53.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
VII.....	111	23	4	40	B.	VII.....	17	20	43	46	B.
VIII.....	44	47	7	45	A.	VIII.....	12	13	37	20	B.
IX.....	28	13	22	22	A.	IX.....	8	35	26	59	B.
X.....	22	48	39	14	A.	X.....	5	53	13	40	B.
XI.....	22	14	57	21	A.	XI.....	3	55	8	2	A.
XII.....	26	2	74	44	A.	XII.....	3	3	48	40	A.
Fin du jour.	38	4	90	00	A.	Fin du jour.	3	47	90	00	A.
Ashre. ...	22	34	40	47	A.	Ashre.	5	9	7	26	B.
Fin du jour du Bélier*.....	12	00	90	00	A.	Midi vrai du Bélier.....	31	43	22	11	B.
						Ashre du Bélier.	9	51	32	27	A.

* Manusc., Ashre.

[TROISIÈME CAS.] Le lieu donné ayant une latitude égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

A cette latitude, les limites de toutes les heures qui tombent sur la face méridionale se joignent au point d'intersection de la ligne de midi vrai avec l'horizontale, et sur cette face le parallèle de l'Écrevisse ne rencontre pas l'horizontale, mais sur l'autre face il la touche au point d'intersection de l'horizontale avec la ligne de midi vrai. Cette construction ne présente aucune difficulté.

[QUATRIÈME CAS.] Le lieu donné ayant une latitude plus grande que l'obliquité de l'écliptique, et plus petite que 90°.

A cette latitude, le parallèle de l'Écrevisse ne rencontre l'horizontale sur aucune des deux faces, et il en est de même des parallèles dont la déclinaison est plus grande que le complément de la latitude de lieu et de même dénomination ; quant au parallèle dont la déclinaison est égale au complément de la latitude de lieu et de même dénomination, s'il touche l'horizon du côté du nord, les limites des heures seront sur la face méridionale et se réuniront au point d'intersection de la ligne horizontale avec la ligne de midi vrai.

[CINQUIÈME CAS.] La latitude étant de 90° .

En ce cas, la construction des heures est la même sur le plan donné que sur le plan perpendiculaire à l'horizon dont on a parlé dans le chapitre iv^e de ce III^e livre.

CHAPITRE VII.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR DES PLANS INCLINÉS PARALLÈLES A DES HORIZONS DONT LES PÔLES NE DÉCLINENT PAS DU MÉRIDIEN DU LIEU, LES GNOMONS ÉTANT PERPENDICULAIRES A CES PLANS.

Lorsqu'on se propose de faire cette construction, ou le plan incliné est parallèle à l'équateur ou il ne l'est pas : s'il est parallèle à l'équateur, ou le lieu pour lequel se fait la construction n'a pas de latitude ou il en a ; s'il n'a pas de latitude, le plan dont il s'agit ne peut être incliné, mais il est perpendiculaire à l'horizon et parallèle au premier vertical, et nous avons expliqué précédemment comment se tracent les heures sur un plan parallèle au

premier vertical dans un lieu qui n'a pas de latitude ; si au contraire le lieu donné a une latitude, [il en résulte les constructions suivantes:]

[PREMIER CAS]. La latitude étant plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Soit la latitude de 30° nord.

Prenez une tablette comme de coutume, et sur l'une de ses faces Fig. 104. le rectangle ABCD, dont la longueur AB et la largeur AC, et soit cette face celle qui doit regarder le nord.

Pour déterminer le centre du plus long gnomon, divisez la ligne AB en deux parties égales au point E ; menez par ce point une ligne occulte perpendiculaire à la ligne AB et rencontrant CD au point G, et comme le parallèle du Bélier ne peut tomber dans ce plan, mais que les parallèles voisins de celui du Bélier peuvent y tomber, quoique l'extrémité de l'ombre puisse à peine y être contenue à cause de sa longueur, on a coutume, en ce cas, de placer sur la surface indiquée, auprès du parallèle équinoxial, le parallèle de la moitié du Bélier, et sur l'autre face le parallèle de la moitié de la Balance ; cependant, à cause de la petitesse de la tablette, [nous ne nous servons pas de ces deux parallèles], et dans cet exemple nous mettons auprès du parallèle équinoxial, sur la face donnée [nord], le parallèle du commencement du Taureau, et sur l'autre le parallèle du commencement du Scorpion.

Cela étant, prenez le demi-diamètre du parallèle du commencement du Taureau, lequel est égal à l'ombre horizontale de la hauteur égale à sa déclinaison ; ajoutez-y l'ombre verticale de la latitude du lieu, la somme sera $65^{\text{d}} 45'$; divisez la ligne EG en un même nombre de parties, et si cette division est trop difficile à cause de la fraction, transformez ce nombre en un nombre entier et sans fraction ; puis divisez la ligne EG comme ce nombre entier.

Après cela, marquez sur EG un point T, limite de $6^d 56'$, valeur de l'ombre verticale de la latitude du lieu, en commençant à compter du point E; le point T sera le centre du gnomon, et la ligne AB, l'horizontale.

Prenez ensuite avec le compas les parties de la ligne EG correspondant au demi-diamètre du commencement du Taureau, savoir, $58^d 49'$; et, posant l'une des pointes en T, décrivez avec l'autre un arc dont les limites soient sur l'horizontale, cet arc sera le parallèle du commencement du Taureau.

Prenez de même sur EG les parties correspondant au demi-diamètre de la moitié du Taureau, savoir : $40^d 41'$; et, posant l'une des pointes en T, décrivez avec l'autre un arc appuyé comme le précédent sur l'horizontale; cet arc sera le parallèle de la moitié du Taureau. Décrivez par la même construction les parallèles du commencement et de la moitié des Gémeaux et du commencement de l'Écrevisse.

Divisez ensuite chaque parallèle tracé en douze parties égales, et menez un trait de jonction entre les points de division de chaque parallèle, et ceux des divisions correspondantes du parallèle voisin; les lignes formées par tous ces traits partiels de jonction seront les limites des heures; enfin tracez la ligne de l'ashre en suivant la méthode du chapitre v^e de ce III^e livre, c'est-à-dire par l'arc de révolution.

Occupez-vous ensuite à tracer la face méridionale.

Fig. 165 Pour cela, mettez sur ses limites les mêmes lettres que vous avez mises sur les limites de la face septentrionale; puis, déterminez le centre du plus long gnomon par la méthode précédente, et qu'il soit au point T'; prenez alors avec le compas les parties de la ligne EG correspondant à l'ombre verticale de la latitude du lieu, savoir $6^d 56'$, et, posant l'une des pointes en T', faites avec l'autre pointe, sur la ligne TG, une marque par laquelle vous mèneriez parallèlement à la ligne AB une ligne

terminée aux deux bords de la tablette; cette ligne sera l'horizontale.

Prenez de même sur EG les parties correspondant au demi-diamètre du parallèle du commencement du Scorpion, savoir $58^d 49'$, et, posant une pointe en T', décrivez avec l'autre un arc appuyé sur l'horizontale; cet arc sera le parallèle du commencement du Scorpion.

Procédez de la même manière au tracé des parallèles de la moitié du Scorpion, du commencement et de la moitié du Sagittaire et du commencement du Capricorne; et marquez les limites des heures et la ligne de l'ashre par la méthode précédente.

Enfin, écrivez sur les heures, sur la ligne de l'ashre, sur celle du midi vrai, sur les parallèles et sur l'horizontale les dénominations qui leur conviennent; puis faites deux gnomons en cuivre exécutés avec soin, et dont la partie saillante soit égale à douze des divisions de EG; et fixez solidement chacun d'eux sur leur centre et à angle droit.

AUTRE MANIÈRE DE DÉTERMINER LE CENTRE DU PLUS LONG GNOMON.

Tracez sur un plan une droite HT égale à la ligne EG; du point H, comme centre, avec un rayon HT, décrivez le quart de cercle TI; du point T comme centre, avec le même rayon, décrivez le quart de cercle HK; ensuite prenez sur le cadran TI l'arc TL, égal à la hauteur de la tête [le commencement] de Bélier dans le lieu donné, savoir 60° ; menez LH; prenez sur l'arc HK la déclinaison du commencement du Taureau, savoir: HN; menez NT, cette ligne coupera LH en un point S, par lequel vous abaisserez sur HT la perpendiculaire SO; vous aurez par là SO pour la longueur du plus long gnomon, HO pour la distance de son centre au point E, et OT pour le demi-dia-

Fig. 106

mètre du commencement du Taureau, ce que nous voulions vous faire connaître.

TABLE.

PARTIES ET COMMENCEMENTS DES SIGNES.	DEMI-DIAMÈTRES.	
	Doigts.	Minutes.
Moitiés du Bélier, de la Vierge, de la Balance et des Poissons.....	115	9
Commencements du Taureau, de la Vierge, du Scorpion et des Poissons.....	58	49
Moitiés du Taureau, du Lion, du Scorpion et du Verseau.....	40	41
Commencements des Gémeaux, du Lion, du Sagittaire et du Verseau.....	32	30
Moitiés des Gémeaux, de l'Écrevisse, du Sagittaire et du Capricorne.....	28	38
Commencements de l'Écrevisse et du Capricorne.....	27	22
Ombre verticale de la latitude du lieu.....	6	56

[SECOND CAS.] La latitude du lieu étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

A cette latitude le parallèle de l'Écrevisse touche l'horizon du côté septentrional; les limites des heures de temps dans la face méridionale se réunissent au point d'intersection de l'horizontale et de la ligne méridienne, et il n'y a pas de parallèle du Capricorne, parce qu'il est entièrement sous l'horizon; ainsi le tracé des heures ne présente aucune difficulté. Nous en donnons la figure, qui comprend les heures de temps et les heures égales qui sont marquées en rouge. [Nous les avons marquées par des lignes ponctuées.]

[TROISIÈME CAS.] La latitude du lieu étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, [et au-dessous de 90°].

A une telle latitude tous les parallèles situés au-dessus de l'horizon ne rencontrent pas l'horizon, si ce n'est le plus grand d'entre eux, car il touche l'horizon. Les parallèles opposés à ceux-ci ne peuvent se construire; et les limites des heures de temps qui tombent sur la face méridionale se joignent toutes au point d'intersection de la ligne du midi vrai et de l'horizontale.

[QUATRIÈME CAS.] La latitude étant de 90° .

En ce cas, les heures sont les mêmes que celles du *basithah* [cadran horizontal], dont nous avons exposé précédemment la construction, pour un lieu situé à 90° de latitude.

Le plan incliné n'étant pas parallèle à l'équateur, mais déclinant de ce grand cercle d'une quantité que nous supposons ici de 90° nord :

Lorsqu'il s'agira de construire les heures sur un plan déclinant de 90° de l'équateur, le lieu pour lequel se fera la construction n'aura pas de latitude ou il en aura; s'il n'a pas de latitude, le plan proposé sera celui de l'horizon, et nous avons enseigné la manière de tracer les heures sur le plan de l'horizon d'un lieu sans latitude.

Si le lieu pour lequel se fait la construction a une latitude, ou cette latitude est plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, ou elle n'est pas plus grande.

Si la latitude n'est pas plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et que nous la supposons de 30° nord, le plan proposé, dont la distance à l'équateur est de 90° , sera incliné, relativement au zénith, de 60° vers le nord, et sera en même temps l'horizon d'un des lieux qui n'ont pas de latitude, parce qu'il passe par les deux pôles du monde.

Ainsi vous commencerez par déterminer l'ombre horizontale et son azimut dans un lieu sans latitude, parce que le plan pro-

posé est l'horizon d'un tel lieu, pour les fins d'heure du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse dans le lieu pour lequel se fait la construction, et pour les fins [d'heure] de tel autre parallèle que vous voudrez; et après avoir, selon la coutume, ordonné le tout dans une table, vous déterminerez les limites des heures et des parallèles comme on l'a fait dans la construction du *basithah* en négligeant celles des limites des heures qui ne tombent pas sur le plan proposé.

Fig. 109. Nous donnons la figure de ces heures pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	264	55	23	34	A.	I.....	26	2	26	9	B.
II.....	35	50	24	55	A.	II.....	16	36	29	35	B.
III.....	17	44	28	52	A.	III.....	11	23	35	31	B.
IV.....	10	31	37	21	A.	IV.....	8	5	45	48	B.
V.....	6	40	55	27	A.	V.....	6	00	63	31	B.
VI.....	5	15	90	00	A.	VI.....	5	15	90	00	B.
Ashre.....	18	38	28	25	A.	VII.....	12	51	33	11	B.

Ashre du Bélier : 17^d 27'; azimut, 00° 00'; ombre, nulle au temps de midi vrai.

Si la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, le plan incliné, dont la distance à l'équateur est de 90°, est incliné, relativement au zénith de cette latitude, de 23° 35'; il est

en même temps l'horizon d'un des lieux qui n'ont pas de latitude, parce qu'il passe par les pôles du monde. Ainsi le tracé des heures sur ce plan est manifeste, d'après ce qui vient d'être dit sur leur construction pour le 30° degré de latitude.

Si la latitude est plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et plus petite que 90° , et qu'on la suppose de 70° , le plan dont il s'agit aura 20° d'inclinaison relativement au zénith du lieu; la construction de ses heures n'a pas besoin d'être expliquée.

Si la latitude est de 90° , alors le plan donné n'est plus incliné, mais il est perpendiculaire à l'horizon, parce qu'il passe par les pôles du monde et qu'à cette latitude le pôle est au zénith; ainsi le tracé des heures sur ce plan a été précédemment expliqué, puisqu'on a décrit les heures sur les plans perpendiculaires à l'horizon à la latitude de 90° .

Faites de même pour tous les plans qui s'écartent de l'équateur [sans que leurs pôles sortent du méridien].

Pour faciliter l'intelligence de ce sujet, nous donnerons un autre exemple dans lequel nous supposerons que le plan sur lequel on veut tracer les heures est éloigné de l'équateur de 40° vers le nord.

Si le lieu pour lequel on veut faire cette construction n'a pas de latitude, le plan proposé déclinera du zénith de ce lieu de 40° nord, et il sera l'horizon d'un lieu situé à 50° de latitude méridionale. Ainsi on déterminera les ombres des heures et leurs azimuts pour le lieu qui n'a pas de latitude dans celui dont la latitude est de 50° sud, et on continuera l'opération comme ci-dessus.

Si le lieu pour lequel on veut tracer les heures sur le plan proposé a une latitude, et qu'on la suppose de 30° nord, le plan déclinera du zénith dans ce lieu de 10° nord, et sera l'horizon d'un lieu situé à 50° de latitude méridionale; ainsi vous déterminerez les ombres des heures et leurs azimuts pour un lieu situé à 30°

de latitude septentrionale dans celui dont la latitude est de 50° sud, et vous achèverez l'opération comme ci-dessus. Si la latitude du lieu était de 30° sud, le plan déclinerait du zénith de ce lieu de 70° nord; et si la latitude du lieu était de 40° nord, le plan proposé n'y aurait pas d'inclinaison, mais il serait vertical sur la ligne d'est et ouest, et passant par le zénith de ce lieu.

Traitez de même tous les plans qu'on pourrait vous proposer.

CHAPITRE VIII.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR LES PLANS DÉSIGNÉS DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT, LORSQUE LE GNOMON, AU LIEU D'ÊTRE PERPENDICULAIRE A CES PLANS, EST PARALLÈLE A L'HORIZON.

Lorsqu'on se propose de faire cette construction, ou le plan incliné est parallèle à l'équateur ou il ne l'est pas; s'il est parallèle à l'équateur, le lieu pour lequel vous voulez tracer les heures n'a pas de latitude ou il en a; s'il n'a pas de latitude, le plan dont il s'agit ne sera pas au nombre des plans inclinés auquel le gnomon n'est pas perpendiculaire; mais il sera au contraire perpendiculaire à l'horizon, et le gnomon [qui doit être parallèle à l'horizon] sera perpendiculaire à ce plan; or, nous avons expliqué précédemment ce qui concerne les plans perpendiculaires à l'horizon d'un lieu qui n'a pas de latitude.

Mais si le lieu donné a une latitude, cette latitude sera de 90° ou au-dessous; si elle est de 90° , le plan dont il s'agit, au lieu d'être incliné, sera parallèle à l'horizon; et nous avons expliqué ci-dessus ce qui concerne les plans parallèles à l'horizon d'un lieu dont la latitude est de 90° .

Si la latitude est au-dessous de 90° et qu'on la suppose de 30° nord, vous prendrez une tablette semblable à celle que nous avons décrite dans le chapitre précédent, et vous y marquerez l'horizontale, le centre du plus long gnomon, les parallèles des signes et les limites des heures, selon ce que nous avons dit dans ce chapitre, et absolument de la même manière, parce qu'il n'y a de différence entre la figure précédente et celle qui convient ici qu'en ce qui concerne le gnomon; car dans cette figure le gnomon est perpendiculaire à son plan, et dans celle-ci il est parallèle à l'horizon; et dans la même figure le centre de ce gnomon est au point T, tandis que dans celle-ci il doit être au point E. Lors donc que vous aurez terminé cette construction, vous déterminerez comme il suit la longueur du gnomon parallèle à l'horizon. Fig. 110.

DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR DU PLUS LONG GNOMON.

Ajoutez 144 au carré de l'ombre verticale de la latitude du lieu; tirez la racine de la somme, elle exprimera la longueur [en doigts] de la partie saillante du gnomon parallèle à l'horizon. Prenez avec le compas un nombre égal des parties de EG, et faites un gnomon de cuivre dont la partie saillante soit égale en longueur à cette quantité; posez-le sur le point E de manière qu'il soit parallèle à l'horizon, ce que vous ferez par la méthode que nous expliquerons par la suite.

Vous pourriez tracer ces heures au moyen de la distance et de l'ombre employée, en observant de rapporter les azimuts des heures à l'horizon de l'équateur, ce qui est manifeste; mais la méthode que nous venons d'exposer est moins laborieuse et plus facile, tandis que l'autre est beaucoup plus difficile.

Si le plan incliné n'est pas parallèle à l'équateur, il sera à une certaine distance de l'équateur, et nous supposerons que cette distance est de 75° vers le nord.

Alors, si vous voulez tracer les heures d'un lieu quelconque sur ce plan, ou ce lieu aura une latitude ou il n'en aura pas; s'il a une latitude, ou elle sera de 90° ou elle sera au-dessous de 90° ; si elle est de 90° , il ne sera pas possible de tracer les heures sur la tablette proposée, parce qu'il faut que cette tablette ait une position déterminée et qu'ici cette position n'est pas assignable, puisque la ligne d'est et ouest est indéterminée, comme aussi le vertical sur la ligne méridienne et le vertical sur la ligne d'est et ouest.

Si la latitude est au-dessous de 90° et qu'on la suppose de 30° , le plan, dont la distance à l'équateur est de 75° vers le nord, déclinera du zénith du lieu proposé de 45° nord et sera parallèle à l'horizon d'un lieu situé à 15° de latitude méridionale.

D'après cela, la partie du parallèle du Capricorne visible dans le lieu proposé sera visible sur le plan dont il s'agit, et on pourra tracer les heures du Capricorne dans ce lieu, non pour toute sa partie visible sur le plan, mais seulement pour [les] $166^\circ 30'$ de cette partie visible [dans le lieu proposé]. D'après cela, la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, et le commencement de la douzième heure du même jour, ne pourront être marqués sur le plan, mais les autres heures pourront y être tracées.

Et, quand vous connaîtrez les heures qui tombent sur le plan et celles qui n'y tombent pas, vous pourrez tracer les heures sur ce plan, de deux manières; la première par l'ombre et la distance employée, et la seconde par l'ombre et son azimut; or, la seconde méthode est plus parfaite que la première, parce qu'on peut par la seconde méthode tracer toutes les limites des heures du lieu proposé qui peuvent tomber sur le plan, et qu'il n'en est pas ainsi de la première. Cependant on a coutume d'employer la première de préférence à la seconde, et l'on a aussi coutume de faire le gnomon proportionnel au sinus de l'inclinaison du plan in-

cliné, et de placer sur le bord de la tablette le *maskhath-al-hhajar*, lieu où tombe la pierre¹, ce qui empêche de tracer plusieurs des limites des heures qui pourraient l'être sur cette face du plan proposé.

Si donc vous voulez construire les heures selon la méthode vulgaire, commencez par déterminer les ombres employées, et leurs distances portées sur le plan, pour les heures du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, à la latitude de 30°, en les calculant comme il a été dit dans le chapitre LXXXI^e de la première partie; ordonnez le tout dans une table comme de coutume, et en outre marquez dans la table la valeur du corps de l'ombre horizontale, et son ombre horizontale pour la hauteur qui n'a pas d'azimut; ou, si vous aimez mieux, déterminez toutes ces choses géométriquement d'après la méthode de la xxxvii^e proposition du livre 1^{er} de la seconde partie; mais vous n'aurez, par cette méthode vulgaire, d'autres limites d'heure du jour du commencement de l'Écrevisse que celles qui tombent sur la face méridionale du plan vertical sur la ligne d'est et ouest.

Prenez alors une tablette comme de coutume, et, sur la face sur laquelle vous voudrez faire votre tracé, le rectangle ABCD, dont la longueur est AB et la largeur BC. Fig. 110
et 111

Ensuite appliquez-vous à déterminer le centre du gnomon; pour cela divisez AB en deux parties égales au point E, ce point sera le centre du gnomon, et la ligne AB sera l'horizontale; par le point E menez perpendiculairement à AB la ligne occulte EG, prolongée jusqu'à CD, le point G sera le *maskhath-al-hhajar*.

Tracez sur un plan une droite égale à EG, savoir la ligne Ih, et sur cette ligne décrivez le demi-cercle IJK; prenez sur ce demi-cercle l'arc IL égal au double de l'inclinaison du plan sur lequel

¹ C'est le point qui se trouve dans la direction du fil à plomb suspendu au sommet du gnomon; pour éviter une périphrase, nous avons conservé la dénomination que lui donne notre auteur. S.

vous avez à faire votre construction, lequel arc est, relativement à cet exemple, de 90° ; menez IL et LK, la ligne IL sera égale à la longueur du gnomon, et la ligne LK, au corps de l'ombre horizontale.

On peut encore déterminer le gnomon de cette autre manière.

Sur la ligne IK tracez le quart de cercle IMK, et prenez sur IM l'arc IN égal à l'inclinaison du plan, laquelle est, relativement à notre exemple, de 45° ; abaissez du point N une perpendiculaire NS sur IK, NS sera la longueur du gnomon et SK celle du corps de l'ombre horizontale.

Après avoir déterminé la longueur du gnomon, construisez une échelle relative à ce gnomon; prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la première heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $23^d 4'$, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne EB et une autre sur la ligne EA: la première sera la marque du commencement de la première heure dudit jour, et la seconde, celle de la fin de la douzième heure du même jour.

Prenez de même sur l'échelle, avec le compas, les parties correspondant à la distance du commencement de la seconde heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $17^d 38'$, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe, au lieu où elle atteint la ligne EA, la marque M, et sur la ligne EB, la marque S, et menez par les deux points M et S deux lignes occultes au point [G] du *mashhath-al-bhajar*. Prenez ensuite avec le compas les parties de la règle correspondant à l'ombre employée de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $5^d 32'$, et, posant l'une des pointes en S, faites avec l'autre une marque au point de la ligne SG où elle atteint, cette marque sera celle du commencement de la seconde heure du même jour; posez de même [sans changer l'ouverture du

compas], l'une des pointes en M et faites avec l'autre une marque sur la ligne MG, cette marque sera celle du commencement de la douzième heure dudit jour.

Nous menons les deux lignes SG et MG de l'extrémité de la distance du commencement de la seconde heure, et nous n'en avons pas mené pour la première heure, parce que le commencement de la première heure n'a pas d'ombre employée, tandis que le commencement de la seconde en a une.

Procédez de même au tracé des limites des autres heures du [commencement du] Capricorne et des possibles entre celles du jour du commencement de l'Écrevisse, lesquelles sont au nombre de cinq, savoir : le commencement des v, vi, vii, viii et ix^{es} heures.

Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de la hauteur qui n'a pas d'azimut, et, posant l'une des pointes en G, faites avec l'autre pointe, en quelque point qu'elle atteigne, une marque sur la ligne GC et une autre sur la ligne GD, et prolongez le parallèle de l'Écrevisse jusqu'à ces deux marques.

Prenez ensuite les parties de l'échelle correspondant à l'ombre employée du midi vrai du commencement du Bélier, savoir $10^d 45'$; et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe sur la ligne EG une marque par laquelle vous mènerez une droite parallèle à l'horizontale : cette droite sera le parallèle du commencement du Bélier.

Joignez entre elles les limites des heures de la manière expliquée ci-dessus, et tracez la ligne de *l'ashre*, ce qui ne présente aucune difficulté.

TABLES.

COMMENCEMENT DU BÉLIER.			COMMENCEMENT DE CAPRICORNE.				
Heures.	Distance.		Heures.	Distance.		Ombre employée.	
	Doigts.	Minutes.		Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
I.....	00	00	I.....	23	4	00	00
II.....	80	32	II.....	17	38	5	32
III.....	41	30	III.....	13	13	6	58
IV.....	24	1	IV.....	9	30	7	20
V.....	13	41	V.....	6	8	7	18
VI.....	6	27	VI.....	3	2	7	13
VII.....	00	00	VII.....	00	00	7	12
Ashre.....	30	53	Ashre.....	10	41	7	46

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.				
HEURES.	DISTANCE.		OMBRE EMPLOYÉE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
V.....	210	15	203	48
VI.....	36	30	36	47
VII.....	00	00	15	15
[AUTRES VALEURS.]			Doigts.	Minutes.
Ombre horizontale de la hauteur de l'ashre [de l'Écrevisse].....			14	24
Valeur du corps de l'ombre horizontale.....			12	00
Ombre de la hauteur qui n'a pas d'azimut.....			9	00
[Ombre employée du] midi vrai du Bélier.....			10	45

Si vous voulez faire le tracé des heures d'une autre manière, Fig. 119 déterminez l'ombre horizontale et son azimut pour la fin de chacune des heures du jour du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse qui peuvent tomber sur le plan incliné, et cela d'après ce qui précède.

Relativement à cet exemple, ce sont toutes les heures du jour du commencement du Capricorne et les commencements des III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X et XI^e heures du jour du commencement de l'Écrevisse; déterminez ensuite le centre du plus long gnomon et sa longueur, d'après ce qui a été dit pour la construction du *basithah*, et construisez les parallèles et les limites des heures et de *l'ashre*, suivant la méthode accoutumée. Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre verticale de l'inclinaison du plan, laquelle est ici de 12^d, parce que l'inclinaison du plan est de 45°; et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et faites avec l'autre pointe, sur la ligne méridienne et dans la partie élevée du plan, une marque qui sera celle du centre du gnomon qui doit être parallèle à l'horizon, le premier centre étant celui du gnomon qui serait perpendiculaire au plan : si on se servait de ce dernier gnomon, la mesure serait exacte; mais une des conditions de ce chapitre est que le gnomon fixe dont on se sert soit parallèle à l'horizon. Multipliez l'ombre verticale de l'inclinaison du plan par elle-même, ajoutez 144 au produit, et prenez la racine de la somme; ce sera, en parties de l'échelle, la longueur du gnomon parallèle à l'horizon. Faites alors un gnomon de cuivre ou de bois dur de cette longueur, et fixez-le sur son centre de manière qu'il soit parallèle à l'horizon. Nous expliquerons par la suite comment on peut le fixer ainsi avec exactitude.

La table suivante contient les ombres horizontales et leurs azimuts pour les heures du jour du commencement de l'Écrevisse qu'on n'a pu construire par la première méthode.

TABLE POUR LE COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.

HEURES	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts	Minutes.	Degres.	Minutes.	
III. . .	57	52	28	35	A.
IV. . .	24	40	36	44	A.
Ashce.	26	00	35	24	A.

Nous n'indiquons dans cette table les ombres et leurs azimuts que pour les heures que cette méthode donne de plus que l'autre, et cela pour éviter des longueurs, parceque ceci suffit pour notre exemple ; car cette table se trouve complétée par la précédente, attendu que ce que celle-ci contient d'ombres et d'azimuts de ces ombres, et ce que l'autre contient de distances et d'ombres employées, suffit pour notre figure, vu que ce qui manque à la première table, pour ce qui tombe sur le plan, se réduit aux commencements des III, IV, X et XI^e heures du jour du commencement de l'Écrevisse, et que c'est positivement ce que donne cette table-ci.

CHAPITRE IX.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR DES PLANS PARALLÈLES A DES HORIZONS DONT LES PÔLES NE DÉCLINENT PAS DE NOTRE PREMIER VERTICAL, LES GNOMONS ÉTANT PERPENDICULAIRES A CES PLANS.

Exemple pour un lieu situé à 30^e de latitude septentrionale, le plan donné étant incliné, à l'égard du zénith, de 45^e vers l'orient,

et les pôles de l'horizon parallèle à ce plan n'ayant aucune déclinaison à l'égard du premier vertical du lieu auquel sè rapporte cet exemple.

La construction des heures du lieu proposé sur un tel plan peut être faite de deux manières : la première par l'ombre et son azimut, et la seconde par la distance et l'ombre employée.

Par la première méthode, on détermine la latitude de l'horizon parallèle au plan incliné ou la différence de la longitude de cet horizon et de celle du lieu donné, ce qui, relativement à notre exemple, donne pour latitude $20^{\circ} 43'$ nord, et pour différence en longitude $49^{\circ} 8'$ ouest. On détermine ensuite les ombres horizontales et leurs azimuts pour les heures du lieu proposé sur l'horizon dont il s'agit; le reste de la construction est facile à saisir.

Par la seconde méthode, on détermine la distance et l'ombre employée portée sur le plan incliné comme il a déjà été dit, et cela pour les heures du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, et pour tout autre degré des signes; et on écrit le tout dans une table, comme nous avons coutume de le faire.

Ainsi, soit le rectangle ABCD la face sur laquelle on veut tracer les heures, et AB l'horizontale.

Tracez sur une surface plane la droite TL, égale à la ligne AD, et sur cette droite TL le demi-cercle THL, sur lequel vous prendrez l'arc TH, égal au double de l'inclinaison du plan, savoir 90° , et menez TH et HL : la ligne TH sera égale à la longueur du gnomon parallèle à l'horizon, et HL à celle du corps de l'ombre horizontale.

On peut aussi déterminer la longueur du gnomon parallèle à l'horizon comme il suit :

Faites sur TL le quart de cercle TML, et prenez sur LM l'arc LN, égal à l'inclinaison du plan, savoir 45° ; menez de N sur TL la perpendiculaire NS : cette perpendiculaire sera égale à la lon-

Fig. 113
et 114.

gueur du gnomon parallèle à l'horizon et S L à la longueur du corps de l'ombre horizontale.

Faites ensuite une échelle selon le gnomon parallèle à l'horizon, et non selon le corps de l'ombre horizontale, et prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir $6^d 15'$; et, posant l'une des pointes en B, faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale, cette marque donnera le centre du gnomon parallèle à l'horizon. Posez de même, en conservant l'ouverture du compas, l'une des pointes en C, et faites une marque avec l'autre pointe sur la ligne CD, cette marque donnera le *maskhath-al-hhajar*. Conservant encore l'ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon parallèle à l'horizon, et, avec l'autre pointe, faites une marque sur l'horizontale vers le point A, ce sera celle du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne, comme le point B est celle du commencement de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse : le centre du gnomon sera au milieu de la droite comprise entre ces deux marques, le point B au midi relativement à ce centre, et l'autre point, savoir celui du commencement de la première heure du commencement du Capricorne, au nord du même centre.

Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la seconde heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir $4^d 14'$, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale du côté du midi, attendu que la distance est méridionale, et placez le bord d'une règle sur cette marque et sur le *maskhath-al-hhajar*, puis menez une droite occulte de la marque au *maskhath-al-hhajar*; prenez ensuite, avec le compas, les parties de l'échelle correspondant à l'ombre employée pour la seconde heure du jour du commencement de

l'Écrevisse, savoir $3^d 37'$, et, posant l'une des pointes à l'origine de la ligne occulte dans l'horizontale, faites avec l'autre, sur cette ligne occulte, une marque qui sera celle de la seconde heure du jour du commencement de l'Écrevisse.

Si l'on eût pris sur l'échelle les parties correspondantes au complément de l'ombre employée et qu'on eût posé l'une des pointes du compas sur le *maskhath-al-hhajar* et fait avec l'autre une marque sur la ligne occulte, cette marque eût été celle de la même heure.

Tracez de même les limites des autres heures, excepté celle du commencement de la septième heure, car elle n'a ni distance ni ombre employée.

Si le tracé en était fait au moyen d'une échelle appropriée au corps de l'ombre horizontale, on prendrait avec le compas les parties de l'échelle du corps de l'ombre horizontale qui correspondent à l'ombre du commencement de la septième heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $16^d 16'$, et, posant l'une des pointes sur le *maskhath-al-hhajar*, on ferait avec l'autre une marque sur la ligne CD, du côté nord, et cette marque serait celle du commencement de la septième heure du jour du commencement du Capricorne; on tracerait de même la marque du commencement de la septième heure de tout autre jour.

Lorsque, dans le cas dont il s'agit, le corps de l'ombre horizontale est égal au gnomon parallèle à l'horizon, il suffit d'avoir l'échelle du gnomon parallèle à l'horizon, sans qu'il soit besoin de celle du corps de l'ombre horizontale.

On termine cette construction en joignant, comme de coutume, toutes les marques qu'on a déterminées.

Quant au tracé du parallèle du commencement du Bélier, on le fera comme il suit :

Placez le bord d'une règle sur le centre du gnomon et sur la marque du commencement de la septième heure du jour du com-

mencement du Bélier; et, menant du centre du gnomon une droite à la ligne CD, cette droite sera le parallèle du commencement du Bélier. Vous tracerez ensuite la ligne de *l'ashre* d'après cette détermination, et vous écrirez sur toutes les parties de la construction la dénomination qui convient à chacune.

Déterminez après cela le gnomon perpendiculaire et son centre par la méthode suivante :

Fig. 114. Placez le bord d'une règle sur les deux points N, T; menez la droite NT, et, par le point S, abaissez sur cette droite la perpendiculaire SO, cette dernière ligne sera égale à la longueur du gnomon perpendiculaire, et la distance du centre de ce gnomon à l'horizontale sera égale à la ligne NO. Ainsi prenez avec le compas la distance NO; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon parallèle à l'horizon et faites, avec l'autre pointe, une marque sur la ligne menée de ce centre au *maskath-al-hhajar*; cette marque sera celle du centre du gnomon perpendiculaire.

