WARBURG INSTITUTE
FAH 940


UNIVERSITY OF LONDON
WARBURG INSTITUTE

f
a
h
940

LE

LIVRE DE L'ASCENSION DE L'ESPRIT

SUR

LA FORME DU CIEL ET DE LA TERRE

26/1447

f a h 940

LE

LIVRE DE L'ASCENSION DE L'ESPRIT

SUR

LA FORME DU CIEL ET DE LA TERRE

COURS D'ASTRONOMIE

RÉDIGÉ EN 1279

Par GRÉGOIRE ABOULFARAG, DIT BAR HEBRÆUS

PUBLIÉ POUR LA PREMIÈRE FOIS

D'APRÈS LES MANUSCRITS DE PARIS, D'OXFORD ET DE CAMBRIDGE

PAR F. NAU

DOCTEUR ÈS SCIENCES MATHÉMATIQUES, LICENCIÉ ÈS SCIENCES PHYSIQUES
DIPLÔMÉ DE L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES

PREMIÈRE PARTIE

TEXTE SYRIAQUE



PARIS

LIBRAIRIE ÉMILE BOUILLON, ÉDITEUR

RUE DE RICHELIEU, 67, AU PREMIER

1899

TOUS DROITS RÉSERVÉS

UNIVERSITY OF LONDON
WARBURG INSTITUTE

BIBLIOTHÈQUE

DE L'ÉCOLE

DES HAUTES ÉTUDES

PUBLIÉE SOUS LES AUSPICES

DU MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

SCIENCES PHILOLOGIQUES ET HISTORIQUES

CENT VINGT ET UNIÈME FASCICULE

LE LIVRE DE L'ASCENSION DE L'ESPRIT SUR LA FORME DU CIEL ET DE LA TERRE. — COURS D'ASTRONOMIE, — RÉDIGÉ EN 1279, PAR GRÉGOIRE ABOULFARAG, DIT BAR HEBRÆUS, PUBLIÉ POUR LA PREMIÈRE FOIS, D'APRÈS LES MANUSCRITS DE PARIS, D'OXFORD ET DE CAMBRIDGE, PAR F. NAU, DOCTEUR ÈS SCIENCES MATHÉMATIQUES, LICENCIÉ ÈS SCIENCES PHYSIQUES, DIPLÔMÉ DE L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES.

Première partie : TEXTE SYRIAQUE



PARIS

LIBRAIRIE ÉMILE BOUILLON, ÉDITEUR

RUE DE RICHELIEU, 67, AU PREMIER

1899

TOUS DROITS RÉSERVÉS

A MES MAITRES

Monsieur CARRIÈRE,

DIRECTEUR D'ÉTUDES A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES

Monseigneur GRAFFIN,

PROFESSEUR A L'INSTITUT CATHOLIQUE DE PARIS

Hommage respectueux

Sur l'avis de M. Auguste CARRIÈRE, directeur d'études des langues sémitiques, et de MM. J. OPPERT et Hartwig DERENBOURG, commissaires responsables, le présent mémoire a valu à M. F. NAU le titre d'*Élève diplômé de la section d'histoire et de philologie de l'École pratique des Hautes études.*

Paris, le 26 mai 1895.

Le Directeur de la Conférence,
Signé : A. CARRIÈRE.

Le Président de la Section,
G. MONOD.

Les Commissaires responsables,
Signé : J. OPPERT,
H. DERENBOURG.

La traduction française du cours d'astronomie de Bar-Hebreus sera précédée d'une introduction qui donnera sur cet ouvrage les renseignements nécessaires.

Nous nous bornons aujourd'hui à caractériser rapidement les manuscrits qui ont servi de base à notre édition. Le lecteur en trouvera une description complète en tête de la traduction.

Le premier (A) est le manuscrit de Paris [1] : *syriaque* 244 (1), d'écriture jacobite, non daté, mais remontant au moins au quatorzième siècle. En effet, une note nous apprend qu'il fut l'objet d'une vente en l'an 1796 des Grecs (1485), et dans une autre note, écrite avant celle-ci, car elle la partage en deux parties, un certain moine Daniel nous raconte les souffrances qu'il endura l'an 1693 des Grecs (1382). La pagination de A est reproduite dans notre texte imprimé.

Les mots peu lisibles ou illisibles du ms. A sont restitués à l'aide du ms. de Paris (B), : *syriaque* 329, copie moderne du même ouvrage faite en 1883 par l'archidiacre Abdul Aziz, sur un ms. de Mossoul. Cette copie en caractères jacobites, est très bien écrite; elle présente quelques lacunes assez longues qui ne sont pas dues au hasard, mais tiennent au manuscrit de Mossoul, car le scribe laisse en blanc la place qui leur correspond. Cette remarque nous permettra de déterminer la provenance du quatrième manuscrit.

(1) Mgr Graffin m'en remit une copie en 1890, je le collationnai les années suivantes et l'eus sous les yeux durant toute l'impression.