Ou autrement : menez par le point H une perpendiculaire HF à la ligne TL; cette perpendiculaire HF sera égale à la longueur du gnomon perpendiculaire et la ligne TF à sa distance de l'horizontale.

Faites alors un gnomon de cuivre tel que nous l'avons déjà décrit, qu'il soit égal à la longueur du gnomon perpendiculaire, et fixez-le sur le centre qui vient d'être déterminé, de manière qu'il soit perpendiculaire au plan incliné.

Voici encore une autre manière de déterminer le gnomon perpendiculaire par le calcul :

Multipiez le corps de l'ombre horizontale par lui-même; ajoutez à ce carré celui du gnomon parallèle à l'horizon; prenez la racine de la somme de ces deux carrés, et divisez par cette racine le carré du gnomon parallèle à l'horizon; vous aurez au quotient, en parties de l'échelle, la distance du centre du gnomon perpendiculaire et de l'horizontale.

Prenez le carré de cette distance, retranchez-le du carré du gnomon parallèle à l'horizon et tirez la racine du reste; vous aurez en parties de la règle la longueur du gnomon perpendiculaire : quant à la manière de le poser, elle ne présente aucune difficulté.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	DISTANCE.		OMBRE employée.		RÉGION.	HEURES.	DISTANCE.		OMBRE employée.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
I. ...	6	15	00	00	A.	I. ...	6	15	00	00	B.
II. ...	4	14	3	37	A.	II. ...	8	10	3	8	B.
III. ...	2	37	6	6	A.	III. ...	10	53	6	6	B.
IV. ...	1	6	8	15	A.	IV. ...	15	10	9	51	B.
V. ...	00	41	10	31	B.	V. ...	23	28	16	32	B.
VI. ...	3	37	13	31	B.	VI. ...	47	37	37	30	B.
VII ^h .	00	00	1	21	B.	VII ^h .	00	00	16	16'	B.*
Ashrc.	1	14	8	10	A.	Ashrc.	13	29	3	-	B.*
Ashrc du Bélier.	4	39	7	7	B.	Midi vrai du Bélier.	00	00	6'	56'	B.*

* Pour la VII^h heure on se sert de l'ombre horizontale. * Manquent.

CHAPITRE X.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR LES PLANS DONT IL S'AGIT DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT, LORSQUE LES GNOMONS SONT PARALLÈLES A L'HORIZON.

Exemple pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale, le plan proposé étant incliné relativement au zénith de 45° vers l'orient, et les pôles de l'horizon parallèles à ce plan n'ayant aucune déclinaison à l'égard du premier vertical du lieu auquel cet exemple est rapporté.

La construction des heures de ce lieu sur un tel plan, lorsque le gnomon est parallèle à l'horizon, peut être faite de deux manières. La première, par la distance et l'ombre employée, ce qui ne présente aucune difficulté d'après ce que l'on vient d'exposer dans le chapitre précédent; la seconde, par l'ombre horizontale portée sur le plan incliné et par l'azimut de cette ombre, ce qui s'exécute comme il suit.

Déterminez la latitude de l'horizon parallèle au plan incliné, et la différence entre la longitude de cet horizon et celle du lieu de l'exemple. Ensuite prenez les ombres horizontales et leurs azimuts sur l'horizon parallèle au plan incliné, pour les fins d'heure du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse dans le lieu de l'exemple, et servez-vous-en pour votre construction comme vous avez fait ci-devant, ce qui est manifeste.

On peut déterminer les ombres horizontales et leurs azimuts d'après les distances et les ombres employées, et réciproquement,

soit par les calculs expliqués ci-dessus, soit par les constructions géométriques déjà exposées.

Lorsqu'on aura tracé les limites des heures et les parallèles, on posera le gnomon parallèle à l'horizon, et on laissera de côté le gnomon perpendiculaire. La figure est la même que celle du chapitre précédent; c'est pourquoi nous n'en donnons pas le dessin.

CHAPITRE XI.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR DES PLANS PARALLÈLES A DES HORIZONS DONT LES PÔLES DÉCLINENT A L'ÉGARD DE NOTRE MÉRIDIDIEN ET DE NOTRE PREMIER VERTICAL, LES GNOMONS ÉTANT PERPENDICULAIRES A CES PLANS.

Étant donné un lieu situé à 30° de latitude septentrionale, avec un plan incliné à l'égard du zénith de 45° vers l'orient, et dont l'azimut de l'inclinaison est de 45° dans le cadran sud-est, tracer les heures du lieu de l'exemple sur le plan incliné donné, le gnomon étant perpendiculaire à ce plan. Fig. 115.

La construction de ces heures se fait de deux manières : la première par l'ombre et son azimut, et la seconde par la distance et l'ombre employée. Chacune de ces deux méthodes est fondée sur ce qui précède; ainsi, en y donnant la moindre attention, cela ne présentera aucune difficulté à une personne exercée à ces sortes de constructions.

La figure que nous donnons de ces heures a été faite au moyen de la distance et de l'ombre employée à la latitude du lieu proposé.

l'ombre et son azimut, et la seconde par la distance et l'ombre employée. L'une et l'autre sont manifestes, et la figure étant absolument la même que celle du chapitre précédent, nous ne la donnerons pas.

CHAPITRE XIII.

DE LA MANIÈRE DE POSER SUR LES PLANS INCLINÉS LE GNOMON PARALLÈLE A L'HORIZON.

Pour cela, prenez un morceau de bois dur, exactement taillé Fig. 116.
de la forme ABCDEG, [qui représente une équerre], dont l'angle B du triangle ABE est égal à l'angle d'inclinaison du plan incliné, et l'angle E du même triangle égal au complément de l'angle d'inclinaison.

Divisez la ligne AG en deux parties égales au point I, et par ce point I menez sur la face ABCG la ligne IK, parallèle à AB, et marquez sur cette ligne IK un point quelconque L, par lequel vous mènerez parallèlement à AC jusqu'à la ligne GC la droite LM.

Par le point M menez sur la face ABE, et parallèlement à AE jusqu'à la ligne EB, la droite MN, et par le point N menez sur la face CE, et parallèlement à ED jusqu'à la ligne CD, la droite NT.

Divisez NT en deux parties égales au point S, et percez le solide de L en S très-exactement, ce qui se fait avec *l'atherbâl*¹, instrument à percer muni d'une grenade *roumanah* [ou petite tête], et tel que vers la pointe il n'y ait pas de renflement et qu'il soit de même grosseur [dans toute sa longueur], comme on le voit

Fig. 116
et 116'.

¹ La correspondance de ce mot avec le latin *torebella* est frappante.

dans la figure 116'' et non pas comme il est dans la figure 116''', parce qu'alors il ne percerait pas en ligne droite, attendu que, le renflement faisant le trou de plus forte dimension que le reste du fuseau, l'instrument pourrait vaciller dans le trou que l'on perce et s'écarterait ainsi de sa direction, pour peu que la main de l'ouvrier se dérangerât, ce qui n'a pas lieu avec la première forme.

Cependant les ouvriers préfèrent la seconde forme, parce que l'opération est plus facile en ce que le bois enlevé trouve une issue pour s'échapper et qu'il n'en est pas de même avec la première forme; c'est pourquoi, quand on se sert de celle-ci, il faut de temps en temps retirer l'instrument pour ôter les petits copeaux qui se forment dans le trou en tournant; et comme au commencement de l'opération la pointe n'a pas encore pris de bois, et que, si la main de l'ouvrier vient à incliner tant soit peu, il en résulte de l'erreur; il faut placer l'extrémité supérieure du fuseau de *l'atherbâl* dans une traverse parallèle à la face ABCD, de manière que le fuseau soit perpendiculaire à cette face et tel qu'on le voit dans la figure, où il est perpendiculaire à la face ABCD.

Au moyen de cela l'opération devient facile, et lorsqu'on l'a terminée et qu'on veut se servir du trou foré pour placer le gnomon, on applique la face ABCD de l'équerre sur la surface du [plan incliné] *al-rorhâmah*, le marbre, de manière que le point S soit sur le centre du gnomon, et fixant solidement l'équerre, on remet *l'atherbâl* dans le trou LS et on perce la tablette, après quoi on fixe le gnomon dans ce trou et il se trouve exactement placé: ensuite on pose la tablette inclinée de manière que son inclinaison soit du côté qui lui convient, ce qui s'exécute facilement au moyen du *lharathionne*¹ ou de l'ombre.

Nous donnons la figure de l'équerre [116] et celle de *l'atherbâl* [116'].

¹ Nous ne connaissons pas la signification de ce mot. S.

CHAPITRE XIV.

CONSTRUCTION DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE A L'HORIZON, SANS EMPLOYER AUCUN AZIMUT NI D'AUTRE PARALLÈLE QUE CELUI DU BÉLIER.

Ceci fait partie des choses inusitées que nous donnons dans cet ouvrage comme le résultat de nos méditations et de nos réflexions¹.

C'est à savoir que les cercles par lesquels on détermine les heures égales sont tous de grands cercles, passant chacun par les deux pôles du monde; d'où il suit nécessairement que leurs communes sections avec un plan parallèle à l'un des cercles de l'horizon, du méridien, du premier vertical ou d'un vertical quelconque, ou enfin parallèle au cercle d'un horizon quelconque, sont [dans les sphères obliques] des lignes droites passant par le point du pôle marqué sur ce plan et passant aussi par les limites des heures égales sur la ligne du parallèle du Belier [l'équinoxiale]; et que l'ombre du gnomon, lorsque le soleil est dans l'un des cercles que nous venons d'indiquer, se trouve sur la commune section de ce même cercle avec le plan dont il s'agit.

Si le lieu donné n'a pas de latitude, l'opération du tracé de ces communes sections se réduit à déterminer les ombres horizontales des heures du commencement du Bélier; on les ordonne ensuite dans une table, et on prend une tablette propre au tracé de ces heures, de longueur et largeur convenables, et bien aplanie.

¹ Ce passage nous apprend qu'avant Aboul-Hassan on ne s'était point occupé du tracé des heures égales.

Fig. 117. Soient CG la longueur de cette tablette et CH sa largeur : divisez CH en deux parties égales au point A , et menez par ce point la ligne AB , parallèle à CG , cette ligne sera la ligne du parallèle du Bélier [l'équinoxiale]; divisez-la en deux parties égales au point M , qui sera le centre du gnomon, et menez par ce point la ligne DE , perpendiculaire à AB , et prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette; construisez ensuite une échelle dont la longueur soit égale à AM , et divisez cette échelle en parties correspondant aux doigts de la plus longue ombre portée dans la table, savoir l'ombre de la première heure, ou correspondant au nombre entier composé qui approche le plus *en plus* de celui des doigts de l'ombre.

Après cela prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la fin de la première heure, et, posant l'une des pointes en M , faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne AM et une autre sur la ligne MB ; puis, par chacune de ces marques menez une parallèle à DE , prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette : faites de même pour les ombres des autres heures, et les lignes que vous aurez seront les limites de ces heures.

La ligne DE est la ligne méridienne et le point M le centre du gnomon, dont la longueur est égale à celle de douze parties de l'échelle; le reste de l'opération est manifeste.

Observez encore que le pôle ne peut tomber sur ce plan, parce qu'il n'a aucune hauteur au-dessus de l'horizon, et que c'est à cause de cela que les limites des heures sont toutes parallèles à la ligne méridienne, excepté celle du commencement de la septième heure, qui tombant sur cette ligne ne peut lui être parallèle, puisqu'elle se confond avec elle. (Voyez la figure.)

TABLE.

COMMENCEMENT DU BÉLIER.		
HEURES.	OMBRE.	
	Doigts.	Minutes.
I.....	44	46
II.....	20	47
III.....	12	00
IV.....	6	56
V.....	3	13
VI.....	00	00

Si le lieu donné a une latitude, et qu'on la suppose de 30° nord, déterminez les ombres horizontales pour les heures du commencement du Bélier à cette latitude, ordonnez-les dans une table, et ajoutez-y l'ombre de la latitude du lieu et celle de la hauteur du pôle sur l'horizon de ce lieu.

Ensuite, prenez pour tracer ces heures une tablette telle que Fig. 118. l'ombre du gnomon y soit comprise pour tous les jours de l'année, ce que vous déterminerez par les méthodes déjà exposées : soient DT la longueur de cette tablette et DE sa largeur.

Divisez DT en deux parties égales au point A, et menez par ce point la ligne AB, parallèle à DE : cette ligne AB sera la ligne méridienne ; déterminez ensuite le centre du plus long gnomon par la méthode connue, et qu'il soit au point C, et que le point B soit au nord et le point A au midi.

Construisez alors votre échelle, et prenez sur cette échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre du commencement de la septième heure [du parallèle du Bélier], savoir 6 doigts 56

minutes; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et avec l'autre pointe faites une marque vers le nord sur la ligne CB, attendu que l'ombre est septentrionale, et menez par cette marque une ligne droite, perpendiculaire à la ligne AB et prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette, cette ligne sera celle du parallèle du commencement du Bélier.

Après cela, prenez sur l'échelle les parties correspondant à l'ombre [de la hauteur] du pôle, savoir 20 doigts 47 min.; et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre une marque vers le midi sur la ligne AB, parce que cette ombre est méridionale, et le point [marqué] sera le pôle [du plan].

Prenez de même sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la première heure du jour du commencement du Bélier, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre deux marques sur le parallèle du Bélier, l'une vers l'occident et l'autre vers l'orient; et, plaçant [successivement] le bord d'une règle sur chacune de ces marques et sur le pôle, menez [chaque fois] une droite prolongée jusqu'au bord de la tablette.

Ensuite prenez sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la seconde heure du jour du commencement du Bélier, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre deux marques sur le parallèle du commencement du Bélier, l'une vers le couchant et l'autre vers l'orient; et, plaçant [successivement] le bord d'une règle sur chacune de ces deux marques et sur le pôle, menez deux droites prolongées jusqu'au bord de la tablette.

Faites de même pour les autres heures, et menez par le point du pôle une parallèle au parallèle du commencement du Bélier, prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette, les lignes que vous obtiendrez seront les limites des heures égales à la latitude proposée, celle d'entr'elles qui passe par le centre du gnomon étant

la ligne du midi vrai, et celle qui est parallèle au parallèle équinoxial étant l'horizon équatorial qui passe par le lieu du lever de l'équinoxe sur l'horizon du lieu donné; son côté occidental sera le commencement de la sixième heure avant midi vrai, et son côté oriental le commencement de la septième heure après midi vrai. Ainsi vous marquerez d'après cela les nombres qui conviennent aux heures, et vous suivrez les mêmes règles pour les parties d'heures égales que vous voudrez tracer.

On voit par là comment on tracerait pour chaque degré de l'équateur une ligne telle, que, quand l'ombre du gnomon tomberait sur une de ces lignes, on connût combien il reste à décrire de l'arc de révolution jusqu'au midi vrai, ou combien il y en a de passé depuis le même temps.

Pour le tracé de *l'ashre*, déterminez l'arc de révolution [décrit] du *zhohre* du solstice d'été à son *ashre*, et l'arc de révolution du *zhohre* du solstice d'hiver à son *ashre*.

Après cela déterminez la hauteur du soleil dans le jour de l'équinoxe, au temps auquel il y a de passé depuis le *zhohre* de l'équinoxe, comme l'arc de révolution du *zhohre* du solstice à son *ashre*; et, prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de cette hauteur, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon et faites avec l'autre une marque sur le côté oriental du parallèle du Bélier; puis posez le bord d'une règle sur le pôle et sur cette marque; menez du pôle à la marque une droite occulte, que vous prolongerez jusqu'au bord de la tablette; prenez ensuite avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de la hauteur de *l'ashre* du solstice d'été, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre une marque dans la partie orientale et vers le parallèle de l'Écrevisse par conjecture [car il n'est pas tracé ici]: cette marque sera celle de *l'ashre* du solstice d'été; marquez de même *l'ashre* du solstice d'hiver; ensuite prenez avec le compas

les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de l'ashre du Bélier, et, posant l'une des pointes du compas sur le centre du gnomon, faites avec l'autre une marque sur le parallèle du Bélier, du côté oriental: cette marque sera celle de l'ashre du Bélier; décrivez alors un arc qui passe par les trois points marqués, et cet arc sera celui de l'ashre pour tous les jours de l'année.

Dans la figure que nous donnons, nous n'avons pas déterminé les limites des heures qui seraient de l'autre côté [de l'horizon équinoxial] jusqu'à la fin de la tablette, parce que cela devient inutile pour le lieu dont il s'agit, attendu que le plus long jour n'y est que d'environ quatorze heures, ce qui se trouve compris dans notre figure; mais, s'il y avait un jour plus long que celui-ci, il faudrait déterminer les limites dont on aurait besoin.

TABLE.

HEURES.	OMBRE HORIZONTALE.		
	Doigts.	Minutes.	
I.....	52	7	
II.....	24	59	
III.....	15	29	
IV.....	10	35	
V.....	7	52	
VI.....	6	56	
Ombre de la hauteur du pôle.....	20	47	
Le jour de l'équinoxe	Ashre du commencement de l'Écrevisse.....	20	9
	Ashre du commencement du Capricorne.....	14	14
Ashre du commencement du Bélier....	18	56	
Ashre du commencement de l'Écrevisse.	13	21	
Ashre du commencement du Capricorne.	28	16	

CHAPITRE XV.

CONSTRUCTION DE TEL PARALLÈLE QUE CE SOIT SUR UN PLAN PARALLÈLE A L'HORIZON,
ET DES LIMITES DES HEURES DE TEMPS SANS EMPLOYER AUCUN AZIMUT.

(Ce chapitre fait suite au précédent.)

Lorsque vous voudrez faire cette construction, déterminez pour le lieu auquel vous la destinez les limites des heures égales par la méthode du chapitre précédent; et ensuite les ombres horizontales des heures égales pour le parallèle que vous voulez construire, et faites commencer les heures à midi.

Après cela, prenez sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre horizontale du commencement de la première heure, qui est l'ombre à midi vrai, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre sur la ligne propre à cette heure une marque vers le midi ou le nord, selon que cette ombre est portée de l'un ou de l'autre de ces deux côtés; puis faites de même pour les autres ombres, et joignez toutes ces marques comme de coutume: la ligne composée de toutes les lignes partielles de jonction sera le parallèle demandé.

Quant au tracé des limites des heures de temps, vous déterminerez les ombres horizontales pour les heures de temps, et prenant sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la première de ces heures, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon et faites avec l'autre une marque sur le côté occidental du parallèle et une autre sur le côté oriental: la

première sera la marque du commencement de la seconde heure de temps pour le parallèle proposé, et la seconde sera celle du commencement de la douzième heure de temps du même parallèle; les limites des autres heures se déterminent de la même manière.

CHAPITRE XVI.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU CERCLE DU MÉRIDIEN, SANS EMPLOYER LES AZIMUTS NI RIEN QUI EN DÉPEND, ET SANS QU'IL SOIT BESOIN D'AUTRE PARALLÈLE QUE DE CELUI DU BÉLIER.

(Ce chapitre fait suite au chapitre XIV.)

Fig. 119. Si le lieu donné n'a pas de latitude, déterminez les ombres verticales des hauteurs des limites des heures dans un lieu sans latitude, lorsque le soleil est dans le commencement du Bélier; prenez une tablette convenable pour le tracé de ces heures, et déterminez-y le parallèle du Bélier, sur lequel vous prendrez la ligne AB, dont le point A sera le centre du gnomon.

Faites alors une échelle, dont la longueur, égale à celle de AB, soit divisée proportionnellement à l'ombre de la cinquième heure; prenez sur cette échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la première heure, et, posant l'une des pointes en A, faites avec l'autre une marque sur la ligne AB; faites de même pour les ombres des autres heures, et par toutes ces marques menez des parallèles à l'horizontale, prolongées jusqu'aux deux ex-

trémities de la tablette ; ces lignes seront les limites des heures dans le lieu donné, et on les voit sur la figure.

TABLE

DES OMBRES DES HEURES [ÉGALES] DU COMMENCEMENT DE BÉLIER, POUR UN VERTICAL SUR LA MÉRIDIENNE DANS UN LIEU QUELCONQUE AVEC OU SANS LATITUDE.

HEURES.	OMBRE.	
	Doigts.	Minutes.
I.....	3	13
II.....	6	56
III.....	12	00
IV.....	20	47
V.....	44	47

Si le lieu pour lequel on veut faire cette construction a une latitude, déterminez les ombres verticales pour les amplitudes ortives des points, dont vous aurez divisé les arcs sémi-diurnes, dans le lieu donné d'heure égale en heure égale, et ordonnez le tout dans une table. Fig. 120.

Prenez ensuite une tablette convenable au tracé des heures égales dans le lieu donné, et telle que, quand on la posera droite sur la méridienne, l'ombre du gnomon soit dans tous les jours de l'année portée sur les heures que vous y aurez tracées.

Soit AB sa longueur et AC sa largeur : marquez le lieu du centre du plus long gnomon en E, et déterminez le parallèle équinoxial ED par la méthode déjà exposée ; prolongez indéfiniment ce parallèle vers D, et par le point E élevez sur le parallèle du Bélier une perpendiculaire, que vous prolongerez jusqu'au bord de la tablette :

cette ligne sera l'Horizon de l'équateur et le commencement de la sixième des heures égales qui précèdent le midi vrai, si c'est dans le côté oriental; autrement ce sera le commencement de la septième heure après le midi vrai.

Prenez ensuite avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la première heure, savoir 3 doigts 13 minutes, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre sur le parallèle du commencement du Bélier les deux marques T K; prenez alors sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'amplitude ortive de la limite de la première heure, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre sur l'horizontale, qui est AB, les deux marques LO; posez le bord d'une règle sur les deux points L T, et menez une droite du point T à l'extrémité de la tablette: cette droite sera celle à compter de laquelle jusqu'à midi vrai il y a cinq heures égales, et cela si elle est dans le côté oriental; car si elle est dans le côté occidental, ce sera le commencement de la sixième heure depuis midi vrai.

Observez ensuite si la ligne EO est plus courte que l'ombre verticale de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse; et, s'il en est ainsi, posez la règle sur les deux points KO, et menez une droite du point O vers l'extrémité de la tablette: cette droite sera celle de laquelle jusqu'à midi vrai il y a sept heures égales, et cela dans la partie orientale; mais dans la partie occidentale ce serait le commencement de la huitième heure depuis midi vrai.

Si la ligne EO est plus longue que l'ombre verticale de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse, négligez-la et continuez à tracer d'après cette méthode le reste des heures.

Observez qu'ici vous n'avez besoin des ombres des amplitudes ortives des limites des heures égales que parce que l'ombre du pôle ne peut tomber sur un plan parallèle au méridien.

La figure que nous donnons se rapporte au trentième degré de latitude septentrionale.

On peut se contenter de la table suivante pour déterminer les limites des heures parallèles à la ligne de l'horizon de l'équateur, ce qui est manifeste; et le tracé de la ligne de l'ashre ne présente aucune difficulté, d'après ce que nous avons dit dans le chapitre xiv.

TABLE

DES OMBRES DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR L'HORIZON, A 30° DE LATITUDE SEPTENTRIONALE.

HEURES.	OMBRES.	
	Doigts.	Minutes.
I.....	6	25
II.....	13	49
III.....	23	36
IV.....	41	26
V.....	87	36

CHAPITRE XVII.

CONSTRUCTION D'UN PARALLÈLE QUELCONQUE SUR UN PLAN PARALLÈLE AU CERCLE DU MÉRIDIEN ET DES LIMITES DE SES HEURES DE TEMPS, SANS EMPLOYER NI AZIMUT NI DISTANCE.

Quant au parallèle du Bélier, la manière de le décrire est manifeste; mais, pour décrire tout autre parallèle, il faut déterminer

d'abord par la méthode exposée dans le chapitre précédent, les limites de ses heures égales sur le plan proposé, et ensuite les ombres horizontales des limites des heures égales pour le parallèle dont on veut décrire les limites des heures de temps; or, quand les limites des heures égales sont décrites, et que les ombres horizontales des limites de ces heures égales propres au parallèle sont connues, le parallèle l'est aussi, d'après ce qui précède; et quand le parallèle est décrit et les ombres de ses heures de temps connues, le tracé des limites des heures de temps propres à ce parallèle ne présente aucune difficulté.

CHAPITRE XVIII.

CONSTRUCTION DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU CERCLE DU PREMIER VERTICAL, SANS EMPLOYER NI AZIMUT NI AUTRE PARALLÈLE QUE CELUI DU BÉLIER.

(Ce chapitre fait suite au chapitre XIV.)

Si on veut faire cette construction pour un lieu sans latitude, on suivra la méthode exposée dans le chapitre V de ce livre.

Fig. 121
et 122.

Si le lieu donné a une latitude, prenez une tablette convenable, marquez-y le centre du gnomon, construisez votre échelle, et tracez le parallèle du Bélier sur le côté qui regarde de pôle caché et sur celui qui regarde le pôle visible, et que la ligne méridienne sur le côté qui regarde le pôle visible soit représentée par la ligne CD, et par la ligne AB sur le côté qui regarde le pôle caché; déterminez de plus les ombres horizontales pour les fins d'heure

du commencement du Bélier, ordonnez-les dans une table, et ajoutez-y l'ombre verticale de la hauteur du pôle dans le lieu pour lequel se fait la construction.

Après cela prolongez indéfiniment vers T la ligne AB, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre [de la hauteur] du pôle, et posant l'une des pointes en A, qui est le centre du gnomon, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne AT, cette marque sera celle du pôle caché. Posez de même l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur le point C, qui est [sur l'autre face] le centre du gnomon, et faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne CD, cette marque sera celle du pôle visible.

Prenez alors avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la première heure du jour du commencement du Bélier, et, posant une des pointes sur le centre du gnomon de la face septentrionale, faites avec l'autre pointe une marque sur le parallèle du Bélier du côté oriental et une autre du côté occidental; posez le bord d'une règle sur le pôle septentrional et sur chacune de ces deux marques, et menez [par chacune] une droite prolongée jusqu'au bord de la tablette; après cela, l'ouverture du compas étant conservée, posez de même l'une des pointes sur le centre du gnomon de la face méridionale, et faites avec l'autre une marque sur le parallèle du Bélier vers l'orient et une autre marque vers l'occident; posez le bord de la règle sur le pôle du midi [et sur chacune de ces deux marques], et menez [pour chacune] une droite depuis l'horizontale jusqu'au bord de la tablette; faites de même pour le tracé des autres heures, et menez par le point du pôle nord parallèlement à la ligne horizontale une droite prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette, cette ligne sera l'horizon de l'équateur, son côté occidental le commencement de la sixième heure égale avant midi vrai, et son côté oriental le commencement de la septième heure égale après midi vrai. Vous

savez de plus ce que vous avez à écrire sur les heures, et comment vous devez tracer la ligne de l'ashre.

Qu'on ne dise pas : vous avez avancé dans ce chapitre que vous n'aviez nullement besoin des azimuts, ce qui n'est pas juste, puisque vous y employez les ombres horizontales portées sur le plan du cercle du premier vertical, et que pour avoir ces ombres on a besoin des azimuts, comme il a été dit précédemment. Nous répondrons, qu'on n'a besoin [pour l'objet dont il est question] dans ce chapitre que des ombres du commencement du Bélier, portées sur ledit plan, et qu'on peut déterminer ces ombres sans se servir des azimuts, car il est démontré que le rapport du sinus de l'arc de révolution, lorsque le soleil est dans le commencement du Bélier, au sinus de la hauteur du soleil dans ledit plan, est égal au rapport de soixante [valeur du rayon] au sinus de la latitude du lieu. Ainsi, en multipliant le sinus de l'arc de révolution par le sinus de la latitude du lieu, et divisant le produit par soixante, le quotient sera le sinus de la hauteur, duquel sinus si l'on prend l'arc, l'ombre de cet arc sera la chose demandée, obtenue sans se servir aucunement des azimuts.

EXEMPLE. On suppose la latitude du lieu de 30 degrés au nord, et on demande l'ombre de la première heure du jour du commencement du Bélier, dans un plan parallèle au cercle du premier vertical.

Nous prenons le sinus de l'arc de révolution pour le temps proposé, savoir 15 parties 32 minutes; nous le multiplions par le sinus de la latitude du lieu, savoir 30ⁿ, et, divisant le produit par 60ⁿ, nous aurons au quotient 7ⁿ 46' pour le sinus de la hauteur du soleil au temps et dans le plan proposés; or, la hauteur qui répond à ce sinus est de 6° 26', et son ombre de 91^d 59'.

Ou, si vous aimez mieux, prenez le rapport du sinus de la latitude à 60, et multipliez par ce rapport le sinus de l'arc de révolution, le produit sera le sinus de la hauteur dans le plan proposé.

Dans cet exemple le rapport du sinus de la latitude à 60 est une demie.

La figure des heures que nous donnons pour ce chapitre est relative à une latitude septentrionale de 30 degrés, et la table de cette figure, qui est celle du commencement du Bélier pour ladite latitude septentrionale de 30 degrés, est la même que celle du chapitre v de ce livre.

CHAPITRE XIX.

CONSTRUCTION D'UN PARALLÈLE QUELCONQUE DANS UN PLAN PARALLÈLE AL CERCLE DU PREMIER VERTICAL, ET DES LIMITES DE SES HEURES DE TEMPS SANS EMPLOYER AUCUN AZIMUT.

Pour cela déterminez les ombres horizontales des heures égales et des heures de temps pour le parallèle que vous voulez décrire; ordonnez le tout dans une table, et opérez sur ces ombres suivant la méthode exposée dans le chapitre xvii. Le résultat sera la chose demandée, et vous aurez soin de déterminer très-exactement les parallèles qui tombent sur ce plan, comme nous l'avons dit précédemment.

CHAPITRE XX.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE A UN VERTICAL DÉCLINANT, SANS EMPLOYER D'AUTRES PARALLÈLES NI D'AUTRES AZIMUTS QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER ET SES AZIMUTS.

(Ce chapitre est une suite du chapitre xiv.)

Prenez une tablette convenable au tracé de ces heures; marquez-y le centre du gnomon, l'horizontale, la ligne de midi vrai et le parallèle du Bélier, de la manière indiquée précédemment; déterminez ensuite les distances des heures du jour du Bélier pour la tablette sur laquelle se fait le tracé; ordonnez cela dans une table et ajoutez-y l'ombre du pôle sur le plan auquel se rapporte votre construction.

Or, voici la manière de trouver l'ombre du pôle sur ces plans.

Multipliez le sinus du complément de la hauteur du pôle sur l'horizon du lieu dont vous voulez tracer les heures, par le sinus de la déclinaison du plan sur lequel vous faites ce tracé, et divisez le produit par 60, le quotient sera le sinus de la hauteur du pôle sur le plan de construction; déduisez l'arc de ce sinus, et prenez l'ombre horizontale de cet arc, ce sera la chose demandée.

Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du pôle, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon du côté [du plan] qui regarde le pôle caché,

faites avec l'autre une marque sur la ligne méridienne au-dessus de l'horizontale, cette marque sera celle du pôle caché.

Posez de même l'une des pointes, l'ouverture du compas restant la même, sur le centre du gnomon du côté septentrional qui regarde le pôle visible, et faites avec l'autre pointe une marque sur la méridienne au-dessous de l'horizontale, cette marque sera celle du pôle visible.

AUTRE MANIÈRE DE DÉTERMINER LE PÔLE.

Multipliez par elle-même la distance de la méridienne au centre du gnomon, ajoutez 144 au produit, prenez la racine de la somme, multipliez-la par l'ombre verticale de la hauteur du pôle sur l'horizon du lieu dont vous tracez les heures, divisez le produit par 12, le quotient sera la distance du pôle à l'horizontale; prenez sur l'échelle les parties correspondant à cette distance, et, posant l'une des pointes du compas sur la commune section de l'horizontale et de la méridienne, faites avec l'autre pointe une marque sur la méridienne au-dessus de l'horizontale, sur la face qui regarde le pôle caché; et au-dessous de l'horizontale, sur la face qui regarde le pôle visible : vous aurez ainsi les marques du pôle.

AUTRE MANIÈRE.

Menez par le centre du gnomon une droite perpendiculaire au parallèle du commencement du Bélier, prolongez cette ligne indéfiniment des deux côtés : le point où elle coupera la méridienne sera le lieu du pôle, parce que cette ligne est la méridienne de l'horizon auquel le gnomon est perpendiculaire, [et que toutes les méridiennes se rencontrent au pôle].

Si l'on a dit que cette dernière méthode ne peut servir pour la

face qui regarde le pôle visible, parce que sur cette face le parallèle du Bélier est indéterminé, attendu que sa détermination dépend de deux points, dont l'un est le point de son lever ou de son coucher, et l'autre le point de son midi vrai, et que l'un de ces deux points, savoir celui du midi vrai, ne peut être sur la face dont il s'agit; nous avons répondu qu'on peut déterminer le parallèle du Bélier sans employer le point de midi vrai, et cela par le point du lever ou du coucher et par celui du maximum de dépression, ce qui est évident.

Le pôle étant marqué, déterminez par la distance les limites des heures du jour du Bélier sur son parallèle et sur les deux faces; après quoi posez le bord d'une règle sur le pôle et sur chaque limite successivement, et menez une droite de l'horizontale à l'extrémité de la tablette, et si après cela vous avez besoin de quelque une des heures du plus long jour, prolongez le parallèle du Bélier, selon sa direction et au-dessus de l'horizontale, et marquez sur la partie prolongée les limites des heures qui vous manquent, le surplus est manifeste; et vous écrirez les nombres convenables sur les heures, et tracerez la ligne de l'ashre, ainsi que tout autre parallèle, avec les limites des heures de temps, de la manière indiquée précédemment.

Fig. 123
et 123.

La figure que nous donnons est pour les deux faces méridionale et septentrionale d'un [plan] déclinant de 45 degrés dans le cadran sud-ouest, pour un lieu situé à 30 degrés de la latitude septentrionale.

TABLE

DE DISTANCES DES HEURES DU COMMENCEMENT DU BÉLIER SUR LA FACE OCCIDENTALE,
AVEC L'OMBRE DU PÔLE.

HEURES.	DISTANCE.	
	Doigts.	Minutes.
Fin du jour....	12	00
XII.....	9	10
XI.....	6	37
X.....	4	00
IX.....	00	51
VIII.....	3	36
VII.....	12	00
Pôle.....	15	28

CHAPITRE XXI.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR LES PLANS INCLINÉS QUI N'ONT PAS
DE DÉCLINAISON À L'ÉGARD DE LA MÉRIDIANNE, SANS EMPLOYER DE PARALLÈLES NI D'AZIMUTS
AUTRES QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER SEULEMENT.

Prenez une tablette convenable et déterminez les ombres hori-
zontales pour les heures du jour du commencement du Bélier sur

le plan incliné dont il s'agit, et par les méthodes déjà exposées ; ordonnez ces ombres dans une table et ajoutez-y l'ombre de la hauteur du pôle sur votre horizon ; marquez aussi sur la tablette l'horizontale, le centre du gnomon parallèle à l'horizon, le centre du gnomon perpendiculaire, le *maskhath-al-hhajar*, le parallèle du commencement du Bélier, les limites de ses heures et le pôle visible, lequel se détermine au moyen de l'ombre du gnomon de l'ombre horizontale sur la ligne méridienne.

Après cela, posez le bord d'une règle sur le pôle visible et sur chacune des limites des heures du jour du commencement du Bélier ; menez des droites du pôle à l'horizontale ; et, s'il vous manque une partie du plus long jour, prolongez le parallèle du Bélier au-dessus de l'horizontale et prenez sur sa prolongation ce dont vous avez besoin : le reste de l'opération est

Fig. 124. manifeste.

Si vous voulez poser le gnomon perpendiculaire, faites-le ; ou, si vous préférez le gnomon parallèle à l'horizon, déterminez sa grandeur et ajustez-le comme nous l'avons expliqué.

Nous donnons ici la figure du côté occidental de l'incliné à 45° vers l'orient, sans déclinaison à l'égard de la méridienne, pour un lieu situé à 30 degrés de latitude septentrionale. On n'éprouvera aucune difficulté à tracer la ligne de *l'ashre* et tel parallèle que ce soit, non plus que les limites de ses heures de temps.

TABLE.

COMMENCEMENT DU BÉLIER.		
HEURES.	DISTANCE.	
	Doigts.	Minutes.
I.....	1	27
II.....	3	27
III.....	6	00
IV.....	10	23
V.....	22	20
VI.....	6	56
Ombre du pôle..	20	47

CHAPITRE XXII.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR LES PLANS DONT IL S'AGIT DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT, SANS EMPLOYER D'AUTRES PARALLÈLES NI D'AUTRES AZIMUTS QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER ET SES AZIMUTS SEULEMENT.

Pour cela, déterminez les distances des heures du commencement du Bélier, savoir celles qui ont lieu dans le vertical sur la ligne méridienne, et marquez le parallèle du Bélier et les limites de ses heures au moyen de la distance; marquez de même le

pôle : le reste de l'opération est manifeste, d'après ce qui précède. Le tracé de *l'ashre* ne présente pas de difficulté, non plus que celui de quelque parallèle que ce soit, ni des limites de ses heures de temps sans azimut, ou par l'azimut sans ombre employée.

CHAPITRE XXIII.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR LES PLANS INCLINÉS QUI N'ONT PAS DE DÉCLINAISON A L'ÉGARD DE LA LIGNE D'EST ET OUEST, SANS EMPLOYER D'AUTRES PARALLÈLES NI D'AUTRES AZIMUTS QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER SEULEMENT.

Pour cela, déterminez les ombres horizontales pour les heures du commencement du Bélier dans le plan dont il s'agit; marquez-y l'horizontale, le centre des deux gnomons, le pôle, le parallèle du Bélier et les limites de ses heures; le reste de l'opération est manifeste, et le tracé de *l'ashre* ne présente aucune difficulté, non plus que celui des parallèles et des limites de leurs heures de temps, sans qu'il soit besoin de se servir de l'ombre employée tant avec l'azimut que sans azimut. On est libre de poser ensuite un gnomon perpendiculaire ou un gnomon parallèle à l'horizon, et tout cela, à cause de son évidence, n'a pas besoin d'exemple.

CHAPITRE XXIV.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR DES PLANS INCLINÉS DÉCLINANT A L'ÉGARD DE LA MÉRIDienne ET DE LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Pour cela, déterminez les ombres horizontales pour les heures du commencement du Bélier sur le plan dont il s'agit, ainsi que l'ombre de la hauteur du pôle sur ce plan; ordonnez le tout dans une table, et marquez sur la tablette le parallèle du Bélier, les limites de ses heures et le pôle : le reste de l'opération est manifeste.

Le tracé de *l'ashre* ne présente aucune difficulté, non plus que celui des parallèles et des limites de leurs heures de temps, sans se servir d'ombre employée avec ou sans azimut; et tout cela est trop facile pour avoir besoin d'exemple.

CHAPITRE XXV.

DÉTERMINER POUR LE PARALLÈLE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE LA MANIÈRE DONT IL EST TRACÉ [SUR LE PLAN DE L'HORIZON] PAR [LA LIGNE DE] L'OMBRE, ET SI CETTE TRACE EST UN CERCLE, UNE ELLIPSE, UNE PARABOLE OU UNE HYPERBOLE.

Le parallèle d'un point donné de l'écliptique est, 1^o ou entièrement visible sur l'horizon, 2^o ou tout à fait caché au-dessous, 3^o ou en partie visible ou en partie caché.

Dans le premier cas, le parallèle proposé est ou parallèle ou tangent à l'horizon, ou il n'est ni parallèle ni tangent à l'horizon; et pour le premier de ces trois états la trace de l'ombre est un cercle, pour le second une parabole, et pour le troisième une ellipse¹.

Dans le second cas il ne peut y avoir aucune trace de l'ombre sur l'horizon, et dans le troisième cas il y a deux choses à considérer : ou le parallèle est un grand cercle, ou il ne l'est pas; si c'est un grand cercle, la trace de l'ombre est une ligne droite, sinon c'est une hyperbole.

CHAPITRE XXVI.

DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE DU PARALLÈLE PARABOLIQUE, EN QUELQUE LIEU QUE CE SOIT.

Lorsque vous aurez reconnu que le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique se projette sur un horizon quelconque en parabole, et que vous voudrez connaître le côté droit² [ou *paramètre*] de cette parabole, prenez le cosinus de la déclinaison de ce point, doublez ce cosinus, faites le carré de la somme; multipliez ce carré par le diamètre de l'ombre du midi vrai de ce point sur l'horizon donné, divisez le produit par le carré du

¹ Le texte porte « pour le troisième *une hyperbole*, et pour le quatrième *une ellipse*. » Nous supprimons les mots soulignés *une hyperbole* et pour le quatrième, parce qu'il n'y a d'hyperbole tracée dans aucun des cas dont il s'agit, et qu'en outre il n'y a que trois cas et non pas quatre.

² C'est l'ancienne dénomination du paramètre, et les Arabes l'ont conservée. S.

demi-diamètre du cercle du méridien , savoir par 3600 : le quotient sera le [paramètre] demandé.

EXEMPLE. On demande le paramètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse dans un lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, lequel parallèle à cette latitude a pour trace une parabole.

Prenez le sinus du complément de la déclinaison de l'écliptique, savoir $54^{\circ} 59''$; doublez-le, carrez la somme, multipliez ce carré par le diamètre de l'ombre de midi vrai du commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée, savoir par 16 doigts 21 minutes; divisez le produit par 3600, le quotient sera le paramètre du parallèle de l'Écrevisse à la latitude proposée, en supposant le gnomon de 12 doigts, et ce sera $54^{\circ} 55''$.¹ Observez cela, et suivez cette méthode pour tous les exemples qu'on pourrait vous proposer.

CHAPITRE XXVII.

DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE DU PARALLÈLE HYPERBOLIQUE ET DE SON PREMIER AXE,
EN QUELQUE LIEU QUE CE SOIT.

Quand vous savez que le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique a pour trace une hyperbole sur un horizon quelconque,

¹ Le manuscrit porte $54^{\circ} 57'$; la vérification du calcul nous donne $54^{\circ} . 55' - \frac{11''}{144}$.

$$2 (54 . 59) = 109 . 58.$$

$$(109 . 58)^2 = 12992 . 13' . 4''$$

$$12,092 . 13 . 4 \times 16 . 21 = 197,699 . 47' 12'' . 48'''.$$

négligeant les secondes du dividende.

si vous voulez connaître son paramètre, l'horizon proposé ayant une latitude,

Multipliez le sinus de la latitude de l'horizon par le sinus de la déclinaison du point de l'écliptique, et divisez le produit par le cosinus de la latitude de l'horizon : le quotient sera l'équation.

Prenez le cosinus de la déclinaison du point de l'écliptique, et écrivez-le deux fois; puis ajoutez l'équation à l'un des deux et retranchez-la de l'autre, vous aurez deux résultats : multipliez l'un par l'autre et conservez le produit (A).

Ensuite multipliez l'équation par 60 et divisez le produit par le sinus de la latitude de l'horizon; vous aurez un quotient que vous multiplierez par lui-même, et vous conserverez ce produit (B).

Observez alors si la hauteur méridienne du point de l'écliptique et celle de son nadir sont d'un même côté du zénith ou non; si le premier cas a lieu, prenez la différence des deux ombres de leur midi vrai, cette différence sera égale au premier axe [à la lettre, diamètre conjugué]; si c'est le second cas qui a lieu, ajoutez les ombres des deux midi vrais, et leur somme sera le premier axe.

Après cela multipliez le premier conservé (A) par le premier axe, et divisez le produit par le second conservé (B) : le quotient sera le paramètre du parallèle dans le lieu proposé.

EXEMPLE. On demande le paramètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse, pour un lieu situé à 30 degrés de latitude septentrionale; lequel parallèle se projette en ce lieu hyperboliquement.

Multipliez 30^u, sinus de la latitude du lieu, par 24^u, sinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, et divisez le pro-

$$\frac{30 \cdot 24}{\cos 30} = 54 \cdot 55' - \frac{44''}{17} = 54 \cdot 54' \cdot 59'' \cdot 59''' \cdot 47''''.$$

Le paramètre étant connu, comme le sommet de la courbe est donné par l'extrémité de l'ombre du midi vrai, le jour du commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée; il est aisé de décrire la parabole qui est la trace de l'ombre sur le plan horizontal. S

duit par le cosinus de la latitude : le quotient sera l'équation, qui est $13^{\text{p}} 51'$.

Ecrivez deux fois le cosinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, lequel est de $55^{\text{p}} 00'$ environ ; ajoutez à l'un des deux $13^{\text{p}} 51'$, et retranchez de l'autre la même quantité, le premier deviendra $68^{\text{p}} 51'$ et le second $41^{\text{p}} 9'$; multipliez $68^{\text{p}} 51'$ par $41^{\text{p}} 9'$, et conservez le produit, qui est de 166,991 minutes : ce sera le premier conservé.

Ensuite, multipliez l'équation $13^{\text{p}} 51'$ par 60 et divisez le produit par le sinus de la latitude du lieu, vous aurez au quotient $27^{\text{p}} 42'$; multipliez ce nombre par lui-même, et conservez le produit, qui est de 46,037 minutes [ce sera le second conservé].

Alors prenez la différence entre l'ombre de midi vrai du commencement du Capricorne et celle de midi vrai du commencement de l'Écrevisse, parce qu'à la latitude proposée, la hauteur méridienne du commencement du Capricorne et celle du commencement de l'Écrevisse sont de même dénomination, vous aurez 14 doigts 55 minutes, et ce sera la valeur du premier axe du parallèle du commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée.

Actuellement, multipliez le premier axe par le premier conservé et divisez le produit par le second conservé : le quotient 55 doigts 3 minutes sera le paramètre dudit parallèle du commencement de l'Écrevisse à ladite latitude.

AUTRE MÉTHODE.

L'opération qui donne le premier axe restant la même :

Divisez le diamètre du parallèle du soleil par le sinus de la latitude proposée, et retranchez le carré du quotient du carré du cosinus de la déclinaison du point de l'écliptique dont il s'agit, et conservez ce résultat.

Ensuite, divisez le sinus de la déclinaison du même point par le cosinus de la latitude proposée, carrez le quotient et conservez-le [carré].

Après cela, multipliez le premier axe par le premier conservé et divisez le produit par le second conservé, le quotient sera le paramètre demandé.

Si le lieu [ou l'horizon] proposé n'a pas de latitude :

Multipliez par lui-même le cosinus de la déclinaison du point de l'écliptique, le produit sera le premier conservé.

Multipliez par lui-même le sinus de la déclinaison du même point, ce produit sera le second conservé; le reste de l'opération se fait comme ci-dessus.

Le premier axe correspondant au paramètre d'un parallèle quelconque; à une latitude quelconque, est le même que le premier axe et le paramètre du parallèle diamétralement opposé au premier à la même latitude; par exemple, le premier axe et le paramètre du commencement de l'Écrevisse à quelque latitude que ce soit est le même que le premier axe et le paramètre du parallèle du commencement du Capricorne à la même latitude.

CHAPITRE XXVIII.

DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE ET DU PREMIER AXE D'UN PARALLÈLE ELLIPTIQUE A QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT.

Lorsque vous saurez que le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique a pour trace une ellipse à une latitude donnée, et que vous voudrez en avoir le paramètre et le premier axe à cette latitude, multipliez le sinus de la latitude par le sinus de la déclinaison du point, et divisez le produit par le cosinus de la latitude du lieu; vous aurez un quotient que vous écrirez deux fois, et vous

ajouterez à l'un des deux le cosinus de la latitude et le retrancherez de l'autre; après quoi vous multiplierez l'un par l'autre les deux résultats, et vous nommerez ce produit premier conservé.

Multipliez le sinus de la déclinaison du point par 60 et divisez le produit par le cosinus de la latitude du lieu, vous aurez un quotient que vous multiplierez par lui-même, et le carré sera le second conservé.

Après quoi ajoutez l'ombre de la plus grande hauteur méridienne du point à l'ombre de sa plus petite hauteur méridienne, la somme sera le premier axe.

Alors multipliez le premier conservé par le premier axe et divisez le produit par le second conservé, le quotient sera le paramètre demandé.

EXEMPLE. On demande le paramètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse dans un lieu situé à $78^{\circ} 28'$ de latitude septentrionale; [la trace de] ce parallèle à cette latitude étant une ellipse.

Multipliez $58^{\circ} 47'$, sinus de la latitude du lieu, par $24^{\circ} 00'$, sinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse; divisez le produit par $12^{\circ} 00'$, cosinus de la latitude du lieu, et écrivez deux fois le quotient $117^{\circ} 34'$; puis ajoutez à l'un le cosinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, qui est de $55^{\circ} 00'$ environ, et retranchez-le de l'autre: vous aurez pour résultat, d'une part $172^{\circ} 34'$, et d'autre part $62^{\circ} 34'$; multipliez ces deux résultats l'un par l'autre, et nommez premier conservé le produit $647,815$ minutes.

Multipliez ensuite le sinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse par 60, et divisez le produit par le cosinus de la latitude du lieu, le quotient sera 120; multipliez ce quotient par lui-même, et nommez second conservé le produit 14,400 minutes.

Après cela, ajoutez 17 doigts 4 minutes, ombre de la plus grande hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse à la latitude

proposée, à $56^{\text{d}} 13'$, ombre de sa plus petite hauteur méridienne à la même latitude, la somme $73^{\text{d}} 17'$ sera la valeur du premier axe [de l'ellipse].

Multipliez ce premier axe par le premier conservé, et divisez le produit par le second conservé, le quotient $54^{\text{d}} 57'$ sera la valeur du paramètre.

Traitez de même tous les exemples qui pourraient vous être proposés.

CHAPITRE XXIX.

CONSTRUIRE LE PARALLÈLE DE QUELQUE POINT DE L'ÉCLIPTIQUE QUE CE SOIT DANS UN LIEU QUELCONQUE, SANS EMPLOYER NI AZIMUTS, NI PARALLÈLES, NI D'AUTRE OMBRE QUE CELLE DU MIDI VRAI SEULEMENT.

Lorsqu'on veut tracer le parallèle d'un point de l'écliptique, ou ce point n'a pas de déclinaison ou il a une déclinaison.

Dans le premier cas, le tracé du parallèle sans employer aucune de ces choses est manifeste.

Dans le second cas : si le lieu pour lequel se fait la construction est à 90° de latitude, le tracé du parallèle sans employer aucune des mêmes choses est également manifeste; mais si le lieu donné n'a pas de latitude, ou qu'il en ait une au-dessous de 90° , il faut alors que le parallèle que vous voulez construire ait pour trace sur cet horizon, ou une parabole ou une hyperbole, ou une ellipse.

En premier lieu [la projection est ici une parabole], déterminez

son paramètre, et fixant la longueur du gnomon, construisez l'échelle comme il a été dit précédemment, et que la ligne méridienne soit représentée sur la tablette où l'on veut tracer le parallèle par la ligne EB, le centre du gnomon étant en A. Fig. 125.

Prenez sur EB la valeur de l'ombre du midi vrai du point dont vous voulez tracer le parallèle, et qu'elle soit AE.

Menez par le point E, perpendiculairement à EB, la droite SO, prolongée indéfiniment de part et d'autre.

Prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au paramètre du parallèle que vous voulez décrire, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre une marque au point C sur la ligne EB; puis divisez CB en parties égales à la ligne CE.

Après cela, subdivisez chacune des divisions de EB en aussi petites parties que faire se pourra, et par les limites des subdivisions menez des droites parallèles à SO, ces droites seront les lignes de direction.

Ouvrez le compas d'une quantité égale à CE, c'est-à-dire au paramètre, et posant l'une des pointes sur l'extrémité de la première des subdivisions de EB, savoir en F, faites avec l'autre pointe sur la ligne FB une marque en X, laquelle se trouvera à l'extrémité d'une des autres subdivisions de EB; divisez ensuite la ligne EX en deux parties égales, et du point de division comme centre, avec un rayon égal à sa distance au point E, décrivez une circonférence de cercle qui coupera la ligne de direction menée du point F aux deux points TH, par lesquels et par le point E devra passer le parallèle que vous voulez décrire.

Prenez de même avec le compas la grandeur du paramètre, et posant l'une des pointes sur l'extrémité de la seconde subdivision de EB, c'est-à-dire au point Q, faites avec l'autre pointe sur la ligne QB la marque R, qui se trouvera à l'extrémité d'une des subdivisions de EB; divisez ensuite RE en deux parties égales, et du point de division comme centre, avec un rayon égal à sa dis-

tance au point E, décrivez un cercle occulte dont la circonférence coupera la ligne de direction passant par le point Q aux deux points K et G, par lesquels doit passer le parallèle que vous voulez décrire.

Prenez de même avec le compas la grandeur du paramètre, et, posant l'une des pointes sur l'extrémité de la troisième subdivision de EB, savoir en H', faites avec l'autre pointe sur la ligne H'B la marque X', qui se trouvera à l'extrémité d'une des subdivisions de EB; partagez en deux parties égales la ligne X'E, et du point de division, comme centre, avec un rayon égal à sa distance au point E, décrivez un cercle occulte dont la circonférence rencontrera la ligne de direction qui passe par H' en deux points L D, par lesquels passera le parallèle que vous voulez décrire.

Faites de même pour les autres subdivisions de EB, et joignez chaque point marqué sur les lignes de direction à celui qui le suit immédiatement : la ligne formée par tous ces traits partiels de jonction sera une partie du parallèle que vous aviez à tracer. Si cette partie suffit, arrêtez-vous là; mais si elle ne suffit pas pour l'objet que vous vous proposez, prolongez la ligne EB, et, menant de nouvelles lignes de direction, continuez l'opération jusqu'à ce que vous ayez la partie du parallèle qui vous est nécessaire : car on peut le prolonger indéfiniment, comme on le démontre dans les *coniques*. Ce parallèle parabolique est, dans cet exemple, celui du commencement de l'Écrevisse à $66^{\circ} 25'$ de latitude, c'est-à-dire à la latitude qui est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, et à laquelle le parallèle [céleste] de l'Écrevisse est tangent à l'horizon.

Fig. 136. En second lieu [c'est-à-dire si la trace du parallèle céleste est hyperbolique], déterminez son paramètre et son premier axe, et fixant la longueur du gnomon, construisez votre échelle; et que la ligne de midi vrai sur la tablette sur laquelle vous voulez tracer ce parallèle soit AB.

Prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au premier axe, et posant l'une des pointes en A faites avec l'autre pointe sur la ligne AB la marque C, et par le point C menez une droite perpendiculaire à la ligne AB, prolongée indéfiniment d'un côté. Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au paramètre, posez l'une des pointes en C, et avec l'autre faites une marque D sur la ligne menée du point C et prolongée indéfiniment d'un côté; puis menez par les deux points A et D une droite prolongée indéfiniment vers D, et sur laquelle vous prendrez AE.

Divisez CB en aussi petites parties que faire se pourra, et menez par les limites de ces divisions des droites parallèles à CD et prolongées indéfiniment des deux côtés; ces droites seront les lignes de direction.

Ouvrez alors le compas d'une quantité égale à CG, première subdivision de CB, et posant l'une des pointes en H, point d'intersection de la ligne de direction qui passe par le point G et de la ligne AE, faites avec l'autre pointe sur la ligne de direction la marque H' [au delà de H]; sur GH', comme diamètre, décrivez un demi-cercle GHH', et menez par H la ligne HI, parallèle à AB, qui coupe la circonférence en I. Ouvrez le compas d'une quantité égale à HI, et, posant l'une des pointes en G, décrivez avec l'autre un cercle occulte, dont la circonférence coupera la ligne de direction menée par le point G en deux points K et F, par lesquels et par le point C passera le parallèle que vous voulez décrire.

Après cela ouvrez le compas d'une quantité CL égale aux deux premières subdivisions de CB, et posant l'une des pointes en M, point d'intersection de la ligne de direction menée par le point L et de la ligne AE, faites avec l'autre pointe une marque N sur cette ligne de direction; puis construisez sur LN le demi-cercle LSN, et par le point M menez parallèlement à AB la droite MS, qui

rencontre en S la circonférence LSN ; ouvrez le compas d'une quantité égale à MS , et posant l'une des pointes en L , décrivez avec l'autre un cercle occulte dont la circonférence coupera la ligne de direction menée par le point L aux deux points O et Q , par lesquels passera aussi le parallèle que vous voulez décrire.

Ensuite ouvrez le compas d'une quantité CT , égale aux trois premières subdivisions de CB , posez l'une des pointes en R , point d'intersection de la ligne de direction menée par le point T et de la ligne AE , et faites avec l'autre la marque R' sur cette ligne de direction. Sur TR' décrivez le demi-cercle $TS'R'$, et par le point R menez parallèlement à AB la droite RS' , qui rencontre en S' la circonférence $TS'R'$; ouvrez le compas d'une quantité égale à RS' , et, posant l'une des pointes en T , décrivez avec l'autre un cercle occulte dont la circonférence coupera la ligne de direction menée par le point T aux deux points $O'Q'$, et le parallèle que vous voulez décrire passera aussi par ces deux points.

Faites de même pour les autres subdivisions de CB , et vous joindrez successivement toutes les marques faites sur les lignes de direction: la ligne formée de tous les traits partiels de jonction sera une partie du parallèle demandé.

Si cette partie suffit pour l'objet que vous vous proposez, vous terminerez ici votre construction; mais si elle ne suffit pas, vous prolongerez la ligne CB et vous mènerez de nouvelles lignes de direction pour continuer votre construction, jusqu'à ce que vous ayez du parallèle la portion qui vous est nécessaire, car il peut être prolongé indéfiniment, comme on le démontre dans les coniques.

Le parallèle hyperbolique que vous venez de construire est celui du commencement du Capricorne à 30° de latitude septentrionale, et le parallèle opposé est celui du commencement de l'Écrevisse à la même latitude.

Le milieu de la ligne AC se nomme le centre des deux pa-

rallèles et il divise en deux parties égales toute ligne droite qui le traverse et aboutit par ses extrémités à chacun des deux parallèles.

En troisième lieu (c'est-à-dire si la projection du parallèle est elliptique), déterminez son paramètre et son premier axe, et, fixant la longueur du gnomon, construisez votre échelle, et que la ligne de midi vrai, sur la tablette sur laquelle vous voulez tracer le parallèle, soit la ligne AB.

Prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au premier axe; faites avec l'autre pointe, sur la ligne AB, la marque C, la ligne AC sera le premier axe. Menez par le point A perpendiculairement à AC une droite prolongée indéfiniment. Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au paramètre, et, posant l'une des pointes en A, faites avec l'autre pointe la marque D sur la ligne menée du point A et prolongée indéfiniment; la ligne AD sera le paramètre.

Joignez CD et divisez AC en aussi petites parties que faire se pourra; puis menez par les limites de ces parties des droites parallèles à AD, et prolongées indéfiniment de part et d'autre, ces droites seront les *lignes de direction*.

Ouvrez le compas d'une quantité égale à AE, et, posant l'une des pointes en G, faites avec l'autre une marque H sur la ligne de direction menée par le point E. Sur EH [comme diamètre], décrivez un demi-cercle ETH; par le point G, menez parallèlement à AB une droite qui rencontre ce demi-cercle en T, ouvrez le compas de la quantité GT; posez l'une des pointes en E et avec l'autre pointe décrivez un arc occulte qui coupera la ligne de direction en K et L: le parallèle que vous voulez décrire passera par ces deux pointes K, L et par le point A.

Après cela ouvrez le compas d'une quantité égale à la première et à la seconde partie de AC, savoir AF, et posant l'une des pointes en M, intersection de la ligne CD et de la ligne de di-

rection menée par le point F, faites avec l'autre pointe la marque N sur la ligne de direction; décrivez sur FN le demi-cercle FSN, et par le point M menez parallèlement à AB une droite qui coupera ce demi-cercle au point S; ouvrez le compas de la quantité MS, et, posant l'une des pointes en F, décrivez avec l'autre pointe un arc occulte qui coupera la ligne de direction menée par le point F en O et V, et le parallèle que vous voulez décrire passera par ces deux points.

Faites de même pour le reste des divisions de AC, jusqu'à la dernière, et joignez successivement tous les points par lesquels doit passer le parallèle: la ligne composée de tous les traits partiels de jonction sera le parallèle demandé.

Le parallèle elliptique ne peut pas être prolongé indéfiniment comme les parallèles parabolique et hyperbolique, mais il est nécessairement terminé.

Le point milieu de AC est le centre de ce parallèle, et il divise en deux parties égales toute ligne qui le traverse et qui se termine par ces deux extrémités à la circonférence du parallèle.

Le parallèle elliptique que nous venons de construire est celui du commencement de l'Écrevisse sur un plan parallèle à l'horizon, dont la latitude est de $78^{\circ} 28'$.

CHAPITRE XXX.

COMMENT ON TRACE LES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE A L'HORIZON.

Fig. 128. Déterminez les ombres verticales et leurs azimuts pour les heures du commencement du Capricorne et du commencement

de l'Écrevisse, ou pour le commencement de tous les signes, selon le degré de précision que vous voudrez obtenir; ordonnez le tout dans une table, et supposez que la circonférence du cylindre représente celle de l'horizon.

Divisez-la en trois cent soixante parties égales, et, au moyen de deux diamètres qui se coupent à angles droits, marquez-y les vrais points d'Est, Ouest, Nord et Sud.

Menez par le point Sud A une droite occulte sur la surface du cylindre de la tête à la base; construisez une échelle dont la longueur soit égale à celle de cette ligne ou à une partie seulement, et divisez le bord de cette échelle d'après le nombre des doigts compris dans l'ombre la plus longue de la table.

Tracez ensuite le parallèle du commencement du Capricorne de la manière suivante :

Marquez sur la circonférence de l'horizon [l'horizontale] deux points, l'un sur l'amplitude ortive du commencement du Capricorne et l'autre sur son amplitude occase: le premier point marquera le commencement du jour du Capricorne, et le second en marquera la fin.

Menez par l'extrémité de l'azimut du commencement de la première heure du même jour une droite occulte sur la surface du cylindre de la tête à la base, et faites de même pour l'azimut du commencement de la douzième heure; ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la seconde heure dudit jour, et, posant l'une des pointes sur l'horizontale à l'azimut du commencement de cette seconde heure, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne droite menée par cet azimut: cette marque sera celle du commencement de la seconde heure du jour proposé.

Posez de même la pointe du compas dont vous devez conserver l'ouverture sur l'horizontale à l'azimut du commencement de la douzième heure, et faites avec l'autre pointe une marque sur la

ligne droite menée par cet azimut : ce sera la marque du commencement de la douzième heure dudit jour proposé.

Tracez de la même manière les marques des autres heures du jour du commencement du Capricorne, et celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse et de toute autre partie des signes que vous jugerez convenable; puis joignez successivement toutes ces marques, comme on a coutume de le faire.

Le parallèle du commencement du Bélier sur le cylindre n'est jamais une ligne droite, si ce n'est seulement dans les lieux qui n'ont pas de latitude.

Lorsqu'un point de l'elliptique passe au zénith d'un lieu quelconque, la ligne du commencement de la septième heure n'est pas entièrement comprise sur la surface du cylindre construit pour ce lieu; et pour suppléer à ce défaut on se sert d'une règle de cuivre ou de bois dur dont la longueur est la même que celle du gnomon dont nous donnerons la description, ou un peu plus grande.

Fig. 128 A. On trace sur le milieu de la largeur de cette règle une ligne droite, puis on la pose sur la base du cylindre, de manière que la ligne tracée passe par le centre de cette base et par l'extrémité de la ligne méridienne, c'est-à-dire celle de la ligne du commencement de la septième heure qui est sur la même base; ensuite on l'attache solidement à la base et on y marque le *maskath-al-hhajar* [N] de l'extrémité du gnomon.

La construction de la ligne de l'*ashre* ne présente aucune difficulté, non plus que celle des heures égales si on veut les tracer.

Fig. 128 B. Faites après cela un gnomon de cuivre de la forme indiquée dans la figure, et dont un des bords passe par le centre du trou qu'on y pratiquera, et fixez-le sur l'horizontale de manière que le centre du trou réponde au centre de l'horizontale au moyen d'un pivot; posez-le de manière qu'il puisse faire sur le pivot un tour entier, et que sa partie saillante hors de la circonférence du cy-

lindre soit égale à douze des parties de l'échelle; après cela, dressez le cylindre sur l'horizon de façon que chacun des côtés [les quatre points cardinaux] du cylindre soit dans la direction du même côté de l'horizon; puis suspendez à la partie saillante du [gnomon] un à-plomb, dont le fil touche la surface du cylindre ou en soit très-près; et lorsque vous voudrez savoir l'heure qu'il est, tournez le gnomon jusqu'à ce que son ombre tombe sur le fil à plomb; l'heure sur laquelle tombera l'extrémité de l'ombre du gnomon sera l'heure actuelle, et le lieu de l'horizontale auquel répondra le bord du gnomon qui tourne sur le pivot marquera l'azimut du soleil au même instant.

La figure est construite pour la latitude septentrionale de 30°. Suit la table des ombres verticales et de leurs azimuts.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSÉ.						COMMENCEMENT DU DÉLIER.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	Ombre.		Azimut.		RÉGION.	HEURES.	Ombre.		Azimut.		RÉGION.	HEURES.	Ombre.		Azimut.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I. . . .	00	00	27	30	B.	I. . . .	00	00	00	00	A.	I. . . .	00	00	27	30	A.
II. . . .	2	58	19	28	B.	II. . . .	2	45	7	38	A.	II. . . .	1	58	34	14	A.
III. . . .	6	28	12	19	B.	III. . . .	5	46	16	6	A.	III. . . .	3	52	42	14	A.
IV. . . .	11	17	5	13	B.	IV. . . .	9	18	26	33	A.	IV. . . .	5	41	51	40	A.
V. . . .	19	29	3	16	A.	V. . . .	13	37	40	13	A.	V. . . .	7	17	62	55	A.
VI. . . .	39	36	18	12	A.	VI. . . .	18	19	61	45	A.	VI. . . .	8	25	75	53	A.
VII. . . .	106	42	90	00	A.	VII. . . .	20	47	90	00	A.	VII. . . .	8	51	90	00	A.
Ashre.	10	57	5	51	A.	Ashre.	7	36	21	14	.	Ashre.	5	6	48	20	A.

CHAPITRE XXXI.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE
AU MÉRIDIEN.

Pour cela déterminez, dans la supposition que le plan du méridien est l'horizon, les ombres verticales et leurs azimuts pour les hauteurs des heures du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, et ordonnez le tout dans une table.

Fig. 129.

Considérez la circonférence de la tête du cylindre comme si c'était celle du méridien, et divisez-la en 360 parties; marquez-y le Nord, le Sud et le zénith, par les deux points Nord et Sud; menez deux lignes droites de la tête du cylindre à sa base et nommez celle de ces lignes qui est menée du point Nord, l'*horizontale septentrionale*, et celle qui est menée du point Sud l'*horizontale méridionale*: les deux extrémités de ces deux lignes sur la base seront les points Nord et Sud, relativement à cette base.

Construisez alors une échelle dont la longueur soit égale à la demi-longueur du cylindre, et divisez-la comme les doigts de la plus longue ombre marquée dans la table.

Prenez ensuite, avec le compas, les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la première heure du jour du Capricorne, et, posant l'une des pointes sur la circonférence de la tête du cylindre, à l'origine de l'horizontale méridio-

nale, faites sur cette horizontale une marque, qui sera celle du commencement de la première heure dudit jour. Vous marquerez de même la fin de la douzième heure du même jour; ce qui n'a pas besoin d'être expliqué.

Après quoi, par la limite de l'azimut de la seconde heure dudit jour du commencement du Capricorne, menez une ligne droite de la tête à la base du cylindre, et prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la seconde heure, posez l'une des pointes sur la circonférence de la tête et sur l'azimut de la seconde heure, et faites avec l'autre pointe sur la droite menée par cet azimut une marque qui sera celle du commencement de la seconde heure du jour proposé; et, conservant la même ouverture du compas, posez l'une des pointes sur la circonférence de la base à l'extrémité de la ligne menée par l'azimut; faites sur cette ligne avec l'autre pointe une nouvelle marque, qui sera celle du commencement de la douzième heure du même jour.

Déterminez de la même manière les limites des autres heures du même jour et celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vous voudrez; puis joignez toutes ces limites comme on a coutume de le faire.

Mais on ne peut tracer la limite du commencement de la première heure, parce que celle du commencement du jour du Bélier ne peut être marquée sur le cylindre, attendu qu'elle n'a pas d'ombre [assignable], ce qui distingue le commencement du Bélier et celui de la Balance des commencements des autres signes.

Observez que, pour les signes méridionaux, les limites du commencement de chacun de leurs jours sont portées sur l'horizontale méridionale, et que, pour les signes septentrionaux, les limites du commencement de chacun de leurs jours sont portées sur l'horizontale septentrionale, et que c'est pour cela qu'on ne

peut déterminer les limites du commencement des jours sur ce cylindre, sur lequel le commencement [du jour] du Bélier est marqué sur une ligne droite menée du *maximum* de sa hauteur [prise sur le méridien du cylindre] de la circonférence de la tête à la circonférence de la base. Le tracé de l'*ashre* ne présente pas non plus de difficulté.