De plus MM. les bibliothécaires de la Bibliothèque Bodléienne d'Oxford ont bien voulu nous faciliter la collation du manuscrit *Hunt. dxl.* Ce manuscrit (C) d'une assez mauvaise écriture jacobite, renferme des fautes dont un certain nombre ont été l'objet d'une correction ultérieure. M. Payne Smith, dans son *Thesaurus syriacus*, y fait de nombreux renvois, ce qui nous a décidé à en indiquer les folios par les notes C_1 C_2, etc.

Enfin nous avons pu voir à Cambridge un quatrième manuscrit (D) du même ouvrage. Ce ms., non catalogué et sans indication d'origine, est d'une assez mauvaise écriture nestorienne moderne. Nous avons constaté qu'il offre les mêmes lacunes que B, ce qui établit leur communauté d'origine et nous a dispensé de le collationner entièrement.

Les caractères jacobites employés pour l'impression sont ceux que M^gr^ Graffin a fait graver pour sa Patrologie syriaque. Ils conviennent bien à l'auteur, à son époque, et aux mss. employés. On a dû seulement, faute de points diacritiques, employer les voyelles ◌ٜ et ◌ٝ pour distinguer le participe et les pronoms. Les autres voyelles imprimées existent déjà dans les manuscrits.

F. Nau.

Avec l'aide de Dieu, maître de l'univers, nous commençons à écrire le livre de l'Ascension de l'esprit sur la forme du ciel et de la terre, *(l'un) des ouvrages de Mar Grégoire, le saint primat. Et d'abord :*

PRÉFACE

Au grand soleil de justice : les cieux racontent sa gloire et le firmament montre l'ouvrage de son Verbe et de son Esprit (1); que toutes les conditions le louent et l'exaltent, que toutes les générations l'honorent dans les siècles des siècles !

Comme la science de la sphère (céleste) (2) et de ses mouvements est une mer difficile à sonder et une hauteur pénible à gravir, je me bornerai dans ce petit volume à exposer les formes des sphères, le genre des mouvements célestes, les distances et le nombre des astres. Quant aux démonstrations géométriques touchant ces matières, [2] je renvoie à l'ouvrage Σύνταξις μεγάλη qui est plus grand et plus développé (3).

Et je fais ceci à la demande de celui que Dieu a rendu puissant (4) parmi nous, qui nous rend nos possessions, nos biens et nos héritages, qui, dans nos palais, relève les sciences de leurs ruines et renouvelle l'ancienne discipline chez nos contemporains, (à la demande) de Mar Raban

(1) Psaume XVIII, 1.

(2) On trouvera plus bas une définition plus particulière du mot ܡܕܒܪܢܘܬܐ.

(3) Μαθηματικὴ σύνταξις ou *Composition mathématique* de Claude Ptolémée, appelée par les Arabes *Almageste*. Nous citerons l'édition de Halma publiée avec traduction française (2 vol. in-4°, Paris, 1813-1816).

(4) Ou simplement « du très puissant ».

Simon (1), roi des médecins du roi des rois de la terre (2), auquel je souhaite bonne santé.

Enfin, je demande au Seigneur aide et secours pour l'achèvement de cet ouvrage. Je l'ai nommé *livre de l'Ascension de l'esprit*, parce que, sur les roues de la parole, il fait monter l'esprit jusqu'au firmament des cieux.

Je le divise en deux parties, la première traite de la forme du ciel et la seconde de la forme de la terre.

(1) Bar-Hebræus a fait connaître ce personnage par ailleurs. Cf. *Chron. syr.*, éd. Bedjan, p. 512, l. 10-16; *Chron. eccles.*, II, 456, 458; Assémani, *Bibl. Or.*, II, pp. 252, 253, 259. En particulier Simon possédait des palais royaux, des jardins et des tours à Maraga; il recevait tous les ans cinq mille dinars sur les tributs de la Babylonie, de l'Assyrie, de la Cappadoce et de Maraga même.

(2) Titre du roi des Mongols qui était alors Houlagou.

[3] PREMIÈRE PARTIE

SUR LA FORME DU CIEL

Elle comprend huit chapitres :

CHAPITRE PREMIER

Théories préliminaires.

Il comprend onze sections.

PREMIÈRE SECTION

NOTIONS GÉOMÉTRIQUES NÉCESSAIRES POUR CET ENSEIGNEMENT (1).

Un *point* est cet être de convention qui n'a pas de parties. — Une *ligne* est la longueur sans largeur. — Une *surface* est la longueur et la largeur. — Un *solide* est la longueur, la profondeur et la largeur. — *La ligne droite,* comme le dit *Archimède,* est la plus courte de toutes les lignes qui joignent deux points. Euclide dit (2) que la ligne droite est celle qui est placée sur les points opposés. — [4] *La surface plane* (3) est celle qui est placée sur des lignes droites opposées. — Les lignes et les surfaces qui, prolongées indéfiniment, ne se rencontrent pas sont *parallèles* (4).