La construction terminée, faites deux gnomons de la forme décrite dans le chapitre précédent; attachez l'un de ces gnomons à la circonférence de la tête et l'autre à la circonférence de la base; ensuite placez le cylindre sur le méridien de manière que chacun des deux points [N. ou S.] soit dans la direction du point qui lui correspond sur l'horizon [N. ou S.], et que la tête du cylindre regarde l'Orient et la base l'Occident; alors fixez solidement le cylindre [dans cette position].

Et lorsque vous voudrez savoir l'heure qu'il est, faites tourner le gnomon dont l'ombre est portée sur la surface du cylindre, jusqu'à ce que l'ombre se projette en ligne droite, et l'heure sur laquelle tombera l'extrémité de cette ombre du gnomon sera celle dans laquelle vous êtes; si le soleil est dans le méridien, tournez le gnomon jusqu'à ce qu'il ne porte plus d'ombre et que son bord passe par l'extrémité de la flèche [l'axe] du cylindre; ce gnomon se trouvera placé sur le cercle [de la tête ou de la base au point correspondant] à la hauteur méridienne du jour où vous êtes.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I....	27	30	00	00	B.	I....	27	30	00	00	A.
II....	27	58	36	28	B.	II....	16	55	16	20	A.
III...	20	13	68	30	B.	III....	11	55	25	39	A.
IV....	12	38	84	28	B.	IV....	8	7	31	36	A.
V.....	7	23	88	34	A.	V.....	5	7	34	16	A.
VI....	3	25	84	31	A.	VI....	2	5	35	55	A.
Ashre..	13	12	83	13	B.	Ashre..	9	26	29	37	A.

CHAPITRE XXXII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE
AU CERCLE DU PREMIER VERTICAL.

Prenez un cylindre propre à cette construction et supposez Fig. 130 que le cercle de la tête représente le premier vertical; marquez-y l'orient, l'occident et le zénith; faites de même pour le cercle de la base, en observant de placer ces points sur le cercle de la base dans la direction de leurs correspondants sur le cercle de la tête,

et joignez par une ligne droite le point d'orient de la tête au point d'orient de la base : cette ligne sera l'horizontale orientale. Joignez de même , par une ligne droite, le point d'occident de la tête au point d'occident de la base , et nommez cette ligne l'horizontale occidentale.

Alors , si le lieu donné n'a pas de latitude , divisez le demi-cercle de la tête , sur lequel est marqué le zénith , en douze parties égales , et par les points de division menez des lignes droites à la base : ces droites seront les limites des heures , et celle qui joint les deux zéniths sera la ligne méridienne.

Attachez ensuite un gnomon sur le cercle de la tête et un autre sur le cercle de la base , et que la longueur de la partie saillante de chacun de ces gnomons soit égale à la longueur du cylindre , ou un peu moindre ; le tracé de la ligne de l'*Ashre* ne présente aucune difficulté.

Si le lieu donné a une latitude , déterminez , dans la supposition que le premier vertical représente l'horizon , les ombres verticales et leurs azimuts pour les heures du jour du commencement du Capricorne , et pour celles du jour du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vous voudrez.

Après cela , supposez un gnomon d'une longueur convenable , et construisez l'échelle d'ombre ; puis tracez sur la surface du cylindre un arc parallèle au cercle de la tête , terminé aux deux horizontales , et divisant en deux parties égales la droite menée entre les deux zéniths , nommez cet arc *arc des centres* ; et , prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne , posez l'une des pointes sur l'horizontale orientale à l'extrémité de l'arc des centres , et faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale du côté de la base : cette marque sera celle du commencement du jour du Capricorne. Nous plaçons cette marque vers la base , parce que l'ombre est septentrionale ,

et nous la placerions vers la tête si l'ombre était méridionale, ce qu'il est bon d'observer.

Après cela posez aussi l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur l'horizontale occidentale, à l'extrémité de l'arc des centres, et faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale vers la base du cylindre. [Cette marque sera celle de la fin de la douzième heure.]

Ensuite prenez sur la moitié de l'arc des centres, située entre l'horizontale occidentale et la ligne méridienne, une quantité égale à l'azimut du commencement de la seconde heure du commencement du Capricorne, et menez par son extrémité une droite occulte, parallèle à l'horizontale et prolongée de la tête à la base du cylindre.

Alors prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de cette heure, et, posant l'une des pointes sur le point commun à l'arc des centres et à la ligne occulte que vous venez de mener par l'extrémité de l'azimut, faites avec l'autre pointe une marque sur cette ligne occulte, vers la base, parce que l'ombre est septentrionale : cette marque sera celle du commencement de la seconde heure du jour dont il s'agit.

Déterminez par la même méthode les limites des autres heures de ce jour et de celui du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vous voudrez, et joignez toutes ces marques comme vous avez coutume de le faire.

Faites ensuite un gnomon, que vous attacherez à la tête ou à la base du cylindre, de manière que le *maskhath-al-hhajar* de son sommet tombe sur l'arc des centres, et que la distance de ce sommet au *maskhath-al-hhajar* soit égale à douze des parties de l'échelle, et fixez le cylindre sur le premier vertical, en observant de diriger la tête vers le midi.

Et lorsque vous voudrez savoir l'heure qu'il est, tournez le gnomon jusqu'à ce que son ombre soit en ligne droite : l'heure

sur laquelle tombera l'extrémité de cette ombre du gnomon sera celle dans laquelle vous êtes.

La figure doit être rapportée à la latitude septentrionale de 30 degrés.

TABLE.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	6	15	00	00	B.	I.....	6	15	00	00	A.
II.....	8	1	11	16	B.	II.....	4	6	14	39	A.
III.....	9	59	23	25	B.	III.....	2	18	28	54	A.
IV.....	12	4	37	21	B.	IV.....	00	48	43	22	A.
V.....	14	4	53	4	B.	V.....	00	22	58	25	B.
VI.....	15	39	70	47	B.	VI.....	1	6	73	18	B.
VII.....	16	17	90	00	B.	VII.....	1	21	90	00	B.
Ashre.....	11	21	32	35	B.	Ashre.....	00	55	12	6	B.

CHAPITRE XXXIII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE
A UN PLAN INCLINÉ SANS DÉCLINAISON A L'ÉGARD DU PREMIER VERTICAL.

Le plan incliné auquel le cylindre est perpendiculaire sera ou ne sera pas celui de l'équateur : dans le premier cas, ou le lieu pour lequel on veut tracer les heures n'aura pas de latitude ou il en aura. S'il n'a pas de latitude, le tracé des heures est le même que celui qui est exposé au commencement du chapitre précédent; mais si le lieu a une latitude [faites votre construction comme il suit] :

Prenez un cylindre bien exécuté, et nommez la circonférence de sa tête le parallèle du commencement du Bélier, et la circonférence de sa base le parallèle du commencement de la Balance; divisez ces deux parallèles chacun en 360 parties égales, et que chacune des parties du parallèle du Bélier soit directement opposée à la partie correspondante du parallèle de la Balance. Écrivez ensuite les nombres qui indiquent l'ordre des parties, de manière que le commencement des nombres qui sont sur le parallèle du Bélier soit dans la direction du point initial du parallèle de la Balance, et que les nombres croissent à droite et à gauche, jusqu'à ce qu'étant arrivé à 180 ils se terminent au point directement opposé à celui du commencement.

Fig. 131.

Menez ensuite sur la surface du cylindre une droite qui joigne les deux points initiaux, cette droite sera la ligne méridienne; divisez-la en deux parties égales, et par le point milieu

tracez sur la surface du cylindre un cercle parallèle au parallèle du Bélier, ce sera le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Prenez sur le parallèle du Bélier, à droite et à gauche, une partie égale à l'arc semi-diurne du commencement de l'Écrevisse dans le lieu pour lequel vous voulez tracer les heures, et faites une marque à chaque limite; puis, par ces deux marques, menez parallèlement à la ligne méridienne deux droites occultes terminées au parallèle de l'Écrevisse: la partie de ce parallèle interceptée entre ces deux lignes occultes, et dans laquelle se trouve la méridienne sera la partie visible du parallèle de l'Écrevisse dans le lieu pour lequel vous tracez les heures; divisez-la en douze parties égales, ces parties seront les heures du jour du commencement de l'Écrevisse. Faites ensuite une marque à 90° , à droite et à gauche, sur le parallèle du Bélier: ce qui sera compris entre ces deux marques du côté de la méridienne, sera la partie visible de ce parallèle; divisez cet espace en douze parties, ces divisions seront les heures du jour du commencement du Bélier; joignez leurs points de limite à ceux des heures du jour du commencement de l'Écrevisse par des lignes droites, ces lignes seront les limites des heures des signes septentrionaux.

Tracez ensuite, par la même méthode, sur l'autre moitié du cylindre, les heures des signes méridionaux, comme si le parallèle du commencement du Capricorne était le même que celui du commencement de l'Écrevisse, mais en observant que le jour du Capricorne ne répond qu'à une partie du jour de l'Écrevisse dans les lieux septentrionaux, et qu'il est plus grand dans les lieux méridionaux, ce qui est manifeste.

Alors, faites deux gnomons, dont la partie saillante soit égale à la longueur de la ligne méridienne, plus un septième¹; fixez l'un des gnomons sur le cercle de la tête du cylindre, et l'autre

¹ Nous ne voyons pas le motif de cette addition d'un septième. S.

sur celui de la base, et posez le cylindre sur le cercle du Bélier et sur celui de la Balance, de manière que le parallèle du Bélier soit tourné vers le pôle nord.

Le tracé de tout autre parallèle et celui de l'*ashre* ne présentent aucune difficulté.

Lorsque vous voudrez connaître le temps écoulé du jour, faites tourner le gnomon jusqu'à ce que son ombre soit sur une ligne droite, et observez l'heure sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre, ce sera l'heure demandée.

Les parties du cercle [de la tête] comprises entre le bord du gnomon qui passe par l'axe et entre la méridienne sont égales à l'augment de l'arc de révolution à la même heure; aussi cet instrument est-il un des plus commodes pour la détermination de l'augment de l'arc de révolution et pour celle de l'arc diurne, parce qu'étant dirigé sur l'axe du monde, il a tous ses cercles parallèles à la base du cône céleste; c'est aussi pour cela que l'ombre n'y dépasse jamais de limite qu'on ne puisse construire avec la plus grande facilité.

La figure que nous donnons de ce cylindre doit être rapportée à la latitude septentrionale de 30°.

Si le plan incliné est autre que celui de l'équateur, déterminez la hauteur du soleil sur l'horizon, auquel le cylindre est perpendiculaire, pour le commencement de chacune des heures du lieu pour lequel se fait la construction, et cela lorsque le soleil est au commencement de l'Écrevisse et au commencement du Capricorne ou de tel autre degré que vous voudrez; et si, au commencement de l'une de ces heures, le soleil est au-dessous de l'horizon [dont il s'agit], vous en prendrez la *dépression*. Après cela, prenez les ombres verticales des hauteurs et des dépressions, déterminez leurs azimuts, et ordonnez le tout dans une table, en y ajoutant l'amplitude du parallèle de l'Écrevisse, de celui du Capricorne et des autres parallèles dont vous aurez déterminé les ombres

sur l'horizon auquel le cylindre est perpendiculaire : séparez de plus les ombres des hauteurs des ombres des dépressions, et nommez la tête du cylindre le côté apparent et la base le côté occulte.

Après cela, menez sur le côté apparent deux diamètres perpendiculaires entre eux, dont l'un représente la ligne méridienne sur le côté visible et l'autre la ligne d'Est et Ouest sur le même côté. Par l'une des extrémités de la méridienne, menez à la base une ligne droite sur la surface du cylindre, cette droite sera la méridienne de la face apparente; par son extrémité qui touche à la base, menez sur cette base un diamètre, ce diamètre sera la méridienne du côté occulte, et en abaissant sur cette ligne un autre diamètre qui lui soit perpendiculaire, ce second diamètre sera la ligne d'Est et Ouest du côté occulte.

Tracez alors les limites des heures qui tombent au-dessous de l'horizon du cylindre sur le côté occulte et les heures qui tombent au-dessus de l'horizon du cylindre sur le côté apparent, et que leur gnomon soit fixé sur ce côté; il faut aussi joindre chaque parallèle à son amplitude ortive, marquée sur la circonférence du cercle auquel le gnomon est attaché; et si vous aviez construit ces heures sur le côté convenable d'un cylindre perpendiculaire au premier vertical, elles seraient plus complètes, ce qui est évident.

Enfin fixez le cylindre sur le plan auquel vous le supposez perpendiculaire, et que sa tête soit tournée vers le pôle de son horizon, visible dans le lieu pour lequel la construction a été faite.

CHAPITRE XXXIV.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE
A UN PLAN INCLINÉ SANS DÉCLINAISON A L'ÉGARD DU MÉRIDIEN.

Ce tracé est absolument le même que celui des heures sur les surfaces des cylindres, dont il s'agit dans le chapitre précédent, si ce n'est que la ligne d'Est et Ouest est ici une ligne droite tracée sur la longueur du cylindre.

CHAPITRE XXXV.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE A UN
PLAN INCLINÉ DÉCLINANT A L'ÉGARD DU MÉRIDIEN ET DU PREMIER VERTICAL.

La construction sur ce cylindre se fait de la manière exposée dans les deux chapitres précédents. Nous ferons observer seulement que dans cette construction la ligne d'Est et Ouest et la méridienne, au lieu d'être droites, sont deux lignes courbes.

CHAPITRE XXXVI.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CÔNE PERPENDICULAIRE
A L'HORIZON.

Déterminez pour les heures du jour du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, et de tout autre parallèle que vous voudrez, les hauteurs du soleil et leurs azimuts; ensuite, déterminez pour ces heures l'ombre employée, relativement au cône, par la méthode exposée dans le chapitre III du second livre de cette partie, et faites pour ces ombres et leurs azimuts ce que vous avez fait pour les ombres et leurs azimuts dans le tracé du cylindre perpendiculaire à l'horizon; ce qui n'a pas besoin d'explication.

Opérez de même, comme vous avez fait pour les cylindres perpendiculaires aux différents plans dont nous avons parlé, lorsqu'il s'agira des cônes perpendiculaires aux mêmes plans.

Les constructions sur le cône sont plus parfaites que celles sur le cylindre, parce que l'ombre ne s'étend jamais au delà de la surface du cône.

CHAPITRE XXXVII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONCAVE D'UNE DEMI-SPHÈRE POSÉE SUR L'HORIZON DE MANIÈRE QUE SON GRAND CERCLE SOIT HORIZONTAL.

Prenez une demi-sphère bien exécutée, et regardez son grand cercle comme représentant celui de l'horizon. Soit A le pôle du cercle, par ce point menez un demi-grand cercle, que vous regarderez comme la moitié du méridien : ses deux extrémités seront les vrais points Nord et Sud; et soit le point Nord en B, et le point Sud en C; menez un second demi-cercle qui coupe celui-ci en deux parties égales, et nommez-le demi-cercle des azimuts: ses deux extrémités seront les vrais points d'Est et d'Ouest, soit D le point d'Est et E le point d'Ouest. L'horizontale sera divisée aux points BCDE en quatre parties égales. Fig. 132.

Divisez le demi-cercle du méridien en 180 parties, et prenez avec le compas les parties correspondant à la latitude du lieu; et si cette latitude est septentrionale, posez l'une des pointes du compas en A, et faites, avec l'autre pointe, sur l'arc AB une marque G; posez aussi l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur le point C, et avec l'autre pointe faites, sur la ligne [l'arc] CA, une marque H, le point H sera le pôle Nord; mais si la latitude est méridionale, faites la marque G sur l'arc AC, et la marque H sur l'arc AB et le point H désignera alors le pôle Sud.

Prenez avec le compas les parties de l'arc CB correspondant à la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse dans

le lieu pour lequel vous voulez tracer les heures; et si cette hauteur est boréale, posez l'une des pointes du compas en C, et faites avec l'autre pointe, sur l'arc CA, une marque T; mais si elle est méridionale, posez la pointe du compas en B, et marquez avec l'autre pointe, sur l'arc BA, le point où elle est atteinte, et nous supposons la latitude septentrionale : faites de même pour la hauteur méridienne du commencement du Capricorne, et soit sa marque en I.

Posez le compas sur le point H, et avec un rayon HG décrivez un arc terminé de chaque côté à l'horizontale : cet arc sera la moitié de l'équateur; et s'il se termine aux points DE, votre opération sera exacte, autrement elle serait fautive.

Décrivez ensuite du point C, avec un rayon CT, l'arc KTL : cet arc sera le parallèle de l'Écrevisse; et si l'arc KD est égal à l'arc LE et chacun d'eux à l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse, votre opération sera exacte, autrement elle serait fautive.

Décrivez du point H, avec un rayon HI, l'arc MIZ : cet arc sera le parallèle du commencement du Capricorne, et vous en éprouverez l'exactitude comme vous avez éprouvé celle du parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Divisez alors les deux parallèles du Capricorne et de l'Écrevisse, chacun en douze parties égales, et joignez chaque point de division du parallèle du Capricorne, au point opposé du parallèle de l'Écrevisse, par des arcs de grand cercle, ces [arcs de] jonction seront les limites des heures.

La figure est construite pour la latitude septentrionale de 30° .

Lorsque vous aurez posé au point A un gnomon égal au demi-diamètre de l'horizontale et faisant [avec lui] deux angles égaux [droits], et que vous l'aurez établi avec précision, il vous indiquera ce que vous vous proposez de savoir par son moyen.

CHAPITRE XXXVIII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONCAVE D'UNE DEMI-SPHÈRE DONT LE GRAND CERCLE EST PARALLÈLE AU MÉRIDIEN.

Prenez une demi-sphère, bien exécutée; considérez son grand cercle comme le méridien, et divisez-le en deux parties égales aux deux points diamétralement opposés AB; nommez B le point Nord et A le point Sud, et marquez le zénith et le *nadhir*. Soit aussi C le pôle du méridien, et le demi-cercle ACB la moitié de l'horizon, que vous diviserez en 180 parties égales. Fig. 133.

Prenez ensuite avec le compas les parties correspondant à la latitude, et posant l'une des pointes sur le *nadhir*, faites avec l'autre sur le méridien une marque [E] vers le Nord, si la latitude est septentrionale, ou vers le Sud, si elle est méridionale.

Posez aussi l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur le point A, et avec l'autre pointe faites sur le méridien vers le zénith, si la latitude est méridionale, la marque I, et vers le *nadhir*, si la latitude est septentrionale: le point I sera le pôle Nord.

Prenez de même avec le compas les parties de l'arc ACB correspondant à l'obliquité de l'écliptique; posez l'une des pointes en E, et avec l'autre pointe faites sur le méridien deux marques, l'une T vers le Nord, et l'autre Z vers le Midi; et du pôle I [comme centre] décrivez les arcs TH, EC, ZD: l'arc TH sera le parallèle du commencement du Capricorne; l'arc EC le parallèle du commencement du Bélier, et l'arc ZD le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Divisez chacun des parallèles du Capricorne et de l'Écrevisse en six parties égales, et joignez les points de division correspondants de ces deux parallèles, [les arcs de] jonction seront les limites des heures.

Posez alors sur le point C un gnomon dont la longueur soit égale à celle du demi-diamètre du méridien et qu'il soit à égale distance de tous les points du méridien ; ce qui n'est pas difficile à exécuter, non plus que le tracé de l'*ashre*.

On pourrait pour ces lignes n'employer que deux quarts de la sphère, dont l'un serait pour le côté oriental, et l'autre pour le côté occidental ; mais la figure que nous donnons est celle d'une demi-sphère, dont la concavité doit être tournée vers l'Orient, et elle est construite pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

CHAPITRE XXXIX.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONCAVE D'UNE DEMI-SPHÈRE DONT [LE GRAND] CERCLE EST PARALLÈLE AU PREMIER VERTICAL.

Supposez que le [grand] cercle de la demi-sphère représente le premier vertical, et tracez un demi-cercle, qui sera le méridien, et un autre qui sera l'équateur ; puis tracez les parallèles des deux solstices : le reste de la construction est manifeste.

Il suffirait aussi pour ces heures d'avoir deux quarts de sphère, dont l'un serait pour le côté septentrional et l'autre pour le côté méridional.

Suivez la même méthode pour tel tracé qu'on puisse vous

demander sur une demi-sphère; vous pourrez facilement y ajouter les heures égales, ou les y tracer au lieu des heures de temps, ce qui n'a pas besoin d'être expliqué. Nous ne dirons pas non plus comment on peut y marquer les hauteurs et leurs azimuts, ainsi que l'arc de révolution à telle heure du jour que ce soit, parce que ces constructions sont tout à fait évidentes par elles-mêmes.

CHAPITRE XL.

EXPOSÉ DE CEUX [DES CADRANS] DONT IL EST QUESTION DANS CE [TROISIÈME] LIVRE DONT ON PEUT SE SERVIR SUR TOUS LES HORIZONS.

I. LE BASITHAH D'UN LIEU SANS LATITUDE.

Il se construit pour tous les horizons; mais il ne marque que les heures égales qui restent à écouler avant le midi vrai ou qui sont écoulées depuis cet instant, et il n'en marque pas plus de dix, savoir, cinq avant midi, et cinq après midi, ce qu'il marque en tel lieu que ce soit lorsqu'il est placé dans ce lieu, de manière que son gnomon soit sous le parallèle du Bélier, et lorsque sa face [celle du *basithah*] est élevée d'une quantité égale à la latitude du lieu, sans avoir de déclinaison à l'égard de la ligne d'Est et Ouest.

II. LE VERTICAL SUR LA LIGNE MÉRIDienne DANS UN LIEU SANS LATITUDE.

Il se construit pour tous les horizons, marque les heures égales, et est complet lorsque la face orientale et la face occiden-

tales comprennent chacune douze heures, ce qui a lieu lorsqu'on construit sur chacune de ces faces les heures des dépressions qui sont semblables aux heures des hauteurs, et de même grandeur; auquel cas les heures des hauteurs sont séparées des heures des dépressions par l'horizon de l'équateur. Quand on le pose, il faut qu'il soit dans le plan du méridien, et que le parallèle du Bélier soit dans le plan du parallèle céleste de ce signe et placé dans l'horizon de l'équateur, de manière que, si on le prolonge dans la même direction, il aille tomber sur le pôle du monde.

111. LE VERTICAL SUR LA LIGNE D'EST ET OUEST DANS UN LIEU SANS LATITUDE.

Il marque dans tous les lieux les heures égales qui restent à écouler avant le midi vrai, ou qui sont écoulées depuis cet instant. Si on le construit en y traçant vingt-quatre heures sur la face septentrionale, et vingt-quatre heures sur la face méridionale, alors il est complet; ce qui a lieu lorsqu'on trace les parallèles en entier, c'est-à-dire en cercles entiers, et en divisant le plus grand de ces parallèles en vingt-quatre parties égales, et menant par les points de division des lignes droites, dirigées vers le pôle et terminées au parallèle du solstice.

On l'établit dans tel lieu que ce soit en le posant sur la ligne d'Est et Ouest, de manière que son gnomon, supposé prolongé, aille rencontrer le pôle du monde.

Faites de même pour les déclinants et les inclinés à l'égard de la ligne équinoxiale, ainsi que pour les cylindres et pour ce qui est de la même catégorie.

Si les heures égales dont il s'agit ici sont tracées exactement et que les parallèles soient assez multipliés, elles indiqueront le lieu de la ligne méridienne; et quand on suspend d'une manière convenable, avec des fils, les tablettes qui sont tracées sur le plan de l'équateur, elles remplissent parfaitement ce but. Or

ces tablettes sont plus faciles [à exécuter] que toutes les autres : de plus, si on divise le parallèle de la moitié du Bélier en parties correspondant aux degrés de révolution, et qu'on attache sur ce plan [la tablette] une règle qui tourne autour du pôle comme axe, et qui ait une épaisseur convenable et une longueur telle qu'elle s'étende du pôle au parallèle de la moitié du Bélier, elle marquera l'augment de l'arc de révolution en tel lieu que ce soit, et cela lorsqu'après l'avoir placée convenablement pour le lieu dont il s'agit, on la fait tourner jusqu'à ce que son côté oriental et son côté occidental soient tous deux éclairés par les rayons du soleil; car alors le bord de cette règle se trouve placé de manière que les parties du parallèle du Bélier comprises entre ce bord et la ligne méridienne sont égales à l'augment de l'arc de révolution.

Cet instrument est très-commode et on peut y tracer les parallèles à une très-petite différence près; auquel cas il indique la ligne méridienne [comme on vient de le dire].

CHAPITRE XLI.

DES [INSTRUMENTS] COMPOSÉS DES PLANS QUI ONT ÉTÉ DÉCRITS PRÉCÉDEMMENT.

Il y a plusieurs compositions des plans dont on a parlé ci-dessus, et l'on entend ici par *composition* l'assemblage d'un plan avec un autre plan, de manière qu'ils renferment un angle entre eux : nous allons décrire les composés les plus remarquables.

1° LE MUJENNAHHAH [L'AILÉ].

Il se fait par la composition de deux tablettes placées verticalement sur l'horizon, de manière que le *dos* [ou joint extérieur] de l'angle que forment ces deux tablettes soit perpendiculaire à l'horizon, que la ligne méridienne divise l'angle en deux parties égales, et que sur la face orientale de la tablette orientale se trouvent les heures de la première moitié du jour, et sur la face occidentale de la tablette occidentale, les heures de la seconde moitié du jour. De plus, le parallèle du commencement de l'Écrevisse, tracé sur l'une des deux faces, doit être contigu au même parallèle [tracé] sur l'autre face, sur le dos de l'angle, et cela pour les lieux septentrionaux; mais pour les lieux méridionaux, c'est le parallèle du commencement du Capricorne qui doit être ainsi, et si ces deux tablettes sont sur l'azimut du lieu du lever du solstice et du lieu de son coucher, ces heures sont nommées par le public heures du vertical sur la ligne d'Est et Ouest, et pour ces heures, le parallèle de l'Écrevisse n'est jamais contigu à l'horizon.

2° LE MUTÉKAPIAH [LE SUFFISANT].

Il se fait par la construction de deux tablettes planes, placées verticalement sur l'horizon, de manière qu'elles renferment entre elles un angle divisé en deux parties égales par la ligne méridienne, que le dos de l'angle soit tourné vers le pôle visible, que la ligne de l'angle soit la méridienne, c'est-à-dire que l'ombre du gnomon à midi tombe sur la ligne de l'angle, et que les heures soient tracées sur les faces intérieures des deux tablettes et construites comme pour les autres [plans] déclinants, pour lesquelles heures un seul gnomon suffit; ce qui est évident.

Il n'y a entre cette composition et le composé qui précède de différence qu'en ce que les heures de celle-ci sont sur l'intérieur des deux tablettes, et celles de l'autre sur l'extérieur.

3° LE MIKNESAH (LE DALAI) SUR LA LIGNE MÉRIDIENNE.

Il se fait par la composition de deux tablettes planes, inclinées à l'horizon, d'une quantité quelconque égale pour chacune. Les heures du jour sont tracées sur les faces visibles des deux tablettes, de manière que la ligne de l'angle soit la méridienne.

4° LE MIKNESAH DONT LE DOS DE L'ANGLE EST SUR LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Les heures y sont tracées sur la partie visible.

5° LES MIKNESAHS DÉCLINANTS.

Ce sont ceux dont le dos de l'angle décline à l'égard de la méridienne ou de la ligne d'Est et Ouest; les heures du jour y sont tracées sur la partie visible.

6° LES MIKNESAHS DONT LE DOS EST AVEC LA MÉRIDIENNE DANS LE PLAN DU MÉRIDIEN.

Les heures y sont tracées sur la partie intérieure.

7° LES MIKNESAHS DONT LE DOS EST AVEC LA LIGNE D'EST ET OUEST DANS LE PLAN DU PREMIER VERTICAL.

Les heures y sont tracées sur la partie intérieure.

8° LES MIKNESAHS DONT LE DOS DÉCLINE A L'ÉGARD DE LA LIGNE MÉRIDIENNE ET DE LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Les heures y sont tracées sur la partie intérieure.

La construction de tous ces *miknesahs* est manifeste.

Les compositions analogues ne sont pas moins bonnes à connaître, et d'après celles-ci on pourra exécuter celles que l'on voudra.

CHAPITRE XLII.

DÉTERMINER 1^o LA LATITUDE D'UN LIEU D'APRÈS LES HEURES DE CE LIEU TRACÉES PAR L'UNE DES CONSTRUCTIONS EXPOSÉES DANS CE TROISIÈME LIVRE; 2^o LA GRANDEUR DES GNOMONS DES HEURES MENTIONNÉES DANS CE MÊME LIVRE.

I. DU BASITHAH OU CADRAN HORIZONTAL.

Étant donné un *basithah*, on demande quel est le moyen de déterminer la latitude du lieu pour lequel il a été construit lorsque cette latitude est inconnue.

La réponse est que, le gnomon étant connu, ainsi que son ombre pour le milieu du jour du commencement du Bélier, du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, la latitude du lieu sera connue par le gnomon de l'une de ces ombres, d'après ce qui a été dit précédemment.

Si on dit que le gnomon n'est pas connu, soit parce qu'il est perdu, soit que, sa forme étant conique, on ne puisse avoir exactement sa perpendiculaire [ou flèche], qui est le véritable gnomon, la réponse est que, l'ombre du midi vrai [du jour du commencement] du Capricorne et celle de son *ashre* étant connues, la différence de ces deux ombres est égale à la longueur du gnomon.

Si on dit que l'ombre du midi vrai [du jour] du commencement du Capricorne n'est pas connue, soit parce que le centre du gnomon a été détruit, ou parce que, le gnomon étant de forme

conique et fixé sur son centre, on ne peut avoir la valeur exacte de l'ombre du midi vrai du commencement du Capricorne, la réponse est qu'il faut remplir le lieu du centre [avec une substance quelconque] et aplanir l'obturateur jusqu'à ce qu'il ne dépasse pas la surface [du plan] des heures; prolonger ensuite la ligne de midi vrai, et prendre le milieu de la partie de cette ligne qui tombe sur l'obturateur pour le centre du gnomon, et si le gnomon est fixe et de forme conique, on l'enlève, et, après avoir rempli le lieu du centre, le reste de l'opération est manifeste.

Si on dit qu'on ne peut prendre le milieu de la partie de la ligne de midi vrai qui est sur l'obturateur pour le lieu du centre du gnomon, soit à cause de la différence entre les distances des bords de l'obturateur au centre du gnomon, soit parce qu'on ne peut pas enlever le gnomon,

Voici ce qu'on peut répondre. Tracez sur une surface plane une ligne droite AB, égale à la partie du parallèle du Bélier comprise entre le commencement de la quatrième heure et la Fig. 134 ligne méridienne; faites au point A l'angle BAC, égal à l'obliquité de l'écliptique; prenez avec le compas la partie de la ligne de midi vrai comprise entre les deux parallèles du commencement du Bélier et du commencement du Capricorne: posez l'une des pointes sur le point B, et faites avec l'autre pointe sur la ligne AC la marque D; par les points D et B menez la ligne DH, et par le point A abaissez la perpendiculaire AE sur DH: la ligne AE sera égale à la longueur du gnomon, la ligne BE égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement du Bélier, et la ligne ED égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement du Capricorne. Ainsi du point B, comme centre, avec un rayon BA, décrivez l'arc AZ; cet arc sera égal au complément de la latitude du lieu, c'est-

à-dire à la hauteur méridienne de la tête du Bélier et de la Balance.

Mais si on dit que le parallèle du Capricorne et celui de l'Écrevisse ne sont pas tracés comme cela a lieu dans [la construction du] chapitre XIV,

Fig. 135.

Voici la réponse à faire. Tracez sur une surface plane une ligne droite AB égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le pôle et le parallèle du commencement du Bélier. Décrivez sur la ligne AB une demi-circonférence ACB ; prenez avec un compas la partie du parallèle du commencement du Bélier comprise entre le commencement de la quatrième [heure et] entre la ligne de midi vrai; posez l'une des pointes en B et avec l'autre pointe faites sur l'arc BCA la marque C ; par le point C abaissez une perpendiculaire CD sur la ligne AB : cette perpendiculaire sera égale à la longueur du gnomon; la ligne BD égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du Bélier; la ligne AD égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le pôle, et la moitié de l'arc BC égale à la latitude du lieu.

11. DU VERTICAL SUR LA LIGNE MÉRIDienne.

Étant donné un vertical sur la méridienne, on demande quel est le moyen de déterminer la latitude pour laquelle il a été construit, lorsque cette latitude est inconnue.

RÉPONSE. Regardez le centre du gnomon comme le centre d'un cercle et décrivez de ce centre un arc compris entre l'horizontale et le parallèle du Bélier, il correspondra à l'angle aigu des deux angles que forme le parallèle du Bélier [avec l'horizontale] et sa valeur sera celle du complément de la latitude du lieu.

Si on dit qu'on ne peut décrire aucun arc autour du centre du gnomon, parce que ce gnomon est fixe sur son centre,

RÉPONSE. Marquez un point quelconque sur le parallèle du Bélier, et par ce point menez parallèlement à l'horizontale une droite dirigée vers le côté du parallèle du jour le plus court; et du même point, comme centre, décrivez un arc compris entre le parallèle du Bélier, et la ligne menée parallèlement à l'horizontale, cet arc sera égal au complément de la latitude du lieu.

Si on dit que le gnomon et son centre sont inconnus [détruits],

RÉPONSE. Bouchez le centre, aplanissez l'obturateur, menez l'horizontale et divisez en deux parties égales la partie comprise entre le parallèle du commencement de l'Écrevisse, et celui du commencement du Capricorne : le point milieu sera le centre du gnomon, et la partie du parallèle du commencement du Bélier comprise entre le centre du gnomon et le commencement de la quatrième heure du côté oriental, et le commencement de la dixième heure du côté occidental, sera la longueur de ce gnomon.

Si on dit que le parallèle du commencement du Bélier est inconnu, mais que le gnomon est connu,

RÉPONSE. Lorsque le gnomon est connu, l'ombre de l'amplitude ortive du commencement du Capricorne est connue; car c'est la partie de l'horizontale comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement du signe du Capricorne : or, la déclinaison du commencement de ce signe étant connue, il s'ensuit que la latitude du lieu l'est aussi.

Si on dit que le parallèle du commencement du Bélier et le gnomon sont inconnus,

RÉPONSE. Décrivez sur le centre du gnomon un arc qui commence à l'extrémité du parallèle de l'Écrevisse sur l'horizontale, et qui se termine au même parallèle de l'Écrevisse, cet arc sera égal au double de la latitude du lieu; divisez-le en deux parties égales, et la moitié sera égale à la latitude. Et si on joint par une ligne droite le centre du gnomon au point milieu de l'arc, cette droite sera l'horizon de l'équateur; et si par le centre du gnomon

on mène une droite qui fasse avec l'horizon de l'équateur un angle droit, cette droite sera le parallèle du commencement du Bélier, et la valeur du gnomon pourra être déterminée par les méthodes connues.

Si on dit que, la latitude étant très-petite, l'arc susdit est près de se confondre avec le parallèle du plus long jour; qu'on ne peut en déterminer exactement les extrémités, et qu'il est très-difficile de le partager en deux parties égales,

RÉPONSE. Tracez le parallèle du plus long jour de telle manière que, vers l'horizontale, il ait une grandeur convenable, et décrivez sur le centre du gnomon un arc qui commence à l'extrémité [sur l'horizontale] de l'hyperbole qui constitue le parallèle du plus long jour et qui se termine à ce parallèle; le reste de l'opération est manifeste.

Si on demande comment on peut tracer l'hyperbole pour le parallèle du plus long jour sans connaître la latitude,

RÉPONSE. Menez par les limites des heures, sur le parallèle du jour le plus court, des lignes droites passant par le centre du gnomon, et prolongées indéfiniment du côté du parallèle du plus long jour; ensuite, prenez avec un compas la partie de chacune de ces lignes comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du jour le plus court; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et faites avec l'autre pointe sur la ligne dont il s'agit une marque du côté de cette ligne opposé à celui sur lequel vous avez pris cette quantité, le parallèle du plus long jour passera par toutes les marques ainsi faites, et vous le tracerez par ce moyen.

111. DU VERTICAL SUR LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Étant donné un vertical sur la ligne d'Est et Ouest, on demande la latitude du lieu pour lequel il a été construit.

RÉPONSE. L'ombre verticale du midi vrai du jour du Bélier et le gnomon sont connus, ainsi la latitude du lieu est aussi connue.

Si on dit que le gnomon est inconnu, soit parce qu'il est de forme conique, ou parce qu'il est perdu, ou bien que l'ombre de midi vrai est inconnue, soit parce que le centre du gnomon a été détruit, ou parce que le gnomon y est fixé,

RÉPONSE. Si c'est le gnomon qui est inconnu, prenez avec le Fig. 136. compas la partie du parallèle du Bélier comprise entre la ligne méridienne et le commencement de la troisième [heure], et représentez-la par la ligne AB. Construisez l'angle BAC égal à l'obliquité de l'écliptique; prenez avec le compas la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le parallèle du commencement du Bélier et celui du commencement de l'Écrevisse; posez l'une des pointes en B, et avec l'autre pointe faites sur la ligne AC la marque C; par ce point menez par le point B une droite prolongée indéfiniment vers E; par le point A abaissez la perpendiculaire AD sur CE : la ligne AC sera égale à la longueur du gnomon, DC égale à la partie de la ligne méridienne comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement de l'Écrevisse, et l'angle ABE sera égal à la latitude du lieu.

Si c'est l'ombre de midi vrai qui est inconnue, on la rétablit d'après l'horizontale et la ligne méridienne, si le centre du gnomon est détruit, et aussi, d'après la division de l'espace compris entre les deux extrémités du parallèle; et si le gnomon est fixe, on suit la méthode précédente.

Si on dit que le parallèle de l'Écrevisse ne se trouve pas du même côté que le parallèle du Bélier,

RÉPONSE. Construisez sur la ligne AB, vers E, un angle égal à l'obliquité de l'écliptique; prenez avec un compas la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le parallèle du Bélier et celui du Capricorne; posez l'une des pointes en B, et faites avec l'autre

pointe une marque sur l'autre ligne, qui est l'une des deux lignes de midi vrai; le reste de l'opération est manifeste.

IV. DES DÉCLINANTS.

Étant donné un déclinant, on demande comment on peut déterminer la latitude du lieu pour lequel il a été construit.

Fig. 137. RÉPONSE. Prenez la ligne AB égale à la partie de la ligne méridienne comprise entre le parallèle du Bélier et l'horizontale, élevez sur AB, au point A, la perpendiculaire AD : prenez avec le compas la distance comprise entre l'extrémité du gnomon et le point de section de l'horizontale et de la méridienne, posez l'une des pointes en A, et faites avec l'autre pointe la marque C sur la ligne AD; menez CB, l'angle ABC sera celui de la latitude du lieu, et l'arc correspondant sera égal à cette latitude.

Si on dit que le gnomon est inconnu,

Fig. 135. RÉPONSE. Prenez la ligne AB, égale à la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et la méridienne; décrivez sur AB, comme diamètre, une demi-circonférence; prenez avec le compas la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et le centre du gnomon; posez l'une des pointes en A, et faites avec l'autre pointe la marque D sur AB; par le point D élevez sur AB la perpendiculaire DC, prolongée jusqu'à la demi-circonférence, sans la dépasser : cette perpendiculaire sera égale au gnomon, et le reste de l'opération est manifeste.

Le gnomon étant inconnu, si l'on dit que son centre l'est aussi,

Fig. 138. RÉPONSE. Prenez la ligne AB, égale à la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et la ligne de midi vrai; faites au point B un angle [ABD] égal à l'angle de la déclinaison du déclinant à l'égard de la méridienne, et au point A l'angle BAE égal à l'angle du complément de la déclinaison; par le point de rencontre C des deux lignes AE, BD, abaissez [sur AB]

la perpendiculaire CT : cette perpendiculaire sera égale au gnomon, la ligne AT égale à la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et le centre du gnomon, et BT égale à la partie de l'horizontale comprise entre le centre du gnomon et la ligne de midi vrai.

Le gnomon et son centre étant inconnus, si on dit que la déclinaison l'est aussi,

RÉPONSE. Menez parallèlement au parallèle du Bélier une ligne droite qui parte de l'extrémité du parallèle du plus long jour et se termine à ce parallèle sans le dépasser; cette droite sera la corde de l'intervalle du parallèle du plus long jour; divisez cette corde en deux parties égales, et par le point de division élevez sur cette ligne une perpendiculaire : le point où cette perpendiculaire coupera l'horizontale sera le centre du gnomon, et celui où elle coupera la méridienne sera le pôle.

La même perpendiculaire serait la méridienne du lieu dont le plan déclinant dont il s'agit serait l'horizon.

Le centre du gnomon étant connu, sa longueur est facile à déterminer, ainsi que la latitude du lieu et la déclinaison [du plan].

Lorsque vous aurez étudié et compris tout ce que renferme ce chapitre, vous trouverez sans difficulté la latitude du lieu des *inclinés*, leurs gnomons, les centres de ces gnomons, ainsi que les gnomons des cylindres, des cônes et des sphères et de tous les autres [cadrans] que nous ne rappelons pas ici.

FIN.

ERRATUM.

Page 69, ligne 24, après ces mots : à la circonférence de sa base, ajoutez : se nomme *dhile-al-marrheronth*, côté du cône, et la ligne droite menée du sommet du cône au centre de sa base, *salm*, etc.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME SECOND.

	Page
LIVRE PREMIER. Exposé des propositions dont la connaissance est nécessaire pour les constructions.....	371
PROPOSITION PREMIÈRE. Diviser l'angle ABC en deux parties égales.....	<i>Ibid.</i>
PROP. II. Diviser la ligne AB en deux parties égales.....	<i>Ibid.</i>
PROP. III. Construire au point A, comme sommet, un angle égal à l'angle donné BCD.....	372
PROP. IV. Construire un angle sous-double d'un angle donné BCD.....	<i>Ibid.</i>
PROP. V. Partager une ligne AB en autant de parties que l'on voudra.....	373
PROP. VI. Du point A élever une perpendiculaire sur la ligne AB.....	374
PROP. VII. Reconnaître si un angle donné est droit, aigu ou obtus.....	375
PROP. VIII. Reconnaître si une surface est plane ou si elle ne l'est pas.....	376
PROP. IX. Construction d'un instrument qui sert à reconnaître si un plan est ou n'est pas parallèle à l'horizon.....	<i>Ibid.</i>
PROP. X. Comment on reconnaît si un plan est vertical ou non..	377
PROP. XI. Par un point donné H mener une parallèle à la ligne AB.....	378
PROP. XII. Par un point donné A sur la demi-circonférence d'un quart de cercle DAC mener deux lignes dont l'une soit parallèle à BD et l'autre parallèle à BC.....	379

	Pages
PROP. XIII. Tracer sur un plan vertical, tel que la surface d'une muraille, une ligne parallèle à l'horizon	379
PROP. XIV. D'un point A abaisser une perpendiculaire sur une ligne BC prolongée indéfiniment de part et d'autre	380
PROP. XV. Trouver le centre d'un cercle donné	381
PROP. XVI. Trouver le rayon d'un cercle dont le centre n'est pas connu	<i>Ibid.</i>
PROP. XVII. Trouver le centre d'un arc donné AC	<i>Ibid.</i>
PROP. XVIII. Retrancher de la circonférence CG un arc semblable à l'arc AB de la circonférence DE	382
PROP. XIX. Trouver la déclinaison d'un point quelconque de l'écliptique	<i>Ibid.</i>
PROP. XX. Trouver la hauteur méridienne d'un point quelconque de l'écliptique à quelque latitude que ce soit	385
PROP. XXI. Trouver l'ombre horizontale et l'ombre verticale correspondant à une hauteur donnée	386
PROP. XXII. Connaissant les ombres horizontale et verticale d'une même hauteur, trouver le corps de ces deux ombres	387
PROP. XXIII. Étant donnée une ligne égale à la somme des ombres horizontales de deux hauteurs connues, trouver la valeur de chacune de ces deux ombres et celle de leur corps	388
PROP. XXIV. Trouver le corps d'une ombre donnée dont la hauteur est connue	<i>Ibid.</i>
PROP. XXV. Étant donné une ombre et son corps, trouver pour un autre corps l'ombre qui correspond à l'ombre donnée	389
PROP. XXVI. Étant donné deux plans qui se rencontrent à angle droit et sur l'un de ces deux plans un corps qui lui soit perpendiculaire et dont une partie de l'ombre portée se projette sur l'autre plan, déterminer la grandeur de l'ombre portée sur ce second plan et celle du corps auquel elle se rapporte	<i>Ibid.</i>

TABLE DES MATIÈRES.

623

Pages

PROP. XXVII. Trouver la hauteur de l'astre d'un point quelconque de l'écliptique.....	390
PROP. XXVIII. Trouver les hauteurs des heures de temps, pour quelque point de l'écliptique et quelque latitude que ce soit, par une méthode fondée sur ce que nous avons dit dans le chapitre XXXIX de la première partie.....	391
PROP. XXIX. Trouver l'amplitude ortive de quelque point de l'écliptique que ce soit, pour une latitude quelconque.....	392
PROP. XXX. Trouver l'arc diurne d'un point quelconque de l'écliptique et la hauteur exacte des heures égales et des heures de temps pour cet arc diurne; le tout pour une latitude donnée.....	394
PROP. XXXI. Trouver l'azimut de la hauteur quelconque de l'écliptique, à quelque latitude que ce soit.....	397
PROP. XXXII. Trouver la déclinaison d'un lieu quelconque, relativement au vrai point d'orient du lieu où l'on est.....	401
PROP. XXXIII. Détermination de la hauteur du soleil dans un lieu quelconque dont la longitude et la latitude sont connues, et de l'heure du jour de ce lieu d'après l'heure du pays où l'on est.....	403
PROP. XXXIV. Trouver 1° la distance et l'ombre employée relatives au plan du méridien; 2° l'ombre portée sur ce plan et l'azimut de cette ombre.....	404
PROP. XXXV. Trouver 1° la distance et l'ombre employée relatives au plan du premier vertical; 2° l'ombre portée sur ce plan et l'azimut de cette ombre, en quelque temps que ce soit.....	407
PROP. XXXVI. Trouver 1° la distance et l'ombre employée relatives au plan d'un vertical quelconque; 2° l'ombre portée sur ce plan et l'azimut de cette ombre, en quelque temps que ce soit.....	410

	Pages
PROP. XXXVII. Trouver 1° la distance et l'ombre portée relatives à un plan incliné sans déclinaison à l'égard de la méridienne ; 2° l'ombre portée sur ce plan et l'azimut de cette ombre, lorsque le corps posé sur le plan est parallèle à l'horizon . . .	412
PROP. XXXVIII. Trouver la distance et l'ombre employée relatives à un plan incliné, avec déclinaison à l'égard de la méridienne et de la ligne d'est et ouest.	415
PROP. XXXIX. Trouver l'ombre portée sur un plan incliné par un corps perpendiculaire à ce plan, lorsque l'inclinaison et l'azimut sont connus.	416
PROP. XL. Trouver la ligne méridienne et la ligne d'est et ouest.	417
PROP. XLI. Trouver la valeur d'un angle B relativement à l'angle droit.	419
PROP. XLII. Trouver la déclinaison d'un mur à l'égard de la ligne méridienne.	420
PROP. XLIII. Trouver la déclinaison d'un plan incliné à l'horizon et la quantité de son inclinaison.	421
LIVRE DEUXIÈME. De la construction de quelques instruments dont on se sert sans employer le calcul des proportions et sans être obligé de considérer la position de la sphère.	423
CHAPITRE PREMIER. Construction du <i>hhafir</i> pour une latitude donnée.	<i>Ibid.</i>
Table des ombres horizontales des fins d'heure des commencement et tiers de signe, pour le 30° degré de latitude septentrionale.	428
CHAP. II. Construction de l' <i>hélice</i> propre à toutes les latitudes [regardées comme] habitables [c'est-à-dire jusqu'à la latitude de 66° 25'].	430
CHAP. III. Construction du cylindre pour une latitude donnée.	433
Table des ombres verticales des fins d'heure des commen-	

TABLE DES MATIÈRES.		625
		Pages
	ements et tiers de signe, pour le 30 ^e degré de latitude septentrionale.	436
CHAP. IV.	Construction d'un cylindre propre à toutes les latitudes [regardées comme habitables].	438
CHAP. V.	Construction du sâkhe-al-jérâdah, pour une latitude déterminée.	440
	Table des ombres employées, pour les fins d'heure et de l'ashre.	445
CHAP. VI.	Construction du sâkhe-al-jérâdah propre à toutes les latitudes [regardées comme] habitables.	446
	Table des ombres employées.	448
CHAP. VII.	Construction du cône pour une latitude déterminée.	450
	Table des hauteurs des heures et de l'ashre du commencement des signes à 30 degrés de latitude septentrionale.	454
CHAP. VIII.	Construction du cône propre à différentes latitudes.	455
	Table des hauteurs, pour les jours dont la hauteur méridienne est donnée, de 5 degrés en 5 degrés.	457
CHAP. IX.	Construction de la balance khorârie ou <i>fézazie</i>	458
	Table.	461
CHAP. X. (Sans titre).	C'est une espèce de conclusion.	473
LIVRE TROISIÈME.	De la construction des parallèles décrits par l'extrémité de l'ombre des gnomons et des limites des heures de ces parallèles.	475
CHAPITRE PREMIER.	Des lignes qui marquent l'extrémité de l'ombre des gnomons sur les plans auxquels ces gnomons sont perpendiculaires.	475
CHAP. II.	Des surfaces sur lesquelles se tracent les parallèles décrits par l'extrémité de l'ombre des gnomons et les limites des heures.	478

	Page
CHAP. III. Construction des heures sur un plan parallèle à l'ho- rizon.....	481
Table des ombres, de leurs azimuts septentrionaux et mé- ridionaux, pour le commencement du Capricorne et de l'Écrevisse.	488
Table pour les heures de temps.	491
Table pour les heures égales.	492
Autres tables.	494 496 498
CHAP. IV. Construction des heures sur un plan parallèle au mé- ridien.....	<i>Ibid.</i>
Tables.....	502 504 506 508
Table pour le commencement de l'Écrevisse.....	509
Table des ombres et des distances pour le commencement de l'Écrevisse, à 90 degrés de latitude.....	511
CHAP. V. Construction des heures sur un plan parallèle au pre- mier vertical.....	<i>Ibid.</i>
Tables.....	516 517 519
CHAP. VI. Construction des heures sur un plan parallèle à un ver- tical quelconque autre que le méridien et le premier vertical.	520
Tables.....	521 522 523
CHAP. VII. Construction des heures sur des plans inclinés pa- rallèles à des horizons dont les pôles ne déclinent pas du méridien du lieu, les gnomons étant perpendiculaires à ces plans.	524
Tables.....	528 530
CHAP. VIII. Construction des heures sur les plans désignés dans le chapitre précédent, lorsque le gnomon, au lieu d'être per- pendiculaire à ces plans, est parallèle à l'horizon.....	532
Tables.....	538 540

TABLE DES MATIERES.

627

Page-

CHAP. IX. Construction des heures sur des plans parallèles à des horizons dont les pôles ne déclinent pas de notre premier vertical, les gnomons étant perpendiculaires à ces plans.	<i>Ibid.</i>
Table.	545
CHAP. X. Construction des heures sur les plans dont il s'agit dans le chapitre précédent, lorsque les gnomons sont parallèles à l'horizon.	546
CHAP. XI. Construction des heures sur des plans parallèles à des horizons dont les pôles déclinent à l'égard de notre méridien et de notre premier vertical, les gnomons étant perpendiculaires à ces plans.	547
Table.	548
CHAP. XII. Construction des heures sur les plans dont il s'agit dans le chapitre précédent, lorsque le gnomon, au lieu d'être perpendiculaire à ces plans, est parallèle à l'horizon.	<i>Ibid.</i>
CHAP. XIII. De la manière de poser sur les plans inclinés le gnomon parallèle à l'horizon.	549
CHAP. XIV. Construction des heures égales sur un plan parallèle à l'horizon, sans employer aucun azimut ni d'autre parallèle que celui du Bélier.	551
Tables.	553 556
CHAP. XV. Construction de tel parallèle que ce soit sur un plan parallèle à l'horizon, et des limites des heures de temps sans employer aucun azimut.	557
CHAP. XVI. Construction des limites des heures égales sur un plan parallèle au cercle du méridien, sans employer les azimuts ni rien qui en dépende, et sans qu'il soit besoin d'autre parallèle que de celui du Bélier.	558

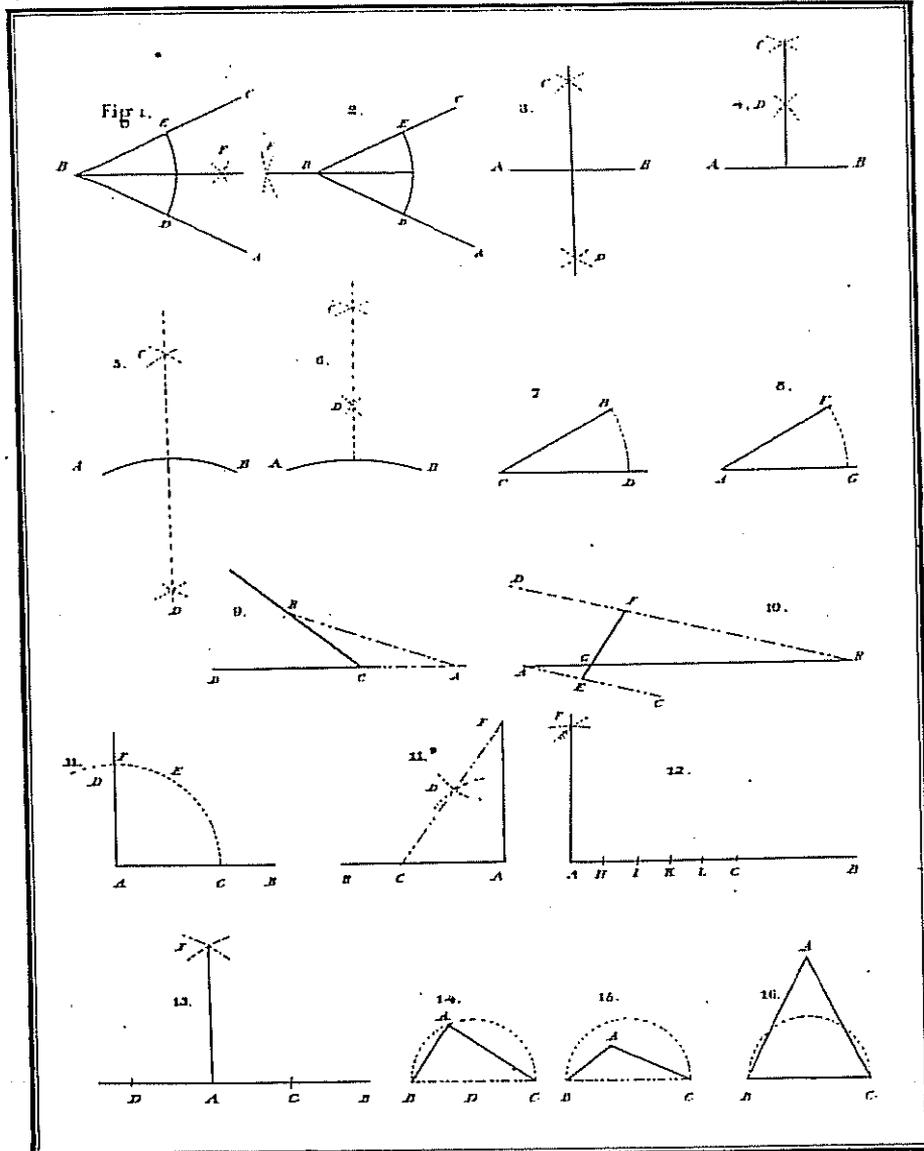
	Pages
Table des ombres des heures [égales] du commencement du Bélier, pour un vertical sur la méridienne dans un lieu quelconque avec ou sans latitude.	559
Table des ombres des limites des heures égales sur l'horizon, à 30° de latitude septentrionale.	561
CHAP. XVII. Construction d'un parallèle quelconque sur un plan parallèle au cercle du méridien et des limites de ses heures de temps, sans employer ni azimut ni distance.	<i>Ibid.</i>
CHAP. XVIII. Construction des heures égales sur un plan parallèle au cercle du premier vertical, sans employer ni azimut ni autre parallèle que celui du Bélier.	562
CHAP. XIX. Construction d'un parallèle quelconque dans un plan parallèle au cercle du premier vertical, et des limites de ses heures de temps sans employer aucun azimut.	565
CHAP. XX. Construction des limites des heures égales sur un plan parallèle à un vertical déclinant, sans employer d'autres parallèles ni d'autres azimuts que le parallèle du Bélier et ses azimuts.	566
Table de distances des heures du commencement du Bélier sur la face occidentale, avec l'ombre du pôle.	569
CHAP. XXI. Construction des limites des heures égales sur les plans inclinés qui n'ont pas de déclinaison à l'égard de la méridienne, sans employer de parallèles ni d'azimuts autres que le parallèle du Bélier seulement.	<i>Ibid.</i>
Table.	571
CHAP. XXII. Construction des limites des heures égales sur les plans dont il s'agit dans le chapitre précédent, sans employer d'autres parallèles ni d'autres azimuts que le parallèle du Bélier et ses azimuts seulement.	<i>Ibid.</i>
CHAP. XXIII. Construction des limites des heures égales sur les plans inclinés qui n'ont pas de déclinaison à l'égard de la ligne d'est et ouest, sans employer d'autres parallèles ni d'autres azimuts que le parallèle du bélier seulement.	572

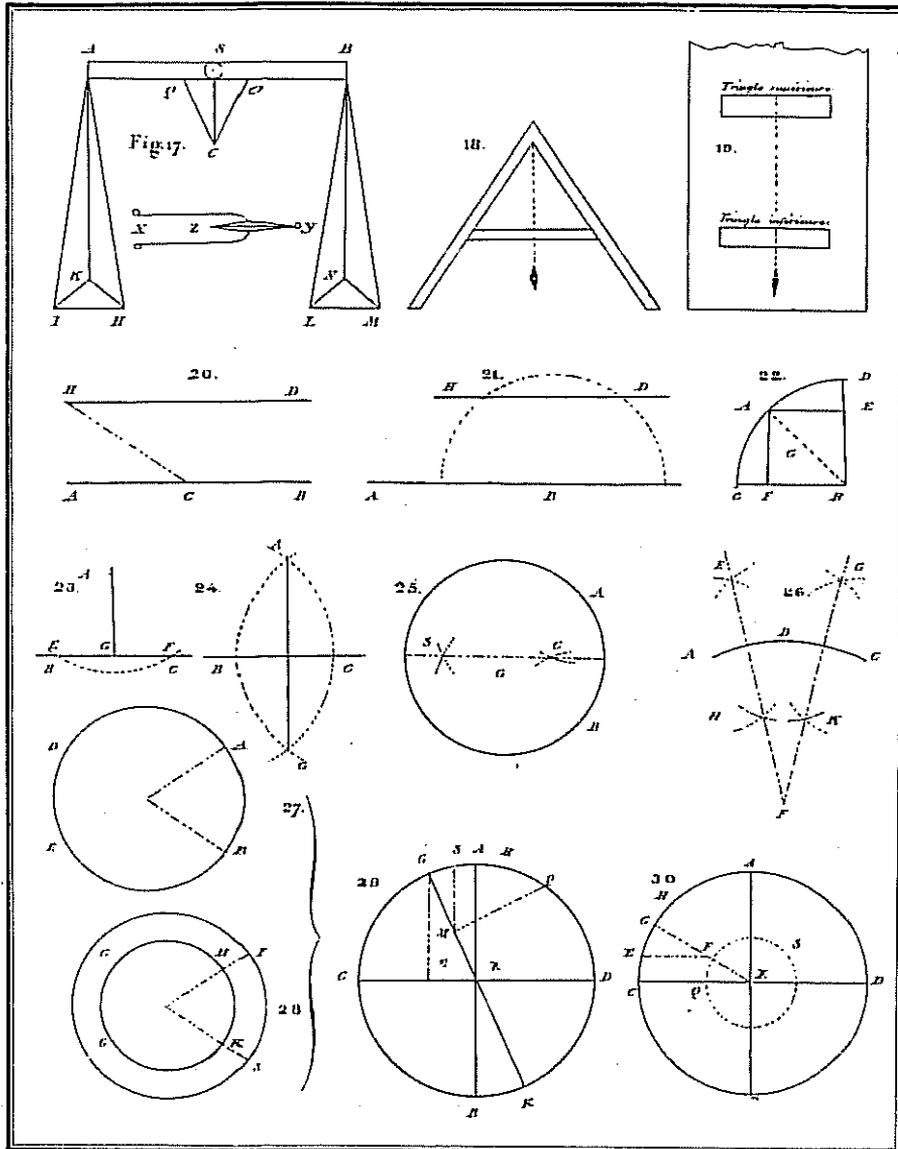
TABLE DES MATIERES.

629

	Pages
CHAP. XXIV. Construction des limites des heures égales sur des plans inclinés déclinant à l'égard de la méridienne et de la ligne d'est et ouest.	573
CHAP. XXV. Déterminer pour le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique la manière dont il est tracé [sur le plan de l'horizon] par [la ligne de] l'ombre, et si cette trace est un cercle, une ellipse, une parabole ou une hyperbole.	<i>Ibid.</i>
CHAP. XXVI. Détermination du paramètre du parallèle parabolique, en quelque lieu que ce soit.	574
CHAP. XXVII. Détermination du paramètre du parallèle hyperbolique et de son premier axe, en quelque lieu que ce soit.	575
CHAP. XXVIII. Détermination du paramètre et du premier axe d'un parallèle elliptique à quelque latitude que ce soit.	578
CHAP. XXIX. Construire le parallèle de quelque point de l'écliptique que ce soit dans un lieu quelconque, sans employer ni azimuts, ni parallèles, ni d'autre ombre que celle du midi vrai seulement.	580
CHAP. XXX. Comment on trace les heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à l'horizon.	586
Table.	589
CHAP. XXXI. Du tracé des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au méridien.	590
Table.	593
CHAP. XXXII. Du tracé des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au cercle du premier vertical.	<i>Ibid.</i>
Table.	596
CHAP. XXXIII. Du tracé des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un plan incliné sans déclinaison à l'égard du premier vertical.	597
CHAP. XXXIV. Du tracé des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un plan incliné sans déclinaison à l'égard du méridien.	601

	Page
CHAP. XXXV. Du tracé des heures sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un plan incliné déclinant à l'égard du méridien et du premier vertical.....	<i>Ibid.</i>
CHAP. XXXVI. Du tracé des heures sur la surface convexe d'un cône perpendiculaire à l'horizon.....	602
CHAP. XXXVII. Du tracé des heures sur la surface concave d'une demi-sphère posée sur l'horizon de manière que son grand cercle soit horizontal.....	603
CHAP. XXXVIII. Du tracé des heures sur la surface concave d'une demi-sphère dont le grand cercle est parallèle au méridien...	605
CHAP. XXXIX. Du tracé des heures sur la surface concave d'une demi-sphère dont [le grand] cercle est parallèle au premier vertical.....	606
CHAP. XL. Exposé de ceux [des cadrans] dont il est question dans dans ce [troisième] livre dont on peut se servir sur tous les horizons.....	607
CHAP. XLI. Des instruments composés des plans qui ont été décrits précédemment.....	609
CHAP. XLII. Déterminer 1° la latitude d'un lieu d'après les heures de ce lieu tracées par l'une des constructions exposées dans ce troisième livre ; 2° la grandeur des gnomons des heures mentionnés dans ce même livre.....	612