(1) Ces notions dérivent d'Euclide, hors quelques modifications qui ne sont pas heureuses.

(2) Euclide dit en réalité : La ligne droite est celle qui repose également sur ses points, ἐξ ἴσου κεῖται ἐφ' ἑαυτῆς σημείοις. — Duhamel développe cette définition (*Méthodes en géométrie*, t. II, p. 8) et la préfère à celle d'Archimède.

(3) السطح المساوية A *in margine.*

(4) المتوازية *Ibid.*

— *La perpendiculaire* est une droite qui est menée d'un point à un autre point placé directement en dessous d'elle. — *L'angle plan* (1) est l'inclinaison de deux droites qui se rencontrent en un point. Cet angle est *droit* si chaque ligne est perpendiculaire à l'autre comme ABC (*fig.* 1), ou *obtus* s'il est plus grand que l'angle droit, comme ABD (*fig.* 2), ou *aigu* s'il est plus petit que l'angle droit, comme CDB (*fig.* 2).

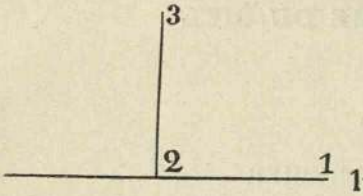


fig. 1.

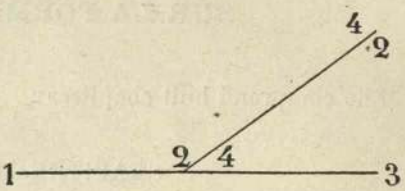


fig. 2.

1. A. — 2. B. — 3. C. — 4. D.

On appelle *limite* (2) ce qui termine quelque chose, — *figure* (3) ce qui est enfermé sous une limite unique si elle est circulaire, ou sous plusieurs limites si elle est linéaire. — *Le cercle* (4) est la surface plane qui est enfermée sous une ligne courbe, et le point de son intérieur d'où partent les lignes égales menées jusqu'à la circonférence est appelé centre du cercle.

Le diamètre (5) du cercle est une ligne droite qui passe [5] par le centre et se termine à ses deux extrémités sur le cercle. Elle le divise nécessairement en deux parties égales.

La corde d'un arc (6) est une ligne droite qui divise le cercle en deux parties, ou arcs, inégales entre elles. Elle est appelée corde des deux arcs.

Le sinus égal (7) est la moitié de la corde du double arc dont

(1) الزاوية المسطحة هي انحراف خطين يلتقيان على نقطة واحدة *Ibid.*
(2) الحد *Ibid.*
(3) الشكل *Ibid.*
(4) الدايرة *Ibid.*
(5) قطر الدايرة A *in margine.*
(6) وتر القوس *Ibid.*
(7) الجيب المستوى *Ibid.*

il est sinus. La moitié du diamètre s'appelle sinus simple et le tout s'appelle sinus.

Le sinus verse (1) est la ligne droite comprise entre le milieu de l'arc et le milieu de la corde, on l'appelle aussi *flèche*. C'est ce qu'indique la figure suivante

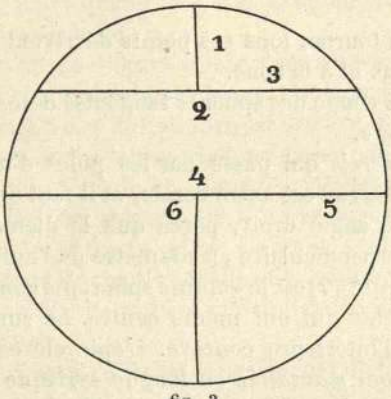


fig. 3.

1. Sinus verse. — 2. Corde. — 3. Sinus égal. — 4. Diamètre. — 5. Sinus simple. — 6. Centre.

La sphère (2) est une figure solide circulaire, comprise sous une seule surface, et le point de son intérieur d'où partent jusqu'au cercle des droites égales est appelé centre de la sphère.

[6] *Le diamètre de la sphère* (3) est une droite qui passe par son centre et se termine aux deux bouts sur un cercle.

L'axe de la sphère (4) est le diamètre de la sphère quand elle tourne (autour). Les deux extrémités de l'axe sont les pôles de la sphère.

Un grand cercle (5) est celui qui coupe la sphère et passe par son centre; il la divise nécessairement en deux parties égales, il est équidistant de deux pôles situés de chaque côté de lui. Dès

(1) الجيب المعكوس *Ibid.*
(2) الكرة *Ibid.*
(3) قطر الكرة *Ibid.*
(4) المحور *Ibid.*
(5) الدايرة العظيمة *Ibid.*

maintenant il est bien clair que si des grands cercles se coupent sur la sphère, à angle droit ou non, le point où ils se coupent est le milieu de chacun d'eux, et le diamètre qui aboutit aux deux points où ils se coupent est un diamètre commun.

Une « zone » de la sphère (1) est le grand cercle mené à angle droit sur un axe, les pôles de la sphère sont aussi les pôles de la « zone ».