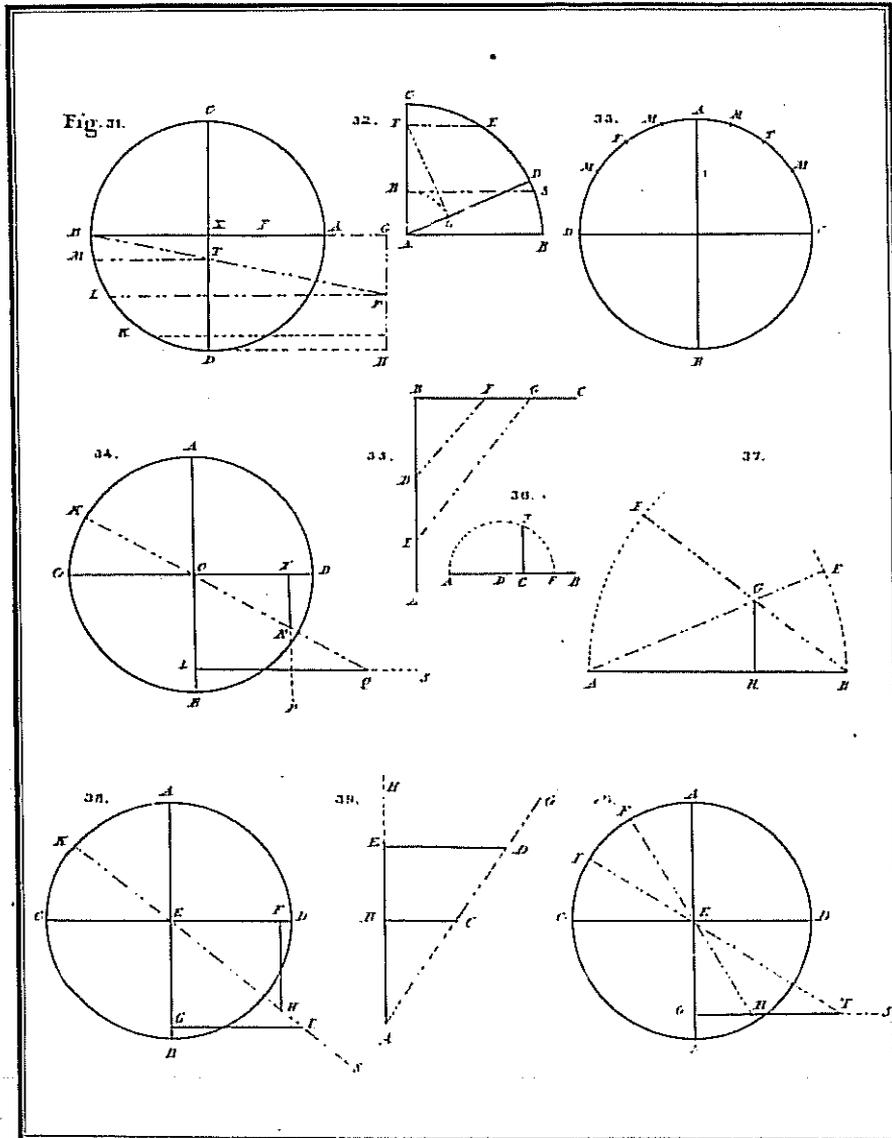
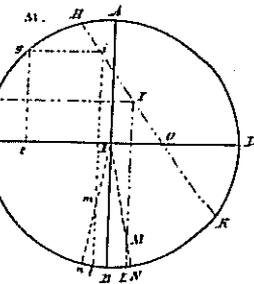
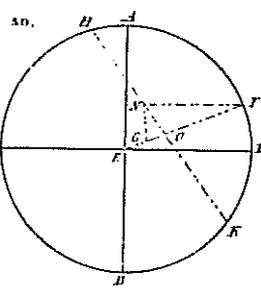
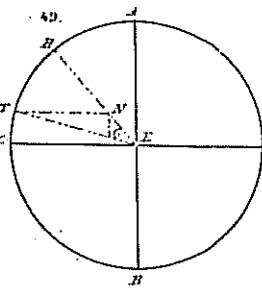
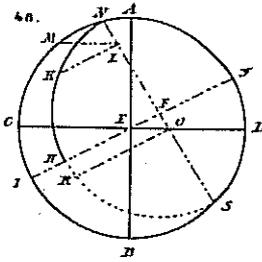
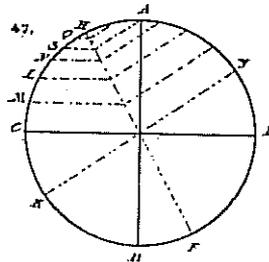
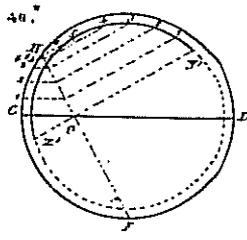
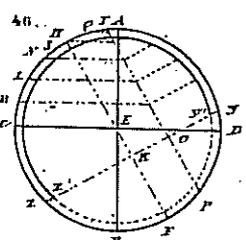
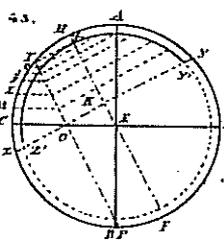
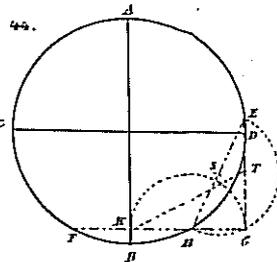
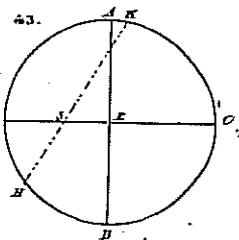
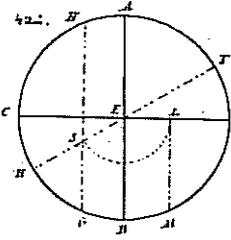
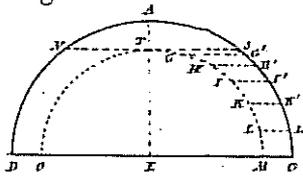
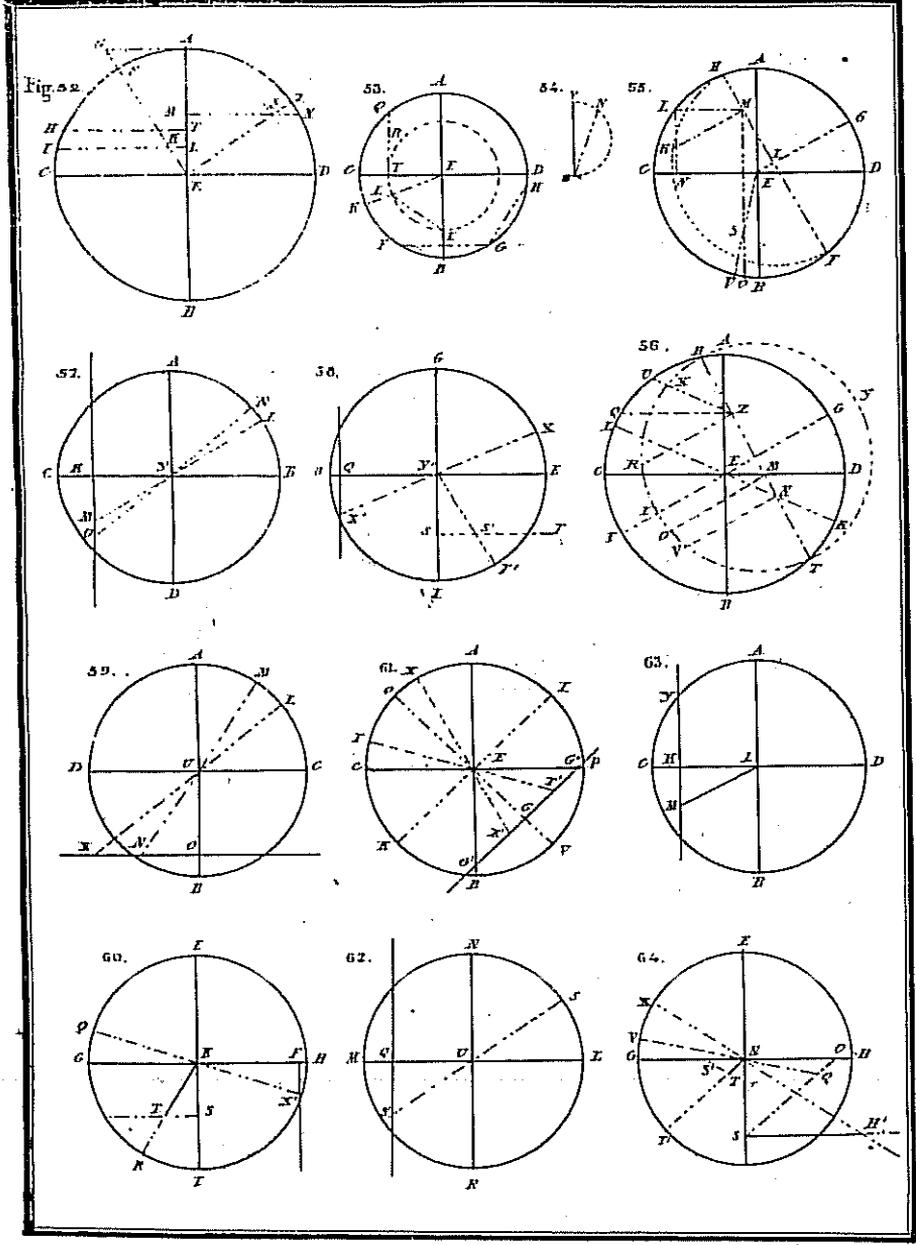
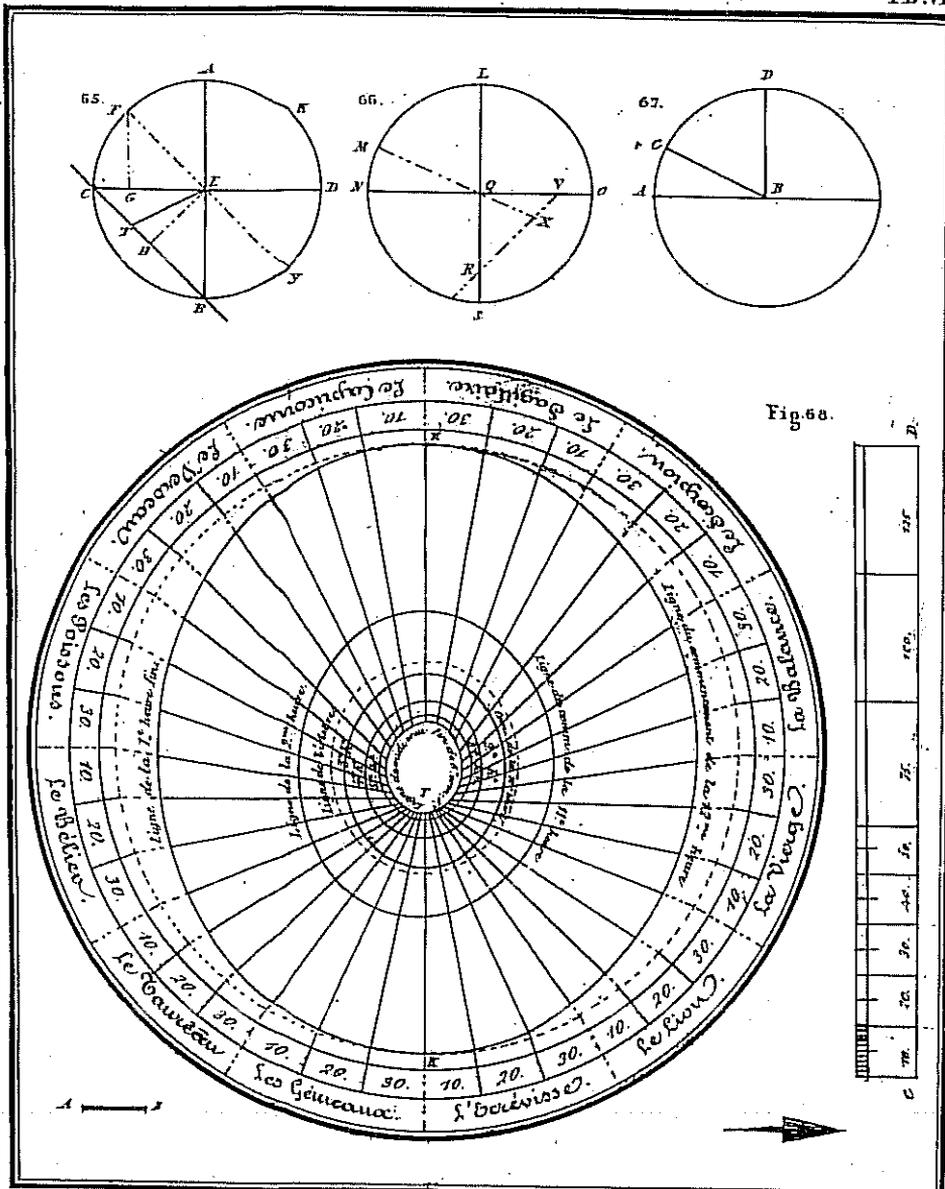


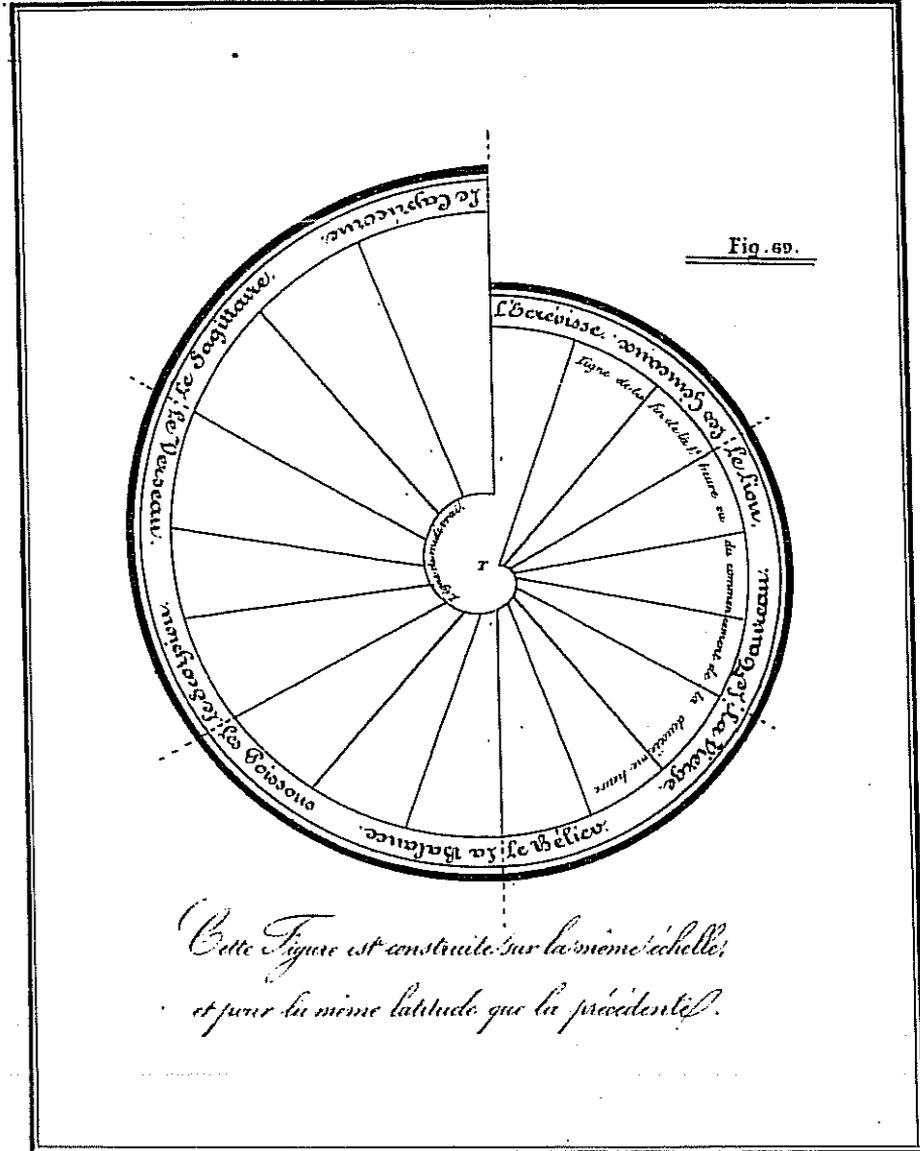
Fig. 41.







J. B. de la Roche



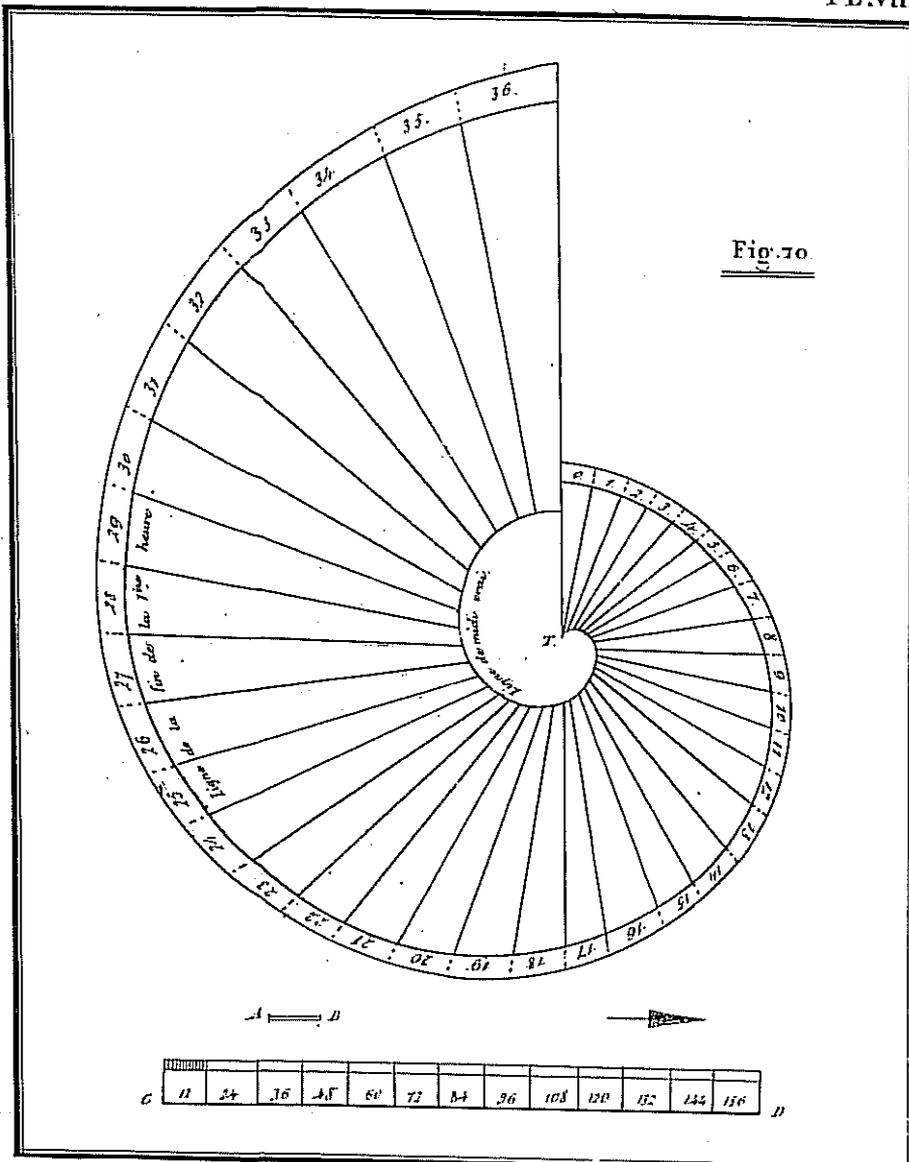
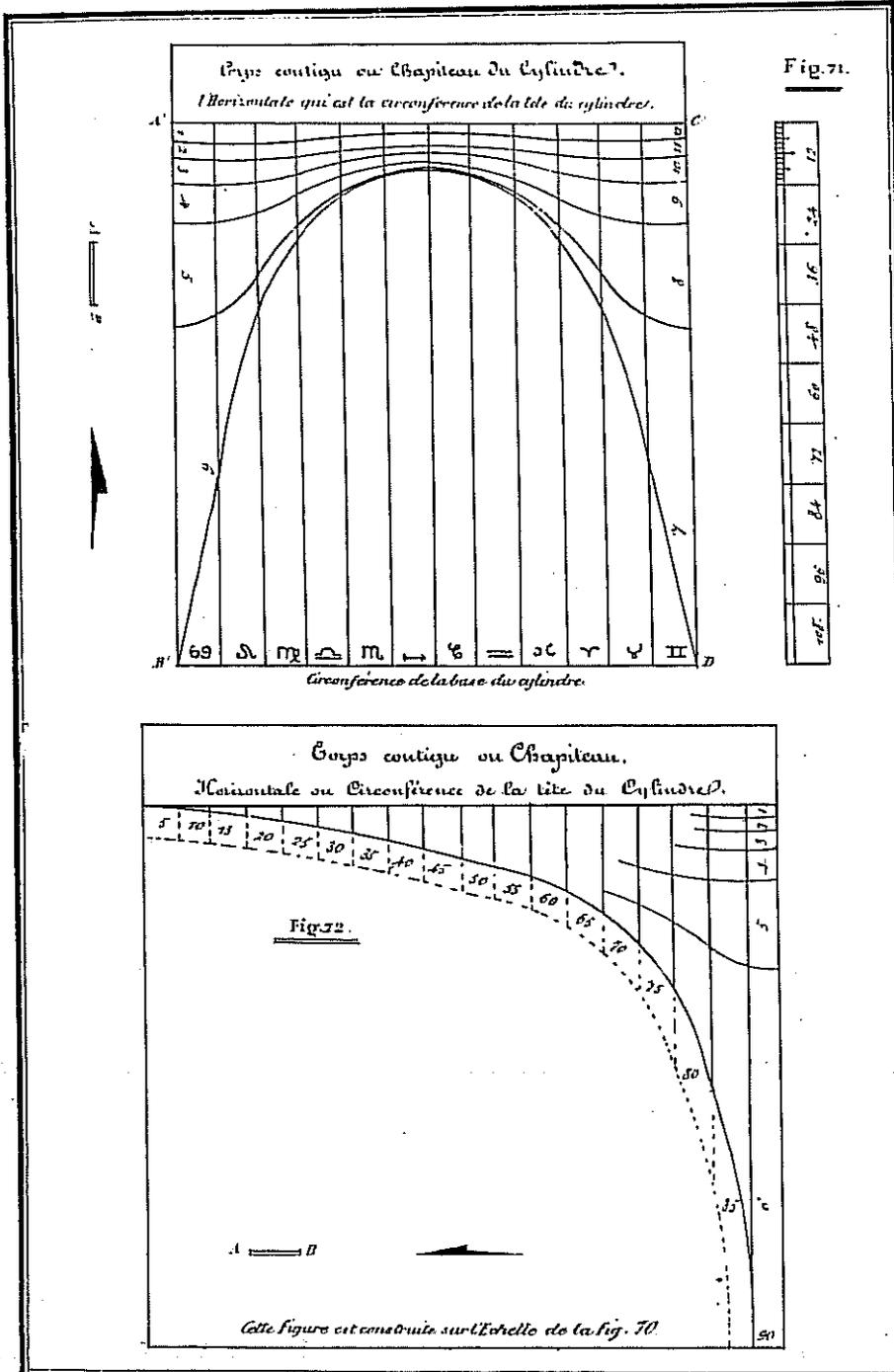
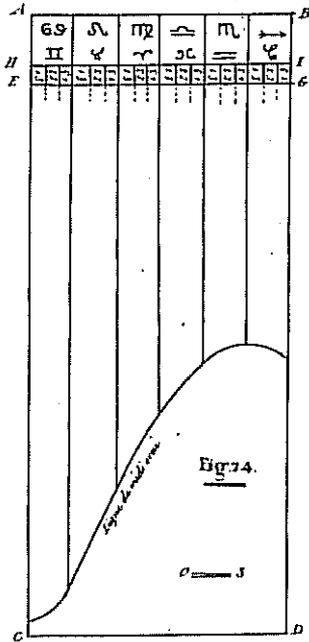
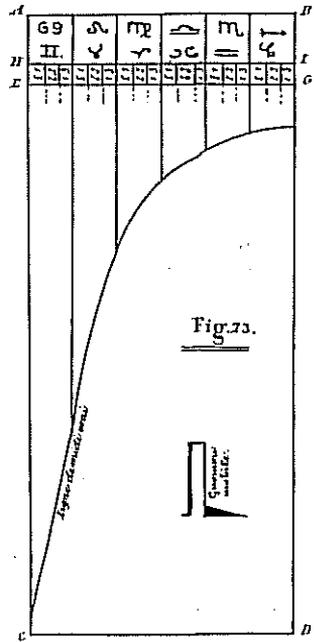


Fig. 10.



Échelle I. Houdon et Danquhauser.



C'est elle de ces deux Figures est celle PL. IX. Fig. 71.

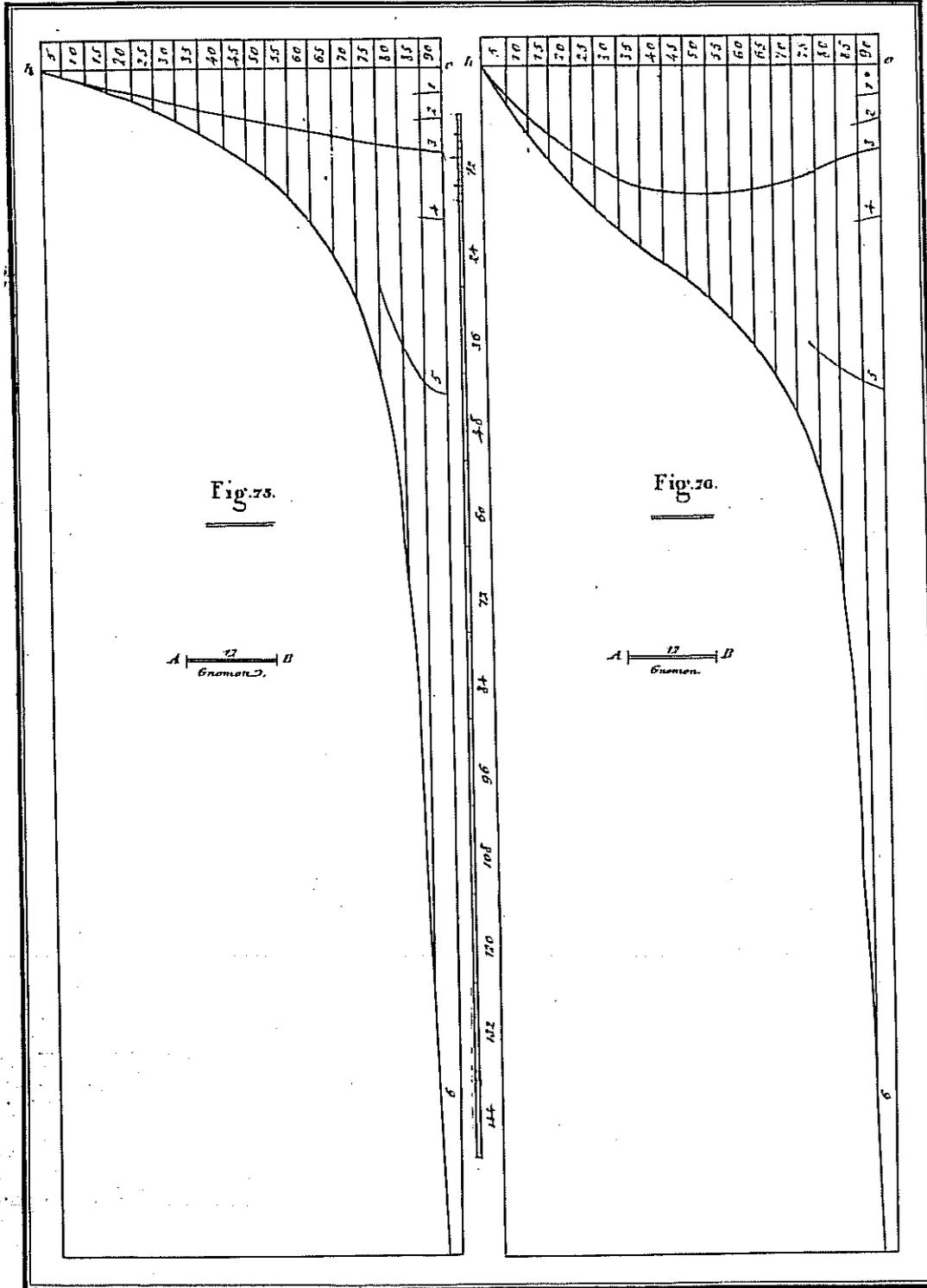


Fig. 77.

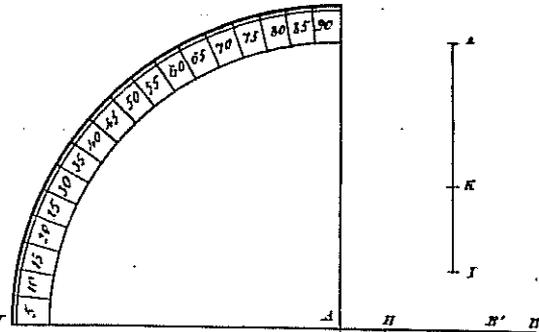
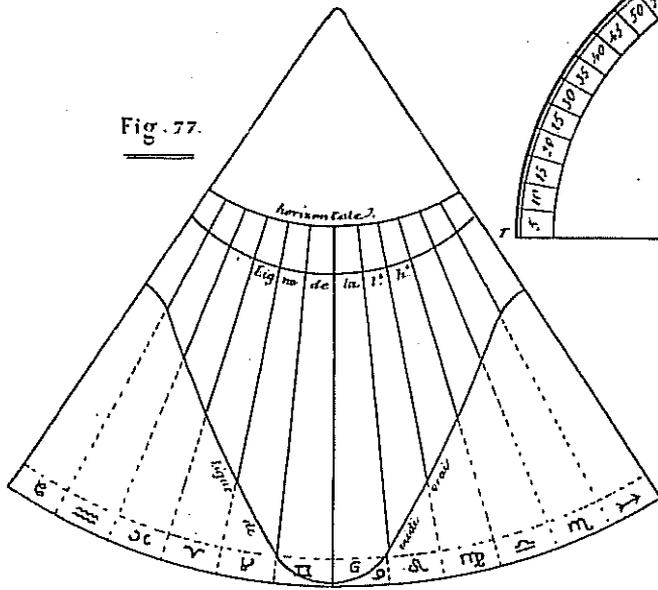


Fig. 78.

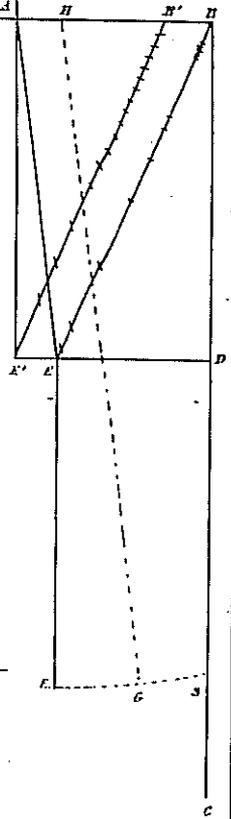
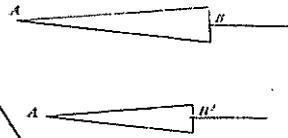
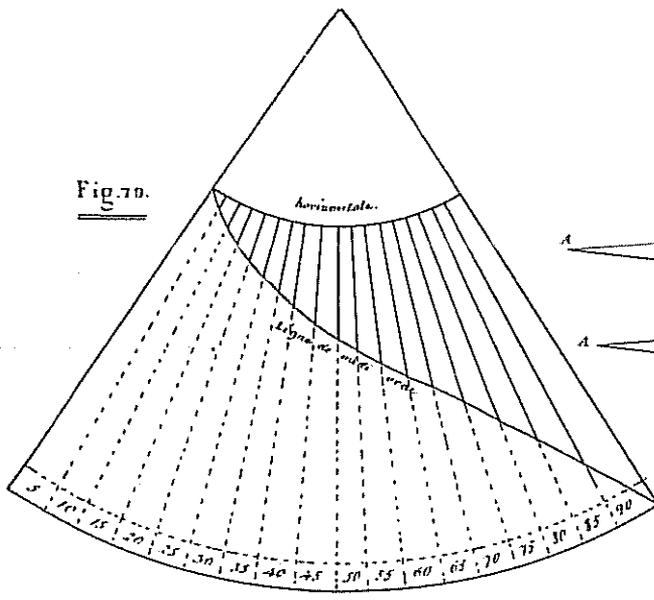


Fig. 79.



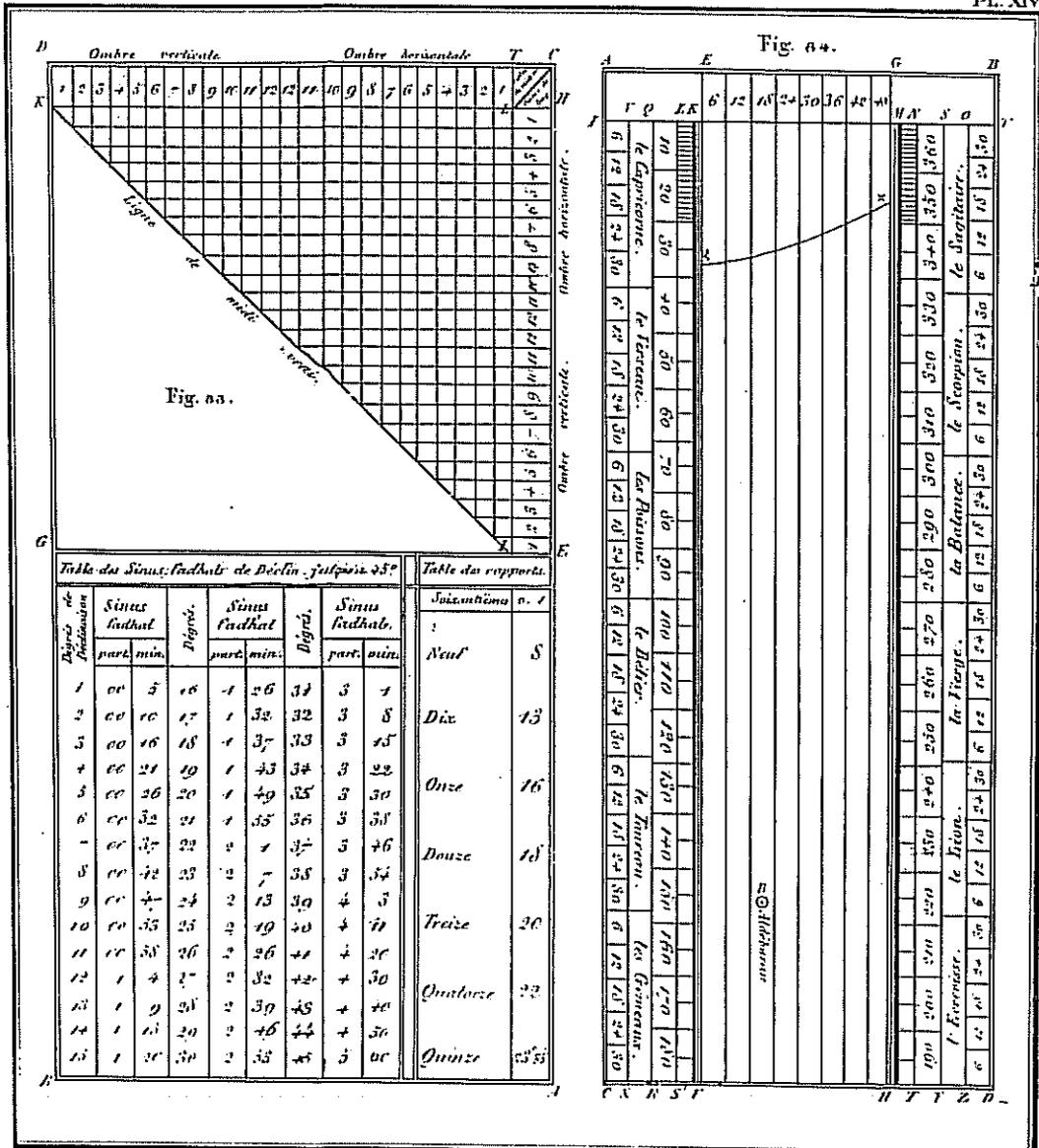


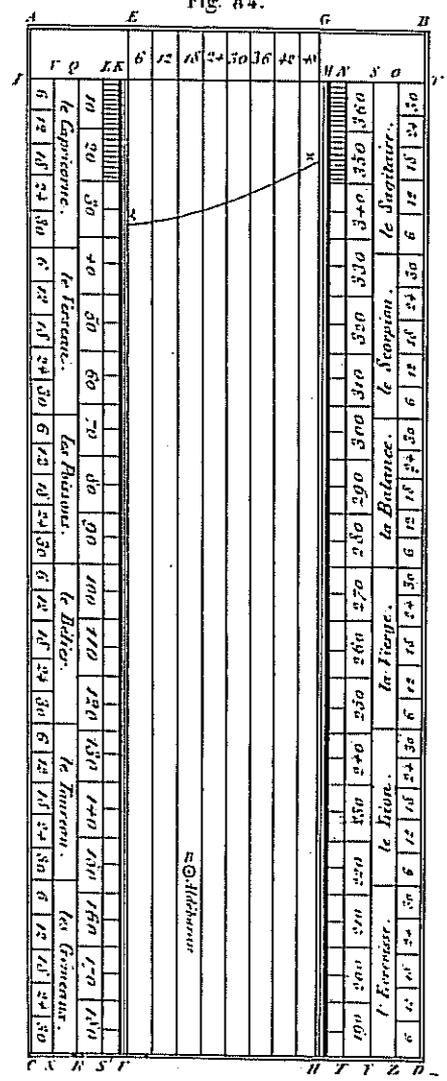
Table des Sinus, Cosinus de Berlin, l'élévation 55°

Degrés de l'élévation	Sinus l'archit.		Degrés	Sinus l'archit.		Degrés	Sinus l'archit.	
	part.	min.		part.	min.		part.	min.
1	00	5	16	1	26	31	3	1
2	00	10	17	1	32	32	3	8
3	00	16	18	1	37	33	3	15
4	00	21	19	1	43	34	3	22
5	00	26	20	1	49	35	3	30
6	00	32	21	1	55	36	3	38
7	00	37	22	1	1	37	3	46
8	00	42	23	1	7	38	3	54
9	00	47	24	1	13	39	4	1
10	00	53	25	1	19	40	4	9
11	00	58	26	1	26	41	4	17
12	1	4	27	1	32	42	4	25
13	1	9	28	1	39	43	4	33
14	1	15	29	1	46	44	4	41
15	1	20	30	1	53	45	4	49

Table des rapports

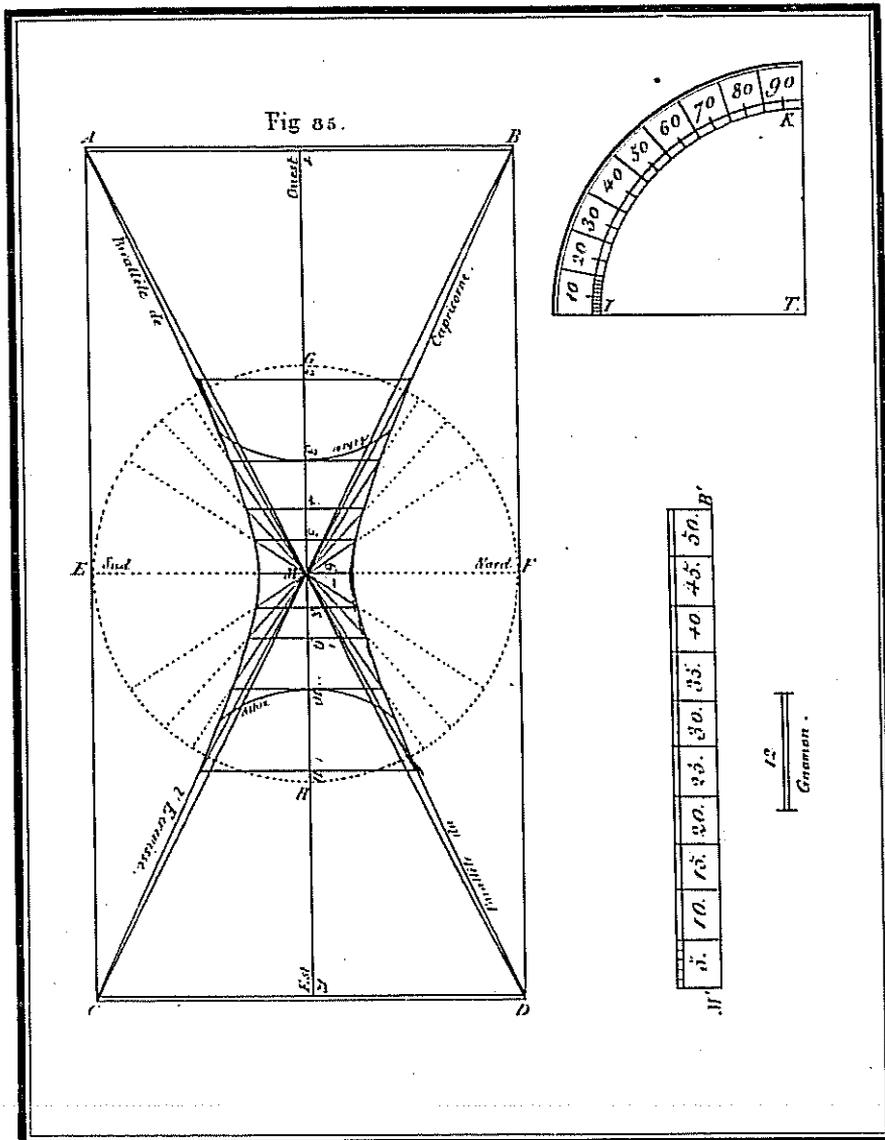
Saisonniers n. 1	
Neuf	8
Dix	13
Onze	16
Douze	18
Treize	20
Quatorze	22
Quinze	25

Fig. 64.



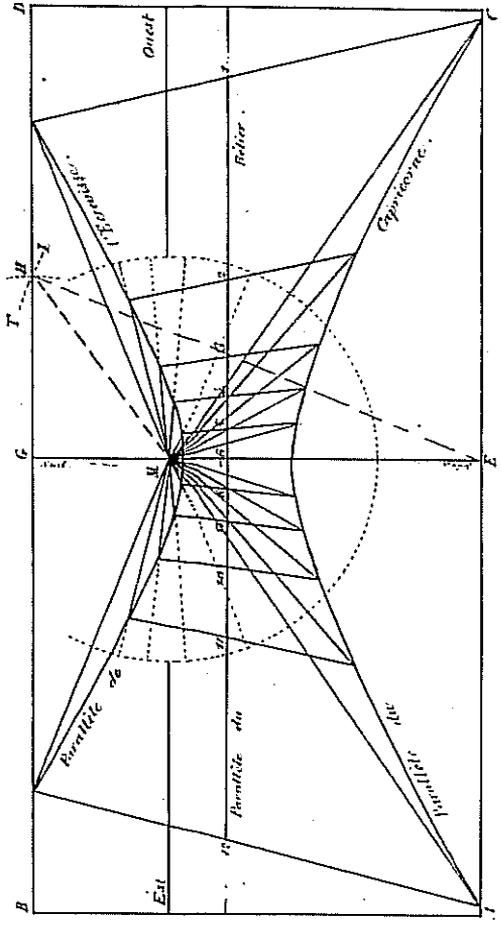
100 de L. Erdling

Fig 85.



Ant. de Broussin

Fig. 86.



Tablette des Ombres horizontales :

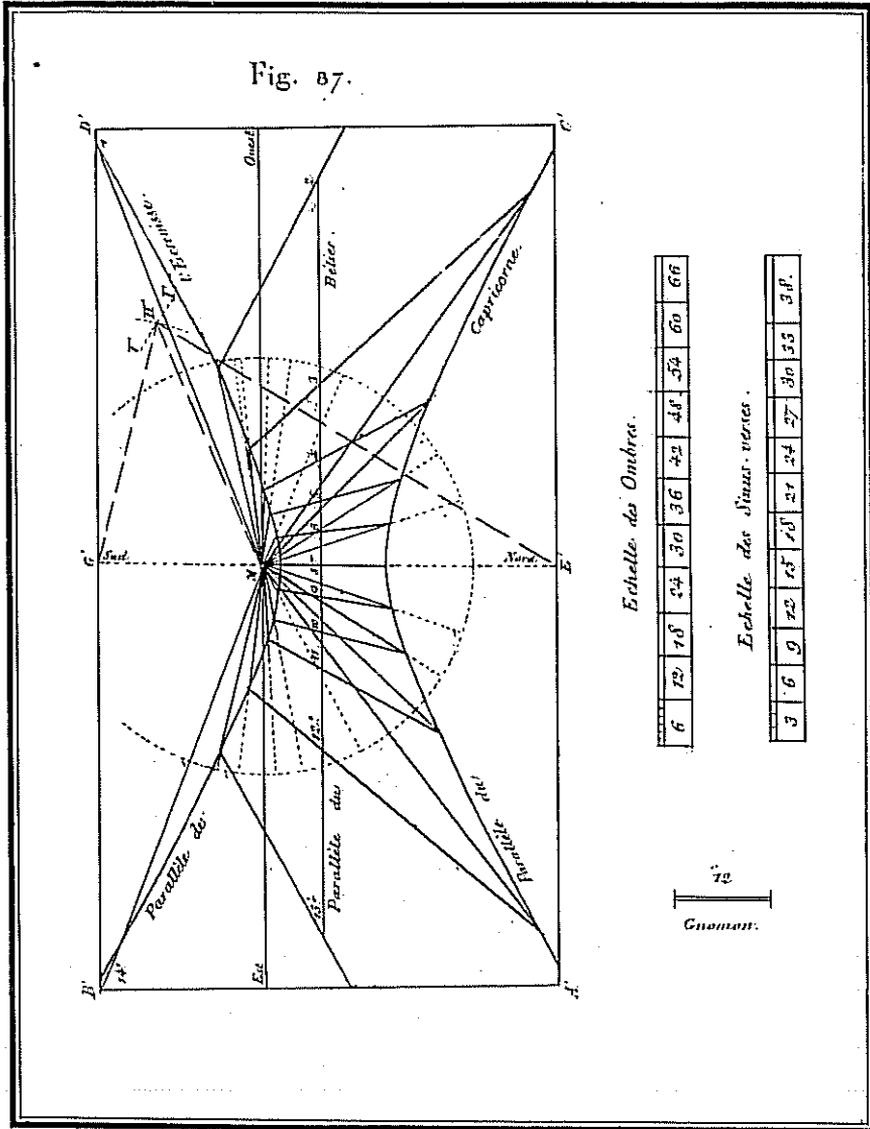
10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tablette des Sinus versés :

6	12	18	24	30	36	42
---	----	----	----	----	----	----

12
Cenimètres

Fig. 87.



Echelle des Ombres.

6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Echelle des Sinus versés.

3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

72
Gnomon.

Ed. de l'Imprimerie.

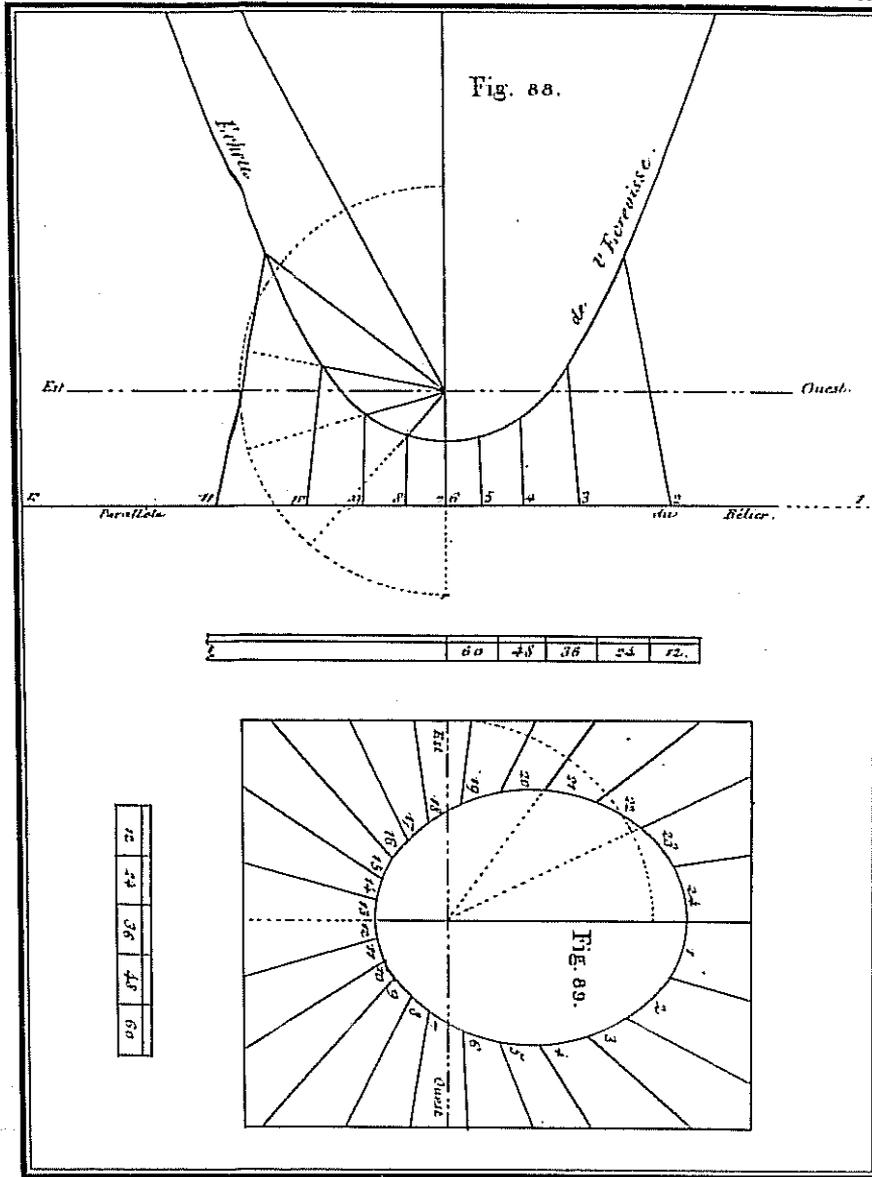


Fig. 00.

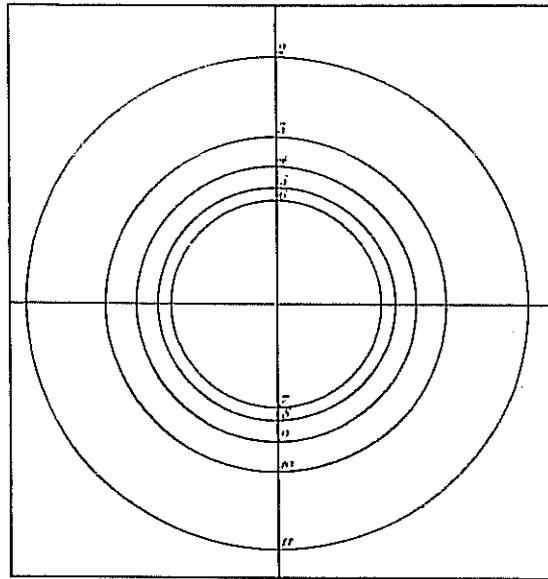
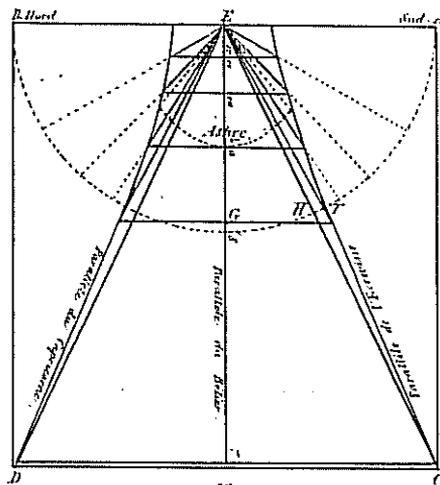


Fig. 01.



5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Fig. 92.

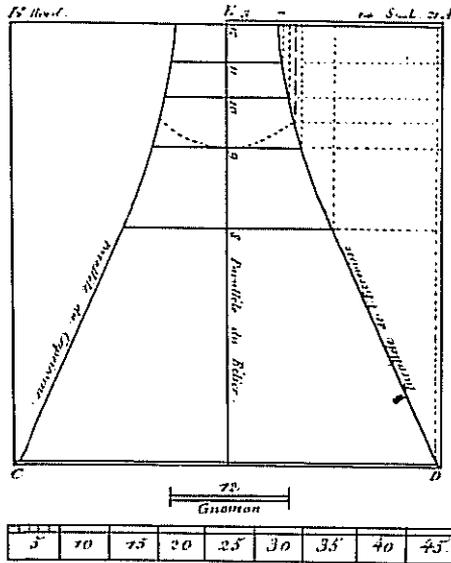
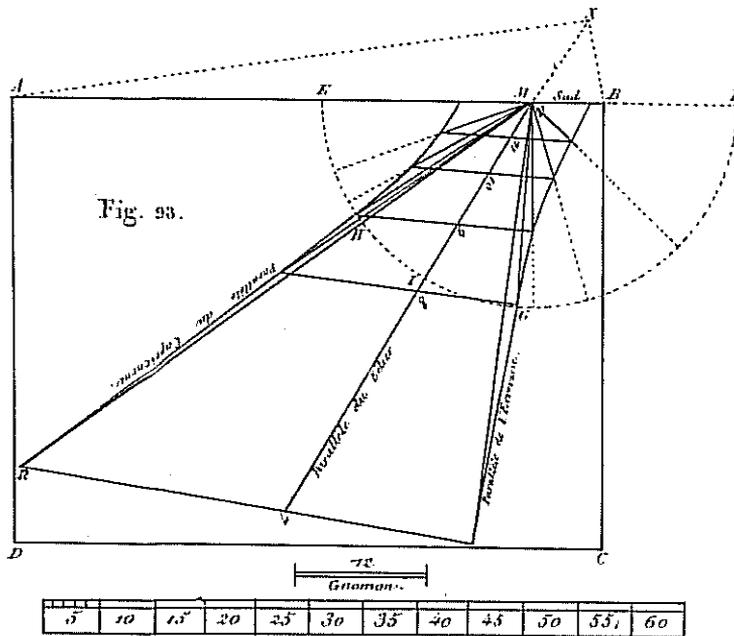


Fig. 93.



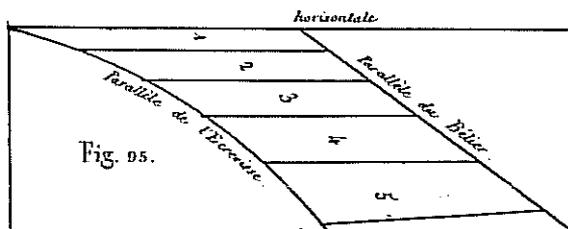


Fig. 95.

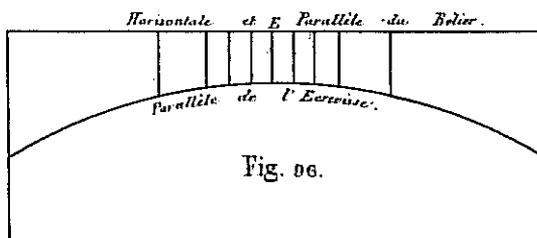


Fig. 96.

E. centres du Gnomon.

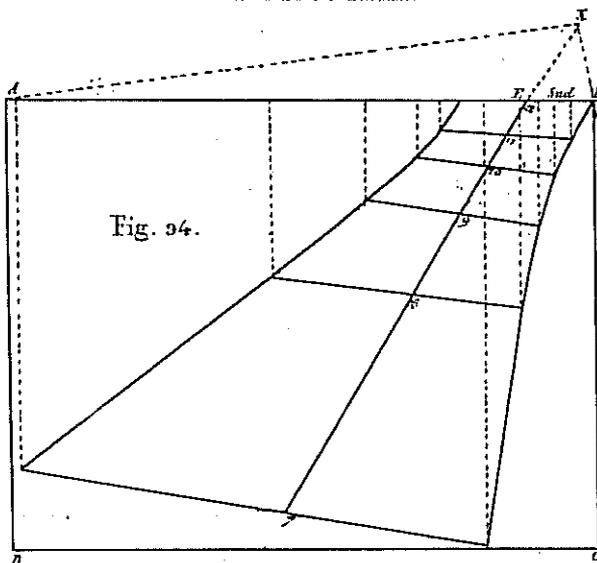


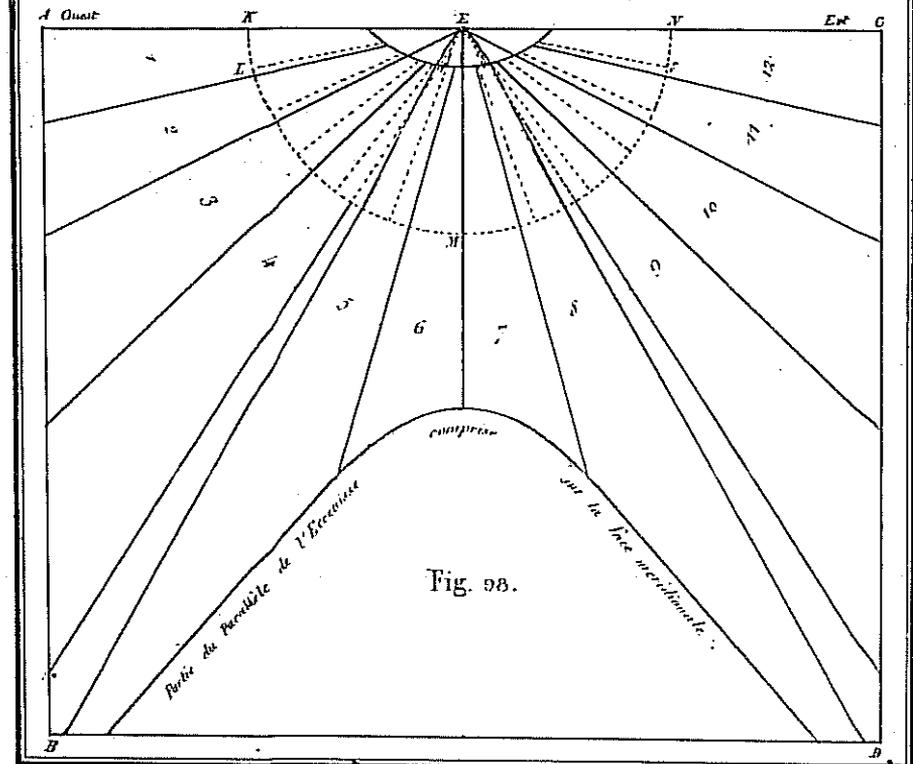
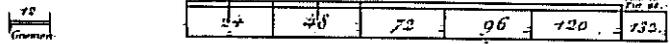
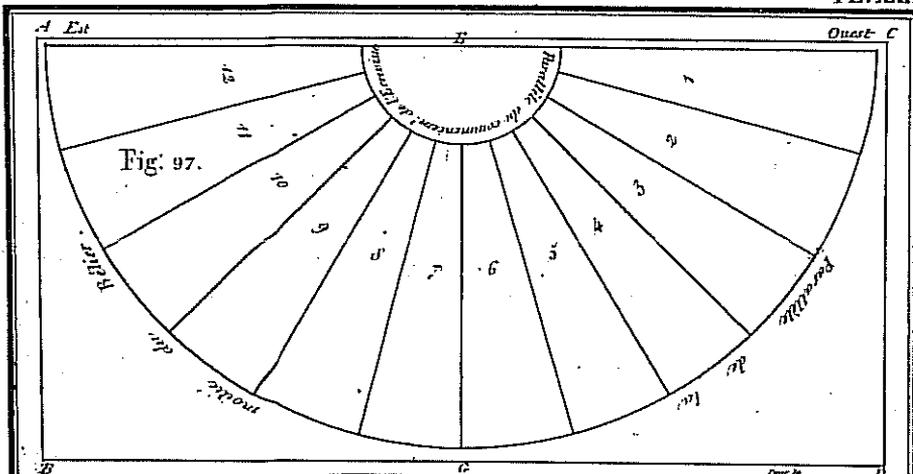
Fig. 94.

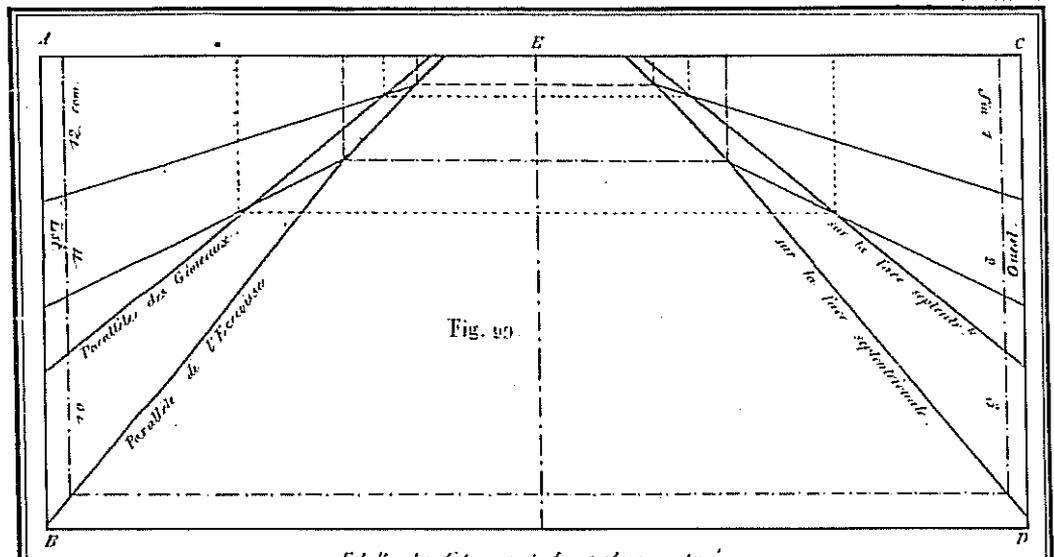
Echelle des Sinus versés.

6	12	18	24	30	36	42	48
---	----	----	----	----	----	----	----

Echelle des Ombres employées.

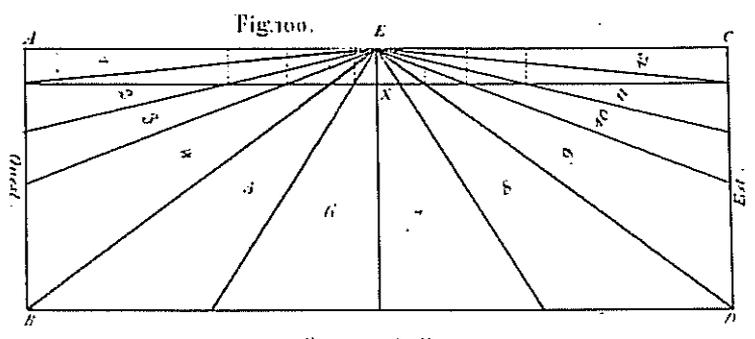
6	12	18	24	30	36	42	48
---	----	----	----	----	----	----	----





Echelle des distances et des angles employés.

24	48	72	96	120	144
----	----	----	----	-----	-----



Echelle de la Fig. 100.

12	24	36	50
----	----	----	----

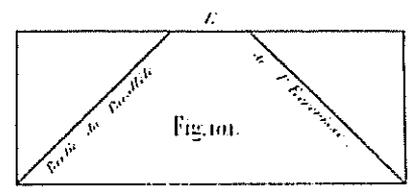


Fig. 102.

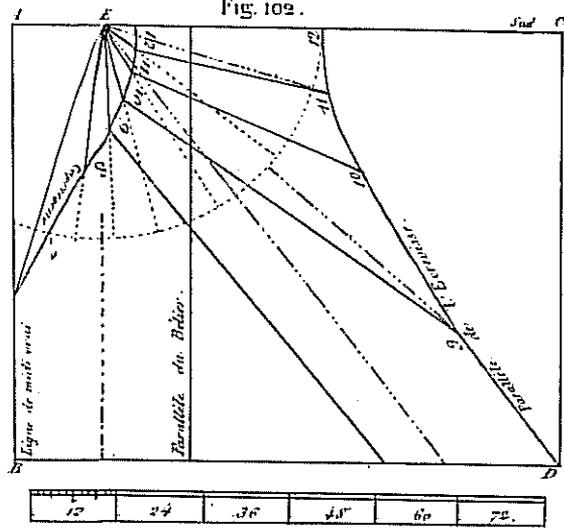


Fig. 103.

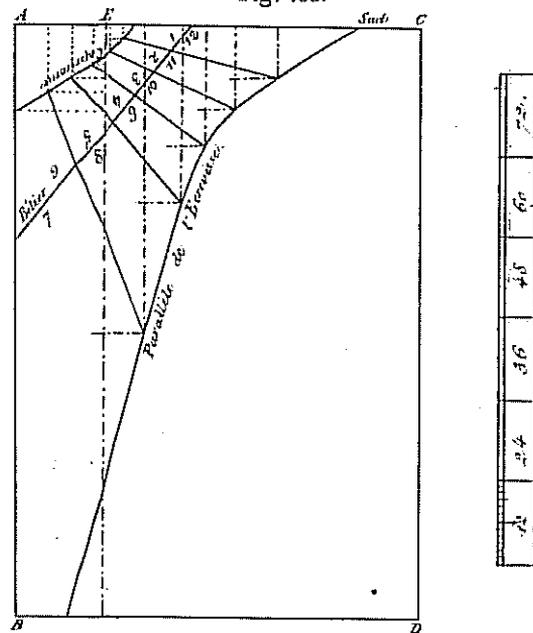


Fig. 104.

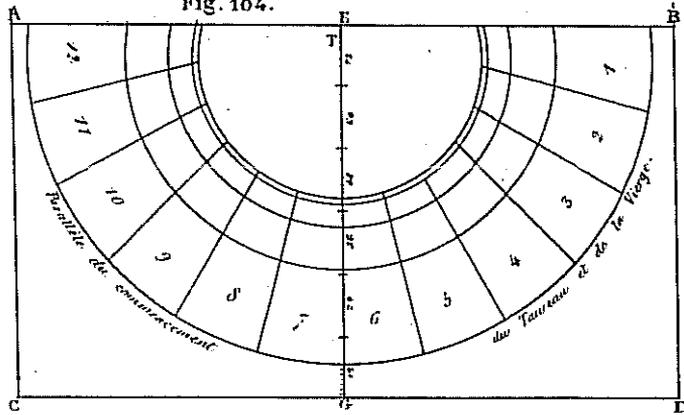


Fig. 105.

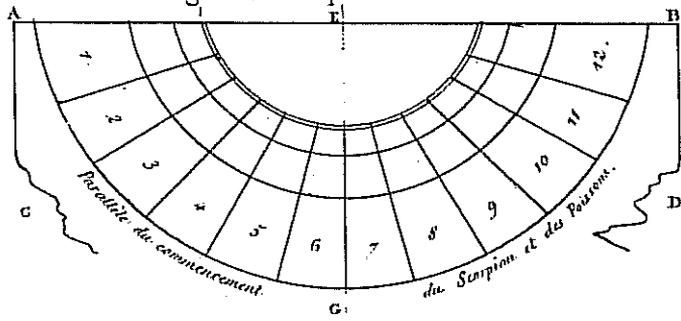
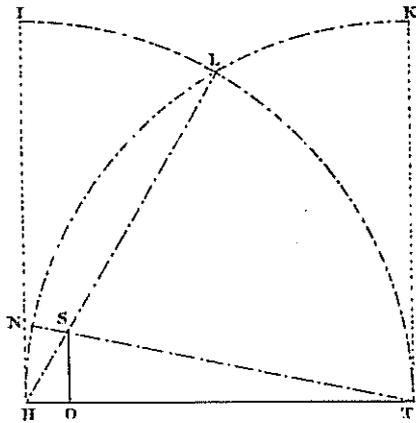
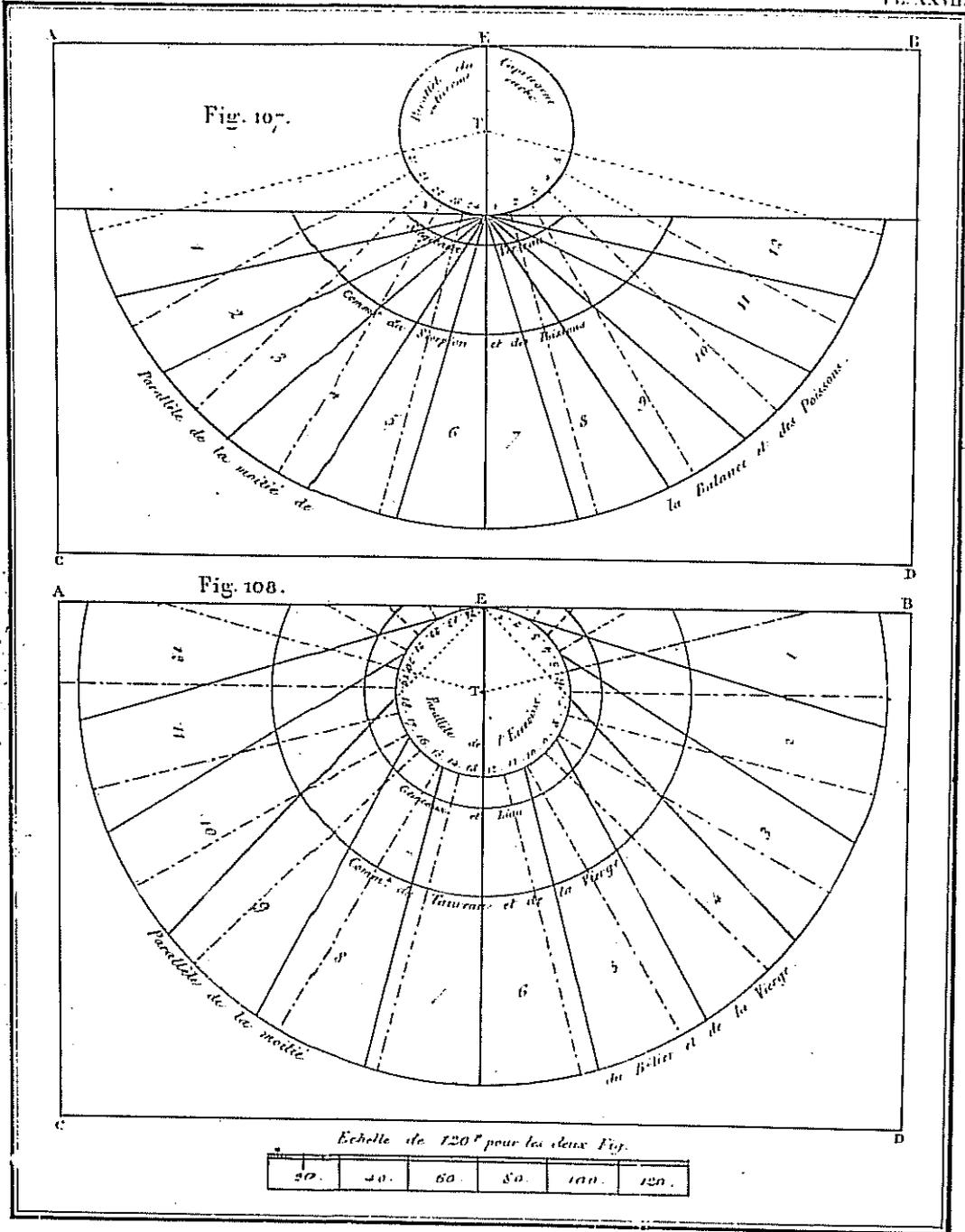
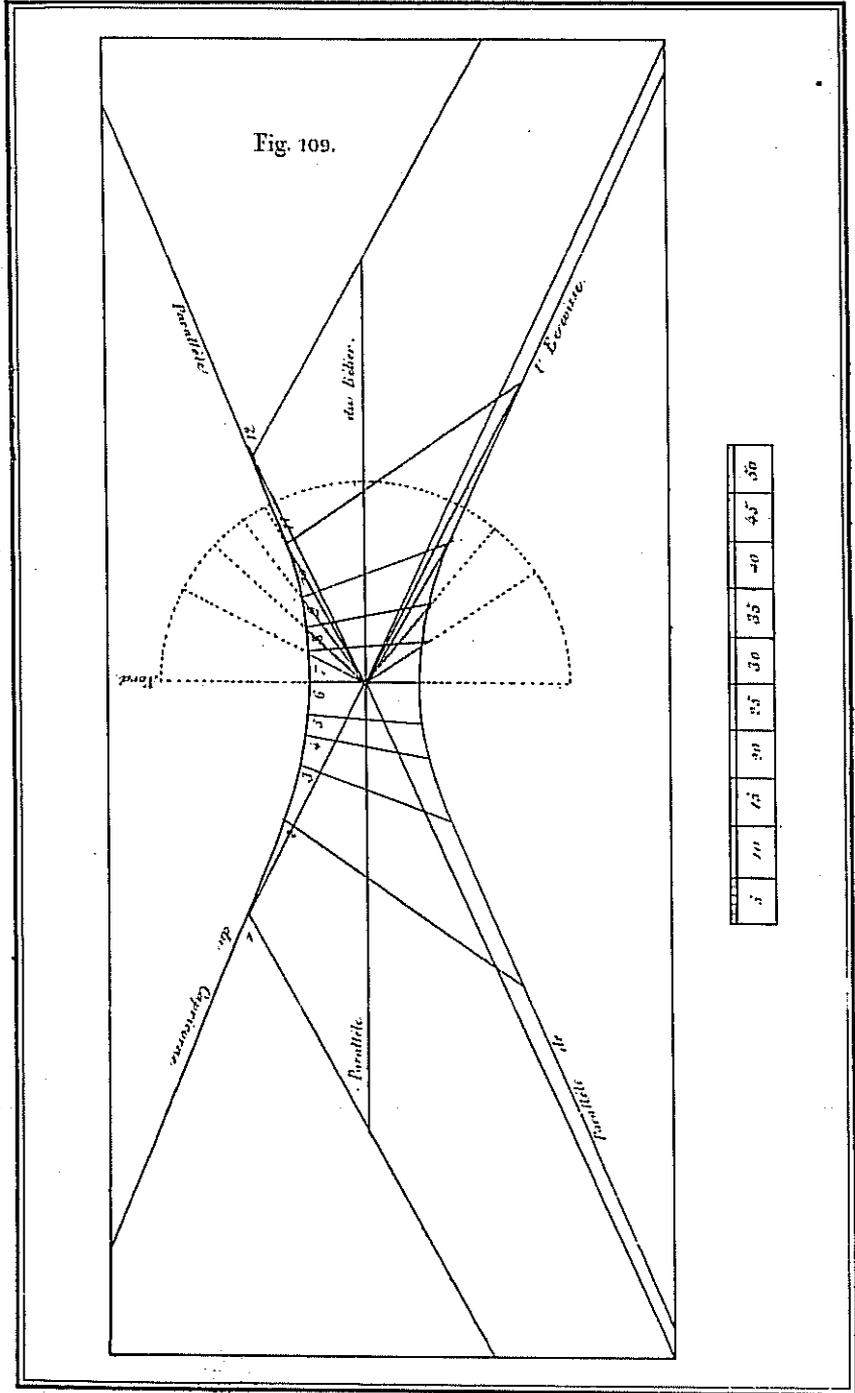
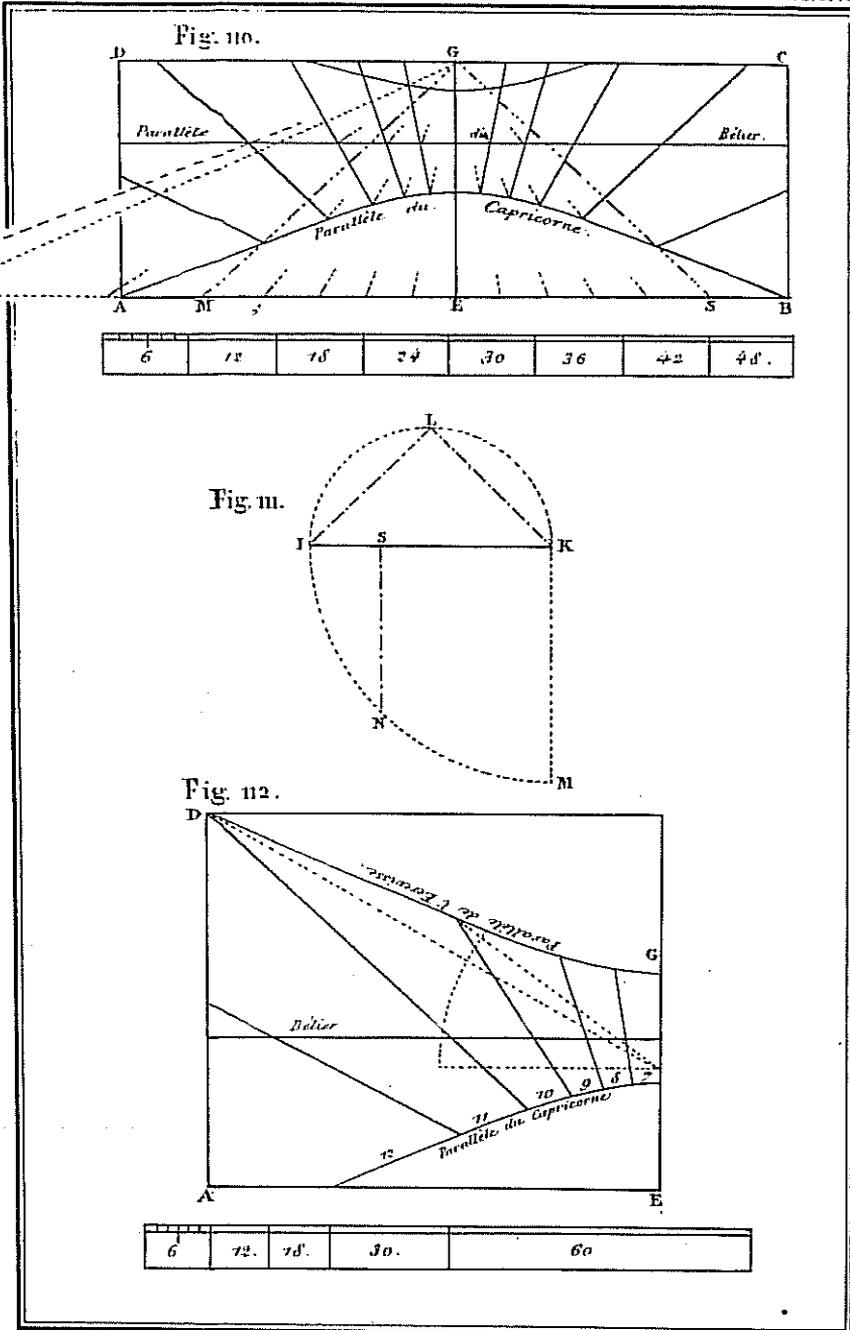