Si *une sphère* tourne, tous ses points décrivent des cercles parallèles entre eux et à la zone.

Tout plan qui coupe des sphères tangentes détermine un cercle sur chaque sphère.

Tout grand cercle qui passe par les pôles d'un autre grand cercle, a ses pôles sur cet autre cercle, et il faut qu'ils se coupent mutuellement à angle droit, parce que le diamètre de chacun d'eux (2) est perpendiculaire au diamètre de l'autre.

Un intersphère (3)[7] est le volume sphérique compris entre deux surfaces parallèles qui ont même centre. La surface extérieure est convexe et l'intérieure concave. L'épicycle est convexe sans concavité. Ce nom *mauzaltho* en langue syriaque vient étymologiquement de *mou'zolo* (fuseau) à cause de son mouvement circulaire (4).

Le cône circulaire (5) est la figure solide qui part d'une base circulaire et se termine au point du sommet. Sa surface ressemble à un pin. La droite qui joint le sommet au centre de la base est appelée axe du cône; si cet axe est perpendiculaire au centre de la base, le cône est droit, sinon, il est dit oblique.

(1) Ainsi حصما (منطقة الكرة A *in marg.*) désigne un grand cercle et non une bande d'une certaine largeur de la sphère. La « zone » qui correspond au mouvement diurne est l'équateur.

(2) Le ms. A traduit en arabe, en marge, la définition de Bar-Hebræus.

(3) Bar-Hebræus a en vue ici les sphères emboîtées qui rendront compte des mouvements des astres. الفلك A *in marg.*

(4) On traduit souvent محورحا par sphère, mais c'est le mot intersphère qui rend ici l'idée de Bar-Hebræus. Dans *la Connaissance de la vérité* (éd. par Kayser, in-4° lith., Leipzig, 1889) محورحا signifie *sphère céleste* (cf. p. 66, l. 4 et 23; p. 192, l. 21...; p. 213, l. 19 et 20) comme ci-dessus (p. 1). Dans Bardesane (*Le livre des lois des pays*, Paris, Leroux, 1899, page 4, l. 15 du texte) ce mot semble signifier plus particulièrement les signes du zodiaque comme מזלות (II Rois, XXIII, 5).

(5) المخروط المستدير A *in marg.*

Un polyèdre (1) est une figure solide qui part d'une base polylatérale et se termine en un point qui forme le sommet. Il a plusieurs faces triangulaires.

Si la base est un triangle, le polyèdre est limité par trois triangles; si la base est un tétragone, il est limité par quatre triangles, et ainsi de suite. Quelquefois on appelle le polyèdre un cône linéaire; mais quand on parle simplement de cône, il faut l'entendre du circulaire.

Le cylindre est une figure solide comprise entre deux cercles égaux et parallèles qui sont ses bases. La ligne droite qui joint les centres des deux bases du cylindre est son axe. Lorsqu'on coupe le cône ou [8] le cylindre par un plan qui passe par l'axe, on obtient, pour le cône, un triangle et, pour le cylindre, un quadrilatère. Si le plan de section est parallèle à la base, on obtient un cercle.

Le carré est (une figure) plane de quatre côtés égaux qui forment deux à deux des angles droits. En arithmétique, on appelle carré le nombre résultant de la multiplication d'un certain nombre par lui-même.

Le cube est un solide à six faces égales, parallèles deux à deux (2). En arithmétique le cube est un nombre qui résulte de la multiplication d'un carré par son côté.

SECONDE SECTION

SPHÉRICITÉ DES CIEUX (3).

La forme du ciel est sphérique parce que les étoiles fixes décrivent des cercles parallèles autour du pôle, c'est-à-dire autour du point qui ne se meut pas. — De plus, certaines étoiles sont constamment visibles, d'autres constamment cachées, d'autres enfin se cachent sous la terre durant un temps plus ou moins long, puis se lèvent, et cela proportionnellement à leur distance plus ou moins grande au pôle. — De plus, un astre, après son lever, monte peu à peu jusqu'à ce qu'il parvienne au milieu de l'arc qu'il décrit

(1) المخروط الناري A *in marg.*, c'est-à-dire *le cône de feu.*

(2) Définition insuffisante. Elle convient aussi au parallélipipède.

(3) Le chapitre correspondant de Ptolémée (*Alm.*, I, 2) est intitulé : Le ciel se meut sphériquement. — On transporte au ciel le mouvement circulaire diurne de la terre que l'on présuppose immobile. *In marg.* A : في استدارة السماء.

au-dessus de la terre, puis il commence à redescendre peu à peu jusqu'à son coucher. [9] Enfin la moitié des cieux à peu près est toujours visible pour tout observateur placé en un lieu quelconque de la terre. Il est évident que toutes ces choses et d'autres semblables sont des propriétés d'une figure circulaire. Quant à des figures planes et linéaires, nous ne pouvons pas nous y arrêter (1).

TROISIÈME SECTION

SPHÉRICITÉ DE LA TERRE ET DES EAUX.

On reconnaît que la terre est aussi sphérique (2) à ce que, vers le nord, la hauteur du pôle augmente, tandis que les étoiles septentrionales paraissent plus hautes et plus élevées et que les méridionales paraissent moins hautes et moins élevées. Les rochers et les protubérances, causées sur la terre par les montagnes et les plaines, ne l'empêchent pas d'être sphérique, car leur grandeur n'est pas sensible en comparaison de la sienne. Une montagne d'un stade, comparée à la terre, est à peu près comme la moitié du dixième de l'épaisseur d'un grain d'orge comparé à la coudée; nous le montrerons plus tard (3). Ainsi cette montagne est à la terre ce qu'un grain de moutarde est à une coquille d'œuf.

Les eaux qui couvrent la terre ont aussi une forme sphérique; on le reconnaît à ce fait que le navigateur voit les sommets des montagnes avant de voir leur pied. Si la forme de la mer était plane et non sphérique, on verrait simultanément les sommets élevés et les bases.

(1) Al-Fergani (édité par Golius, Amsterdam, 1669, in-4°) développe ce dernier point dans son chap. II.

(2) Item Ptolémée (*Alm.*, I, 3) et Al-Fergani (ch. III). Quelques auteurs arabes regardaient la terre comme une surface unie analogue à une table ou comme une boule dont la moitié serait coupée (cf. *Notices et extraits des mss...*, t. II, p. 54 et t. XIX, 1, pp. 90 et 107). — في استدارة الارض والماء *in marg.* A.

(3) Cf. II^me^ partie, ch. VI, section 1. — Même idée dans Aboulféda *Géographie*, trad. Reinaud, II, p. 3.

QUATRIÈME SECTION

QUE LA TERRE EST AU MILIEU DU CIEL (1).

[10] Si la terre était plus rapprochée d'un des côtés de la sphère céleste, la même étoile n'apparaîtrait pas avec une grandeur invariable dans des confins divers, mais, plus proche, elle paraîtrait grande et, plus éloignée, elle paraîtrait petite (2). — Il est vrai qu'un astre paraît plus grand près de l'horizon, mais cela ne tient pas à ce qu'il est plus près, c'est la densité des vapeurs qui montent de la terre qui le fait paraître plus grand. Ainsi les figures vues dans l'eau paraissent plus grandes que vues dans l'air (3). De plus si la terre était plus près d'un côté que de l'autre, il n'y aurait pas un temps égal du matin à midi et de midi au soir; les ombres du soleil ne tomberaient pas non plus le matin et le soir sur une même ligne droite. Enfin les éclipses de lune, qui ont toujours lieu exactement sur un diamètre passant par le soleil, montrent que la terre est placée au milieu (de l'espace) (4).

CINQUIÈME SECTION

LA TERRE N'EST QU'UN POINT EN COMPARAISON DU CIEL (5).

La terre n'a pas une masse sensible en comparaison de la grandeur du ciel; car on voit toujours la moitié des signes du zodiaque au-dessus d'elle, tandis que l'autre moitié est cachée au-dessous. Tous ceux qui habitent la terre n'en verraient pas la moitié si la

(1) Cf. Al-Fergani (ch. IV) et Ptolémée (*Alm.*, I, 4).

(2) Ce principe montre que la terre n'est pas au centre des orbites du soleil et de la lune, car ces astres ont des diamètres apparents différents dans des positions différentes; mais il ne peut s'appliquer aux étoiles, parce que ces astres sont si éloignés de nous qu'ils n'ont aucun diamètre apparent, donc aucune grandeur, à nos yeux.

(3) C'est un effet de la réfraction.

(4) On peut dire du moins que, par rapport aux étoiles, *tout se passe* comme si la terre était équidistante de chacune d'elles. A quelques exceptions près, les étoiles sont à une distance de la terre qu'il ne nous est pas encore possible d'évaluer. Nous savons seulement que la lumière met plus de trois ans pour parcourir l'espace qui nous sépare de l'étoile la plus proche.

(5) Cf. Ptolémée (*Alm.*, I, 5); Al-Fergani (ch. IV).

grandeur de la terre était comparable à celle du ciel. C'est ce qui a lieu pour l'intersphère de la lune; comme la terre a une grandeur comparable à celle de cet intersphère, [**11**] on en voit constamment au-dessus de la terre une partie moindre que la moitié.

SIXIÈME SECTION

QUE LA TERRE EST IMMOBILE ET NE SE MEUT PAS (1).