Fig. 106.









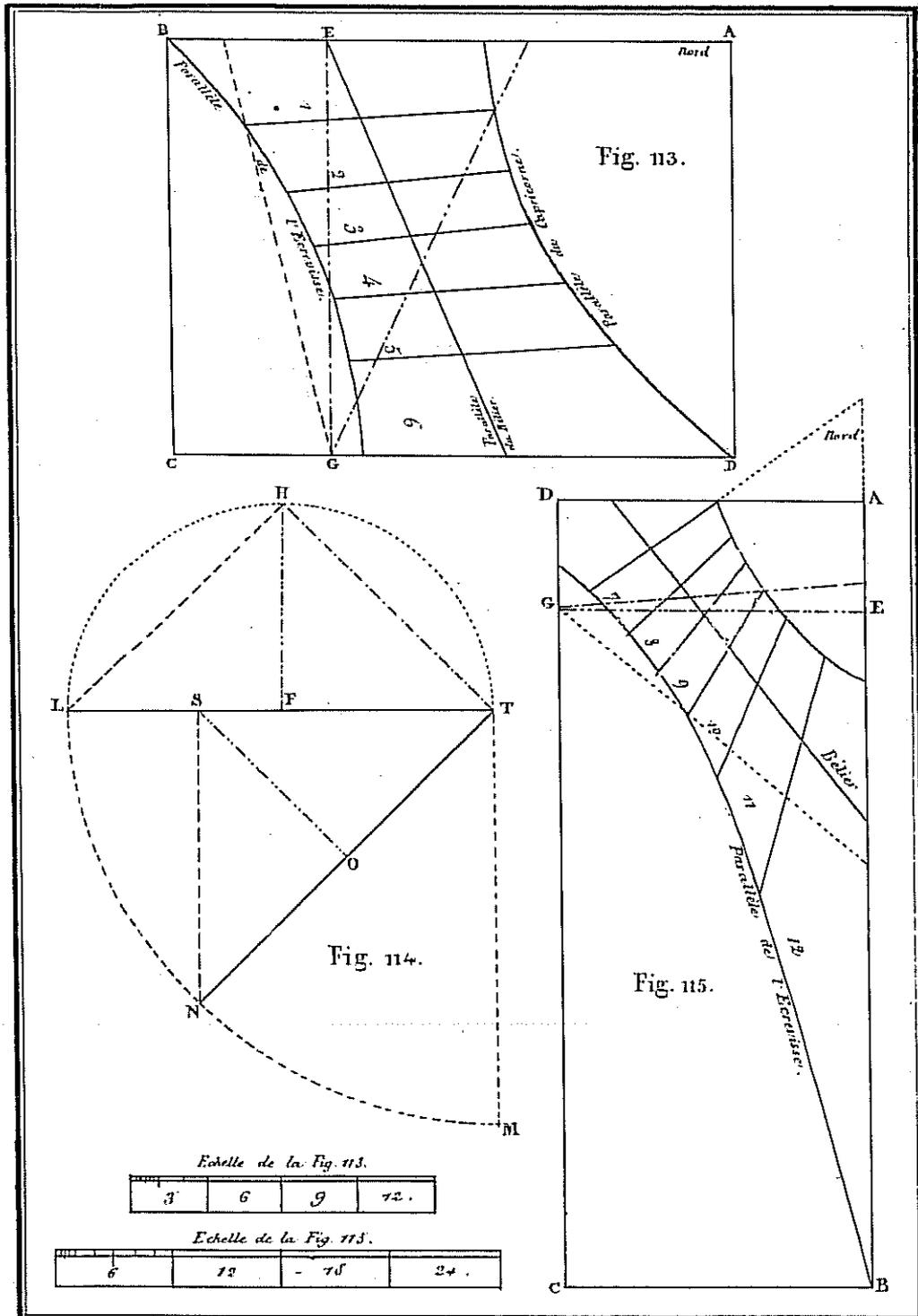


Fig. 116.

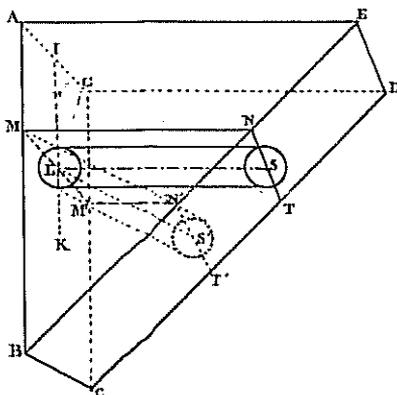
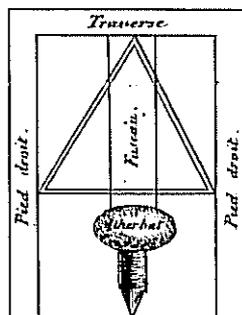


Fig. 116.



Tablette à percer
 (La ligne supérieure de ce rectangle doit représenter ABCD).

Fig. 116**



Fig. 116**

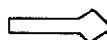
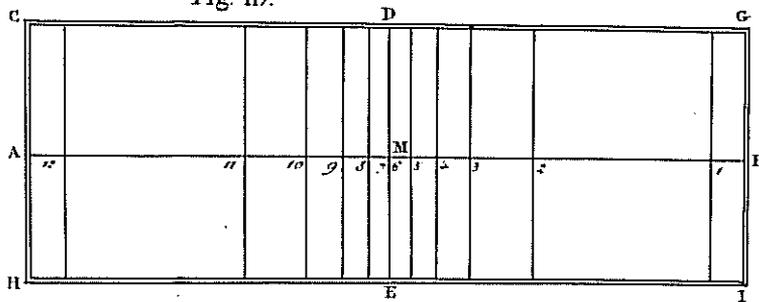


Fig. 117.



12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Echelle pour la Fig 117.

Fig. 118.

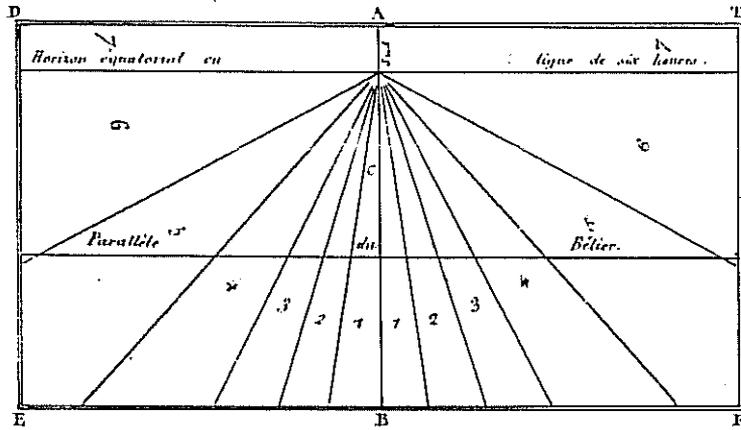
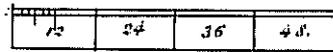
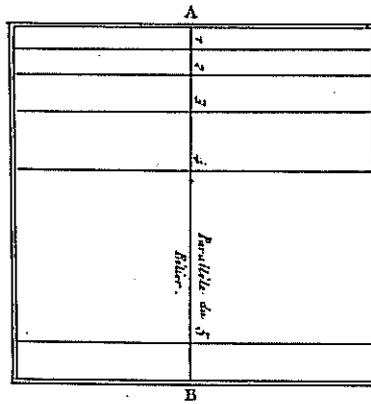
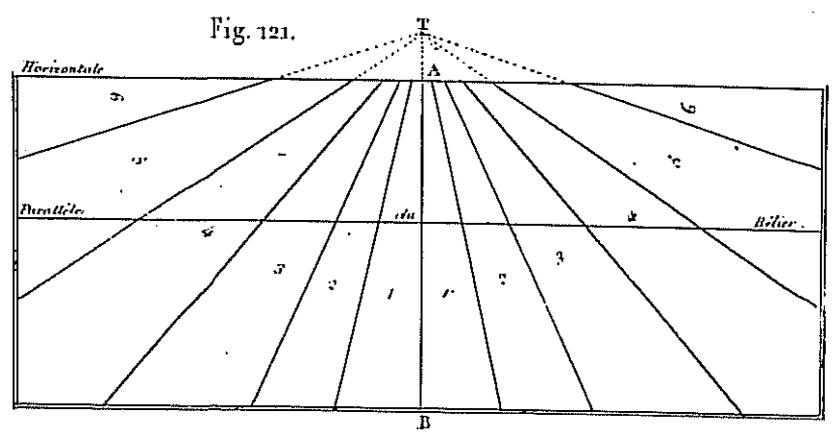
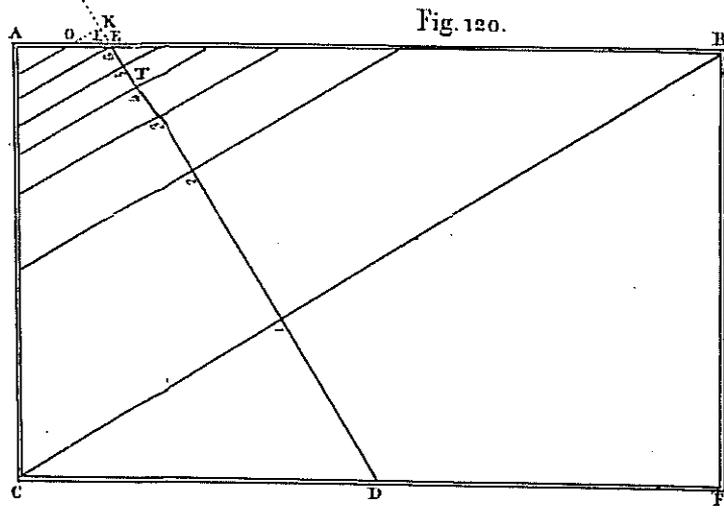


Fig. 119.



Echelle pour la Fig. 118 et 119.

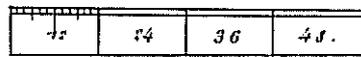
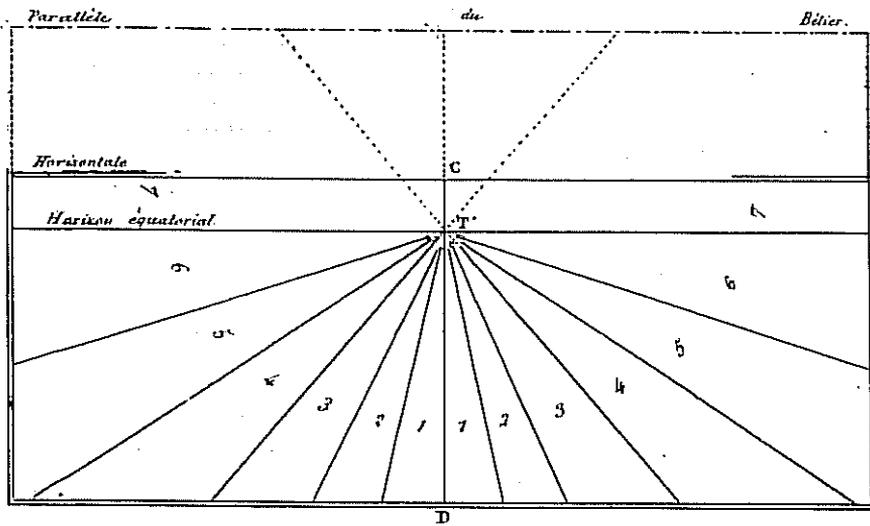


12	24	36	48
----	----	----	----

Echelle des Fig. 120 et 121.

Leth. de Nanteuil

Fig. 122.



Echelle de la Fig. 122.

Fig. 123.

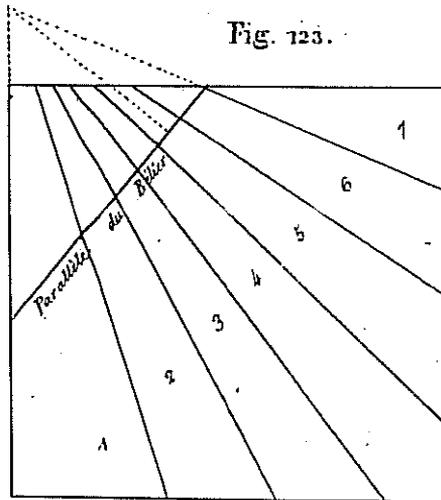


Fig. 123.

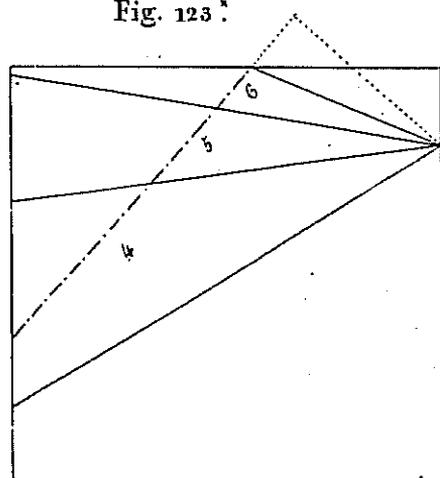


Fig. 124.

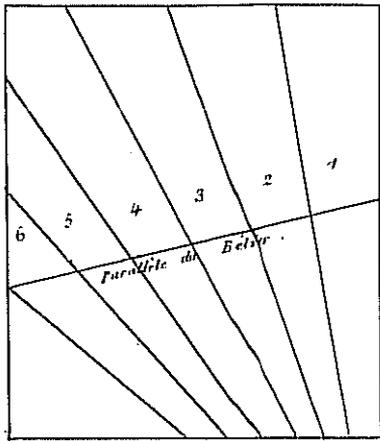


Fig. 125.

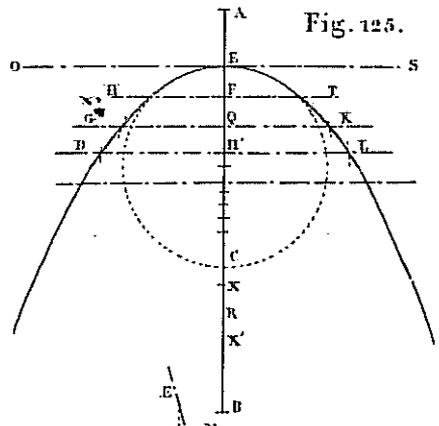


Fig. 126.

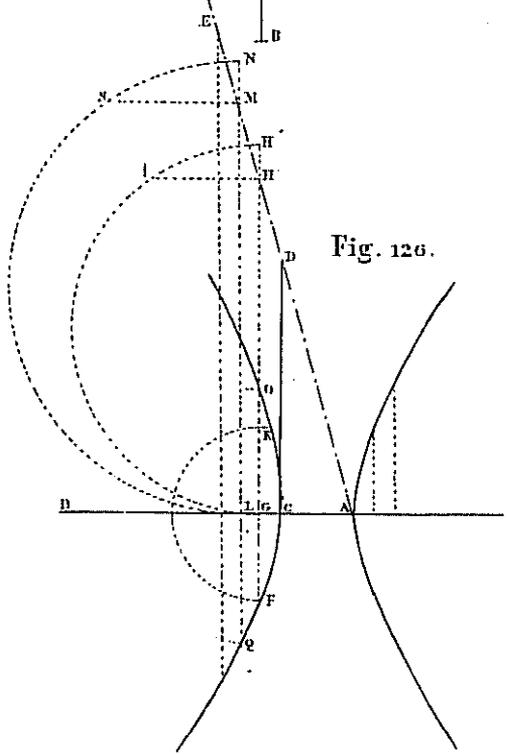
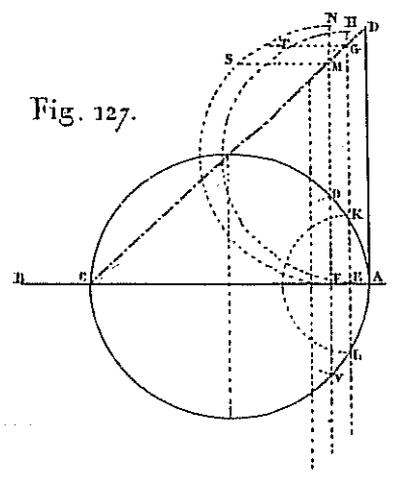


Fig. 127.



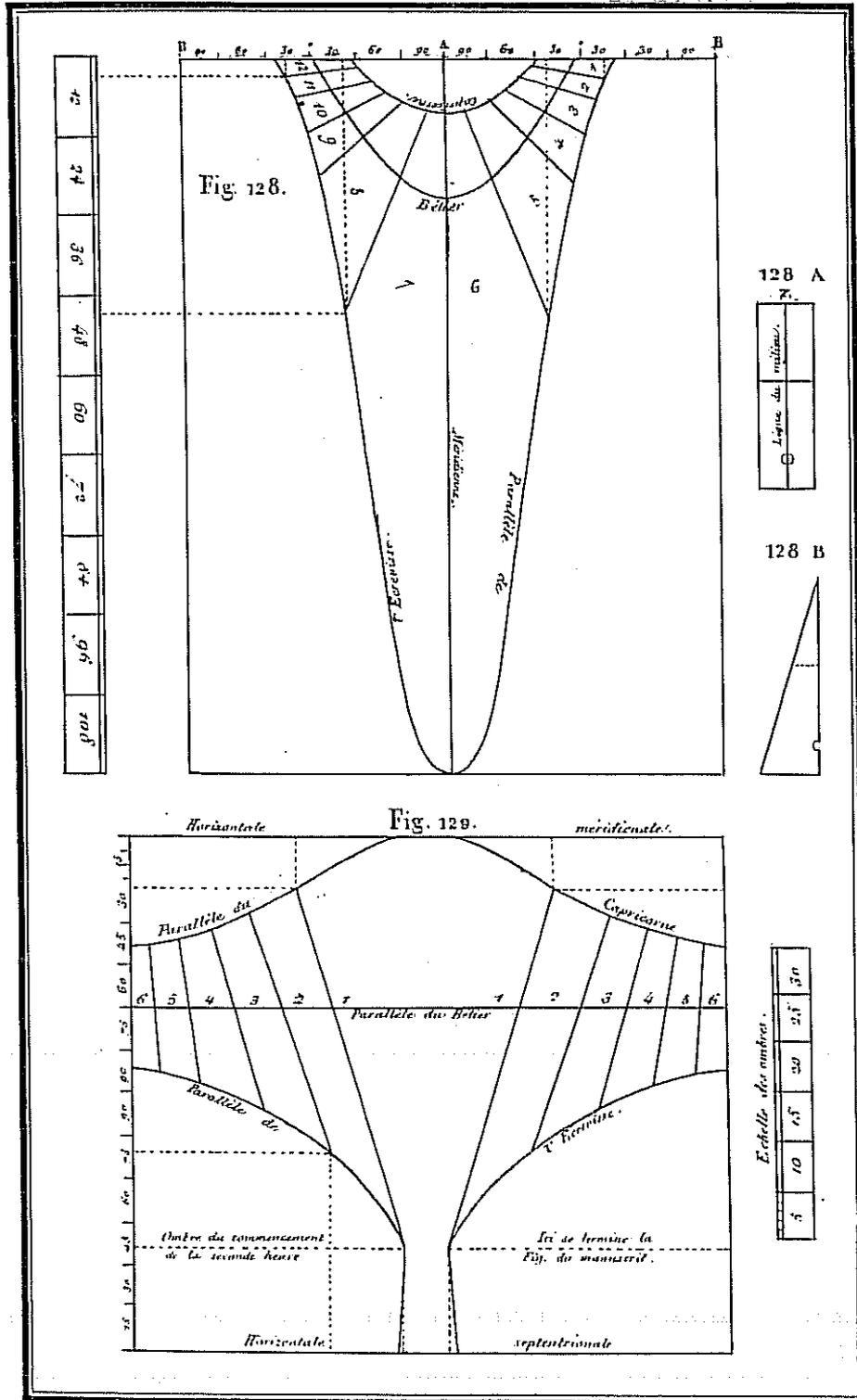


Fig. 132.

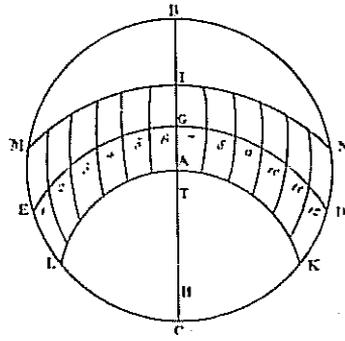


Fig. 133.

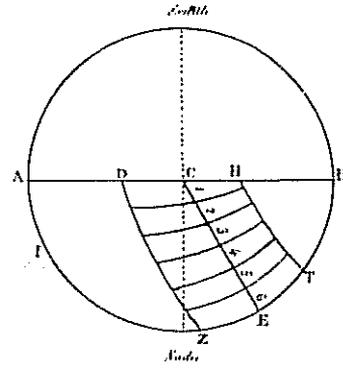


Fig. 134.

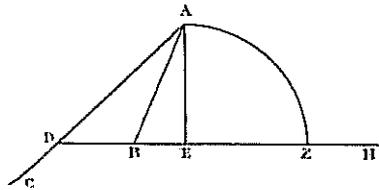


Fig. 135.

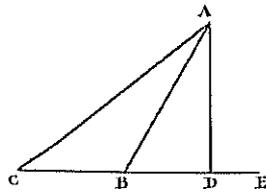
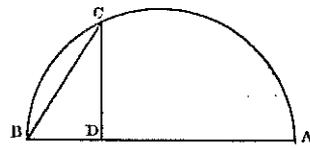


Fig. 136.

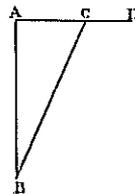


Fig. 137.

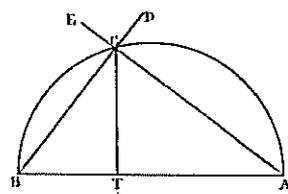


Fig. 138.

ويسرنا أن نتمكن هنا من إعادة نشر كتاب سيديو الأب وابنه المشار إليه آنفاً، وعنوانه: *Traité des instruments astronomiques des Arabes* (دراسة في الآلات الفلكية العربية) الذي يمثل مرحلة هامة من تاريخ الدراسات الحديثة في العلوم العربية والإسلامية ولا يزال محتفظاً بقيمته العلمية وإن مضى الآن ما يقرب من قرن ونصف قرن من الزمان على تأليفه.

كما يسرني أن أشير هنا إلى أن معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية قد تيسر له في نفس الوقت أن ينشر بطريقة التصوير نسخة كاملة وقديمة من الأصل العربي لكتاب المراكشي محفوظة في مكتبة أحمد الثالث في استانبول - آمين أن يكون في ذلك كله فائدة للباحث والقارىء، والله ولي التوفيق.

فؤاد سزكين

فرانكفورت، صفر ١٤٠٥ هـ

gypte», écrite en arabe par Taki-Eddin Ahmed Makrizi, traduite en français et accompagnée de notes philologiques, historiques et géographiques par M. Quatremère, . . . par M. Sédillot. Paris, 1840.

Courtes observations sur quelques points de l'histoire de l'astronomie et des mathématiques chez les Orientaux, par M. L.-P.-E.-A. Sédillot. Paris, 1863.

Lettre à M. de Humboldt, sur les travaux de l'école arabe, par M. Sédillot. Paris, 1853.

Deuxième lettre à M. de Humboldt sur quelques points de l'histoire de l'astronomie et des mathématiques chez les Orientaux, par M. L.-Am. Sédillot. Paris, 1859.

Histoire des Arabes, par L.-A. Sédillot. Paris, 1854.

Sur l'origine de nos chiffres. Lettre de M. L.-Am. Sédillot à M. le prince Balthasar Boncompagni. Rome, 1865.

Sur les emprunts que nous avons faits à la science arabe et en particulier de la détermination de la 3e inégalité lunaire ou variation par Aboul-Wéfa de Bagdad. Lettre de M. L.-Am. Sédillot à D. B. Boncompagni. Rome, 1875.

الهجري / الثالث عشر الميلادي. ويسرنا أن نقدم هذه الترجمة في طبعة ثانية إلى القارىء وذلك في إطار مشروع معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية للتعريف بأعمال المستشرقين الهامة. وكان جان جاك سيديو (J.-J. Sédillot) قد ترجم النصف الأول من الكتاب مستنداً على مخطوطة المكتبة الأهلية بباريس رقم ١١٤٧ لذلك الوقت ثم نشرها ابنه لوي أملي سيديو (L.-Am. Sédillot) مع بحثه عن المجلد الأول والمجلد الثاني من الكتاب المحفوظ تحت رقم ١١٤٨ في نفس المكتبة.

وهكذا بنى سيديو الإبن على الأساس الذي وضعه أبوه بترجمة المجلد الأول من كتاب المراكشي المخصص لمسائل الساعات الشمسية عموماً فقام - أعني الابن - بدراسة تفصيلية للمجلد الثاني منه الذي يحتوي على تعريفات آلات فلكية عديدة وعرض مسهب لكيفية عمل أنواع من الربع المحيَّب واستعمالها ونشرها تحت عنوان:

Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes, Paris 1844.

إن هذا العالم الجليل دافع عن مكانة العرب والمسلمين في تاريخ العلوم مرتكزاً إلى معرفته الواسعة وحاسه الكبير وكان في كتبه العديدة^٣ تعريف بها وتمهيد لطريق الباحثين المختصين في زمنه ومن بعده.

^٢ *Histoire générale des Arabes, leur empire, leur civilisation, leurs écoles philosophiques, scientifiques et littéraires*, par L.-A. Sédillot, 2^e édition, Paris, 1877, 2 vol.

Institut de France, Académie royale des sciences . . . *Sur la détermination de la troisième inégalité lunaire ou variation par les Arabes*, par M. Sédillot, Paris, 1848.

Manuel classique de chronologie, publié par L.-Am. Sédillot, Paris, 1834-1850, 2 vol.

Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux, par M. L.-Am. Sédillot, Paris 1845-1849, 2 vol.

Mémoire sur les systèmes géographiques des Grecs et des Arabes . . . par M. L.-A. Sédillot, Paris 1842.

Note relative à une édition des tables astronomiques d'Olong-Beg, commencée en 1839 [par L.-A. Sédillot], Paris, 1845.

Notice de l'ouvrage intitulé «Etudes géographiques et historiques sur l'Arabie . . .» par M. Jomard . . . par M. Sédillot, Paris 1840 (extrait du JA).

Notice sur le second volume de «l'Histoire des Sultans Mamlouks de l'E-

مقدمة الناشر

لم يكذب يمضي نصف قرن من الزمان منذ أن كان مونتوكلا (J.-E. Montucla) يكتب في فرنسا رافضاً احتمال أن يكون الرياضيون المسلمون والعرب قد اشتغلوا بمعادلات جبرية فوق الدرجة الثانية بل رافضاً حتى الاعتراف بأن ابن الهيثم هو الذي حل مسألة تحديد نقطة الانعكاس في مرآة مقعرة لشعاع وارد من جسم معين إلى العين بمعادلة من الدرجة الرابعة - حتى أخذ المستشرقون الفرنسيون يبدون اهتماماً كبيراً مثمراً بتبيين أهمية الكتب العربية لتاريخ علم الفلك والرياضيات. فقام كوسين دي بيرسيفال (Caussin de Perceval) بترجمة قسم من كتاب ابن يونس الهام «الزيج الكبير الحاكي» إلى اللغة الفرنسية ونشره سنة ١٨٠٤. وظهرت في إطار الجو المناسب في فرنسا مؤلفات عظيمة القيمة في تاريخ علم الفلك مثل «تاريخ علم الفلك في القرون الوسطى» لديلامبر (J. B. L. Delambre)^١ وإن تحليله وعرضه لمكانة الفلكيين العرب والمسلمين التي عرفها ودرسها استناداً على الترجمات اللاتينية لهو عمل جليل القدر في ذلك الوقت. وبعد نشر الترجمة الفرنسية لكتاب عبد الرحمن الصوفي في صور الكواكب الثابتة باعتناء كوسين دي بيرسيفال (Caussin de Perceval)^٢ سالف الذكر ظهرت عام ١٨٣٥/١٨٣٤ ترجمة كتاب «جامع المباديء والغايات في علم الميقات» لأبي علي الحسن بن علي (أو أبي الحسن علي) بن عمر المراكشي الذي عاش في القرن السابع

^١ *Histoire de l'Astronomie du Moyen-Âge*. Paris 1819.

^٢ *Les constellations d'Abouhossain Abderrahman es-Soufi er-Razi dans: Notices et extraits* (Paris) 12/1831/236-276.



۳۳۷۱۲۷

إعادة طبعة باريس ١٨٣٤/١٨٣٥م

طبع في ٨٠ نسخة

نشر بمعهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
بفرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية
طبع في مطبعة شتراوس، مورلنباخ، ألمانيا الاتحادية

الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي

٤١



جان جاك سيديو
لوي أملي سيديو

دراسة في الآلات الفلكية العربية
ترجمة لأجزاء من كتاب «جامع المبادئ والغايات»
للمراكشي (القرن ٧ هـ / ١٣ م)

القسم ١-٢

١٤١٨ هـ - ١٩٩٨ م

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

٤١

جان جاك سيديو
لوي أملي سيديو

دراسة في الآلات الفلكية العربية
ترجمة لأجزاء من كتاب «جامع المبادئ والغايات»
للمراكشي (القرن ٧ هـ / ١٣ م)

القسم ١-٢

١٤١٨ هـ - ١٩٩٨ م

معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية

في إطار جامعة فرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية

منشورات
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
سلسلة الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي
المجلد ٤١