Si la terre se mouvait, son mouvement serait ou rectiligne ou circulaire (2). S'il était rectiligne, une pierre lancée avec une fronde ne pourrait plus la rattraper, parce que le mouvement des corps lourds est toujours plus rapide que celui des corps légers. Or, il n'en est pas ainsi. — S'il était circulaire, une pierre jetée en haut ne tomberait pas devant celui qui l'a lancée. Il s'ensuivrait aussi nécessairement qu'on ne verrait jamais un oiseau immobile dans l'air; mais en réalité, il se dirigerait toujours vers l'occident (3). En effet, ceux qui attribuent un mouvement à la terre disent qu'elle tourne de l'occident à l'orient, qu'elle produit ainsi le mouvement diurne, et fait croire que les étoiles immobiles tournent de l'orient à l'occident; comme une barque en mouvement fait croire que la terre, pourtant immobile, se meut en sens opposé au sien (4).

SEPTIÈME SECTION

DE L'INTERSPHÈRE SUPÉRIEUR QUI COMPREND TOUT.

Cet intersphère, le plus élevé et qui comprend l'univers, est appelé ciel des cieux (5). C'est un solide sphérique sans étoiles

(1) Cf. Ptolémée : « La terre ne fait aucun mouvement de translation » (*Almageste*, I, 6).

(2) D'après Aristote, ce sont là les deux seuls mouvements simples, et par suite les seuls qui peuvent se trouver dans le ciel.

(3) Bar-Hebræus ne concevait pas que l'air et tous les corps qu'il contient participent au mouvement de la terre.

(4) C'est là le véritable système du monde. Il fut soupçonné dès les débuts de l'astronomie et professé par les Pythagoriciens.

(5) Pour classer les astres et les mouvements célestes, les anciens imaginaient dix sphères concentriques formant ainsi entre elles neuf intersphères. Sept sont attribués aux sept planètes, un aux étoiles fixes et au

compris entre deux surfaces parallèles dont le centre est le centre du monde. La surface extérieure ne touche à rien parce qu'au-dessus d'elle il n'y a ni vide ni plein (1). La surface intérieure touche l'intersphère des décans (2), c'est-à-dire des étoiles [**12**] fixes. Il renferme tout, puisqu'il entraîne avec lui de l'orient à l'occident, avec le mouvement le plus rapide, toutes les sphères qui sont à son intérieur. Le mouvement est de près d'un cercle en une nuit et un jour autour d'un axe fixe et de deux pôles fixes qui sont les pôles du monde (3). Le pôle boréal est visible pour les habitants du nord; le pôle austral leur est caché, mais est visible pour les habitants (de l'hémisphère) sud. Ce mouvement est appelé *premier,* parce que son évidence l'a fait découvrir avant tous les autres mouvements célestes.

HUITIÈME SECTION

DE L'INTERSPHÈRE DES ÉTOILES FIXES.

Cet intersphère des étoiles fixes est le huitième, en commençant par celui de la lune. C'est un solide sphérique compris entre deux surfaces parallèles qui ont pour centre le centre du κόσμος, c'est-à-dire de l'univers; c'est aussi le centre du zodiaque, c'est-à-dire des signes. La surface extérieure touche la surface intérieure de l'intersphère qui comprend tout, et la surface intérieure touche l'extérieure de l'intersphère de Saturne. Il se meut d'occident en orient sur deux pôles fixes différents des pôles du premier mouvement et autour d'un axe qui coupe l'autre

mouvement de précession et le dernier au mouvement diurne. L'intersphère de chaque planète se décomposa ensuite en autant d'autres que l'on découvrit de mouvements différents pour cette planète. Cette représentation est due à Eudoxe de Cnide et se trouve en germe dans la *République* de Platon.

(1) Bar-Hebræus écrit dans un autre ouvrage (حكمًا إسمة صمكمًا) que le vide ne peut exister, ni dans le monde, ni en dehors du monde, car il existerait entre deux corps, et par suite serait plus grand si les corps étaient plus éloignés, il serait donc un être, il serait donc quelque chose. Bibl. Nat., Fonds syriaque, n° 227, fol. 211 et 212.

(2) Pour d'autres auteurs, les décans sont trente-six fuseaux de la sphère céleste. Cf. *La Conn. de la vérité*, p. 217, l. 15. Cf. *infra* chap. VIII.

(3) C'est le mouvement diurne commun en effet à tous les astres. Il a lieu autour de l'axe de l'équateur. Cf. Al-Fergani, p. 15-16.

sous un angle aigu. Le mouvement est de un degré tous les cent ans d'après *Ptolémée* (1), ou, selon d'autres, de un degré tous les soixante-six ans. Ce mouvement a été appelé *second* [13] parce qu'il ne fut pas découvert immédiatement, mais après de longues observations (2). — Chaque planète qui se rencontre avec une étoile fixe quelconque la laisse derrière elle à l'occident et passe à l'orient, comme on le voit clairement pour la lune. — Les étoiles de cet intersphère sont appelées fixes, non parce qu'elles ne se meuvent pas, mais parce que leurs distances mutuelles sont fixes et invariables (3). C'est pourquoi les savants les mettent toutes dans un même intersphère.

NEUVIÈME SECTION

DES INTERSPHÈRES DES SEPT PLANÈTES.

Les intersphères des sept planètes se meuvent aussi d'Occident en Orient, mais à cause de la diversité de leurs mouvements, les savants ont établi sept intersphères généraux pour elles sept. Ils ont reconnu que tout intersphère qui est caché par un autre est au-dessus de celui qui le cache, d'où ils reconnurent que Saturne est la plus élevée des planètes, puis viennent Jupiter, Mars, le Soleil, Vénus, Mercure et la Lune (4). Dans leurs théories ils ne mettent pas le soleil à cette place parce qu'il est caché par Vénus et Mercure, bien que quelques-uns affirment avoir vu passer Vé-

(1) Ptol. (*Alm.*, VII, 2)... ὡς ἐκ τούτων τὴν τῆς μιᾶς μοίρας εἰς τὰ ἑπόμενα παραχώρησιν ἐν ἑκατὸν ἔγγιστα ἔτεσι γεγενημένην εὑρῆσθαι (Éd. Halma, II, p. 13).

(2) C'est le mouvement de précession. Il est de un degré en un peu plus de 71 ans. Albategni le suppose de 1° en 80 ans (Del., *Hist. de l'astr. au moyen âge*, p. 53), les astronomes de Mamoun de 1° en 66 ans et Nassir-Eddin de 1° en 70 ans. Il a lieu autour de l'axe de l'écliptique. Cf. Al-Fergani, p. 16.

(3) En réalité cette distance varie, car toutes les étoiles ont des mouvements propres. Mais ces astres sont si éloignés de nous que leur mouvement propre nous est presque insensible. Il faudra de longues observations très précises pour en arriver à déterminer ce mouvement qui se décompose en tangentiel et en radial. Le spectroscope donne pour certains astres une idée de la grandeur de ce dernier.

(4) Moïse Bar-Képha dit que les planètes ont été rangées dans cet ordre d'après la durée de leur révolution qui va en décroissant de Saturne jusqu'à la lune. (Man. Syr. n° 319, fol. 7.)

nus comme une tache sur le soleil (1), mais parce que les trois planètes supérieures sont liées au soleil d'une manière toute particulière, et les deux planètes inférieures d'une autre manière, comme on le verra plus tard (2). Comme la lune cache tout le reste, elle doit être placée la plus proche de la terre. [**14**] On appelle ces astres *planètes* parce qu'ils ne gardent pas la même position par rapport aux étoiles fixes : ils passent tantôt à l'orient, tantôt à l'occident, et même au nord et au sud. — Et comme les corps célestes sont circulaires et simples, et qu'on n'arrive au simple que par le mouvement uniforme (3), les sages, voyant ces sept planètes tantôt s'arrêter, tantôt accélérer leur mouvement, pour marcher ensuite en arrière, ont pensé que chaque intersphère général se composait d'un certain nombre d'autres; de sorte que des mouvements uniformes de ces derniers intersphères résultât le mouvement varié (de la planète) correspondant à celui qui est donné par les observations avec les instruments.

DIXIÈME SECTION

DE LA DISPOSITION DES ÉLÉMENTS A L'INTÉRIEUR DE LA SPHÈRE DE LA LUNE (4).

C'est à l'intersphère de la lune que se terminent tous les corps célestes et que commencent les principes de la génération et de la corruption. La première zone qui vient à l'intérieur de l'intersphère de la lune est celle du feu. Sa surface extérieure touche la surface intérieure de la sphère lunaire. Elle se divise en deux

(1) Vénus passe sur le soleil à intervalles périodiques assez éloignés. Ainsi les derniers passages eurent lieu en 1761, 1769, 1874 et 1882. Le prochain passage aura lieu en 2004.

(2) Les premières s'écartent à une distance angulaire du soleil qui peut être quelconque tandis que, pour les dernières, cette distance reste comprise dans des limites assez étroites. Cf. Ptolémée, éd. Halma, t. II, p. 115.

(3) Aristote justifiait ce principe par l'argument philosophique suivant : un corps simple ne peut admettre que des mouvements simples. Or les corps célestes sont des corps simples etc. Nous dirons simplement que les anciens ne pouvaient soumettre au calcul que le mouvement uniforme. Il leur fallait donc, sous peine de devoir renoncer à toute théorie géométrique, ne considérer qu'un assemblage de mouvements uniformes.

(4) Cette section se trouve déjà dans Aristote et n'a aucune valeur scientifique. Voir aussi *La connaissance de la vérité*, livre VI.

parties : l'une, la plus élevée, se compose d'un feu subtil qui n'est mêlé à aucun autre corps; l'autre est mélangée de fumées qui montent jusqu'à elle. Celle-ci contient les comètes, les lances enflammées et les traits de feu (1) qui, s'élevant plus haut et s'approchant de la lune, finissent par se mouvoir dans le sens direct avec son intersphère. [**15**] A l'intérieur du feu est enfermée la zone de l'air qui se divise en quatre parties : l'une, la plus élevée, se compose d'air enflammé; l'autre, d'un air subtil, qui est à la fois chaud et humide; la troisième, pluvieuse, donne naissance à la grêle, au tonnerre et aux nuages; enfin la quatrième se compose d'un air épais proche des eaux et de la terre. Puis vient la zone des eaux dont une partie est visible de la terre qu'elle arrose pour le salut des êtres vivants. Vient ensuite la zone de la terre qui se divise en deux autres : l'une, formée par les corps et le reste, où naissent les montagnes, les métaux, les plantes et les animaux; l'autre, formée de terre simple et subtile, qui est proche du centre.

ONZIÈME SECTION

DES PRINCIPAUX GRANDS CERCLES.

Les astronomes qui comptent les signes du zodiaque ont coutume de diviser tout cercle d'intersphère en 360 degrés, c'est-à-dire parties. Ils divisent tout diamètre en 120 degrés (2), le degré en 60 soixantièmes ou minutes qu'on appelle, encore λεπτά (3), la minute en soixante secondes, la seconde en soixante tierces et ainsi de suite. Un τεταρτημόριον, c'est-à-dire un quadrant, comprend 90 degrés. Et la différence entre tout arc moindre qu'un quadrant et le quadrant, est ce qu'on appelle *complément* de cet arc. Comme les grands cercles qu'on peut imaginer sur la surface

(1) Ce sont les étoiles filantes. Moïse Bar-Képha leur donne le nom générique de ܪܩܥ : ܪܩܥ ܕܡܬܚܙܝ ܒܫܡܝܐ ܕܥܡܝܩ ܘܡܬܚܙܝ ܒܗ ܪܩܥ ܕܡܬܚܙܝ ܘܡܬܪܡܐ ... ܕܡܬܚܙܝ ܒܐܘܪܚܐ. Les « Ziqé » ont différents noms : on les appelle bolides, étoiles-flèches, trait enflammé, trait lancé et comètes. Bibl. Nat., Fonds syr., man. 241, fol. 196.

(2) En effet, à une première approximation, le nombre $\pi = 3$, d'où le diamètre est égal au tiers de la circonférence, d'après la formule $C = \pi d$. Voir Sévère Sabocht chez Sachau, *Ined. Syr.*, p. 132, ligne 18 etc.

(3) Sergius de Reschaina appelle ܐܚܝ les minutes et les secondes (Sachau, *Ined. syr.*, p. 125).

d'un intersphère [**16**] sont innombrables, nous parlerons seulement des principaux qui sont au nombre de neuf (1).

Le premier cercle est l'équateur, c'est-à-dire le cercle du jour égal. On lui donne ce nom parce que, quand le soleil le décrit, le jour est égal à la nuit pour toute la terre habitée. Il est la zone (2) du premier mouvement ou mouvement diurne. Ses deux pôles, c'est-à-dire le pôle nord qui est visible et le pôle sud qui est caché, sont nommés pôles du premier mouvement. Ses parties sont appelées *temps*, parce que le temps est la mesure de son mouvement (3). Tous les points de l'intersphère décrivent des cercles parallèles à l'équateur qu'on appelle cercles diurnes.

Le second cercle est le zodiaque, c'est-à-dire le cercle du milieu des signes. On l'appelle zone, c'est-à-dire ceinture des signes du zodiaque, parce qu'il sert comme d'un lien pour les figures du δωδεκατημόριον. Ses deux pôles sont appelés pôles des signes du zodiaque; il coupe l'équateur sous un angle aigu, et les deux points d'intersection diamétralement opposés sont appelés *équinoxes*. Celui de ses points à partir duquel le soleil monte au nord de l'équateur est appelé équinoxe du printemps; l'autre, à partir duquel le soleil passe au sud, est appelé équinoxe d'automne. La distance maximum entre les deux cercles de l'équateur et du zodiaque, c'est-à-dire la distance de leurs pôles situés d'un même côté, est appelée *obliquité de l'écliptique* (4). [**17**] Les parties du zodiaque sont appelées μοίρας, c'est-à-dire degrés, parce que le soleil, dans son second mouvement, monte par elles comme par degrés, en s'élevant sur le cercle méridien, depuis le tropique d'hiver jusqu'au tropique d'été, puis il redescend par les degrés correspondants.

(1) Aratus compte aussi neuf cercles principaux, mais différents de ceux-ci : les cercles arctique et antarctique, les cercles tropicaux, l'équateur, l'écliptique, la voie lactée, le méridien et l'horizon. *Erathosthenis ad Arati phænomena. Uranologium*, p. 264; Item Geminus, *Uran.*, p. 14. — Gagnini énumère les mêmes cercles que Bar-Hebræus, Z. D. M. G., 1893, t. XLVII, p. 232-235. — Cf. Al-Fergani, p. 16-22.

(2) Cf. page 6, la définition de ܦܠܓܐ.

(3) C'est la célèbre définition d'Aristote : *Le temps est la mesure du mouvement.* Bar-Hebræus dit ailleurs : « Le temps est la mesure du mouvement des sphères, car c'est ce mouvement [mouvement du soleil et de la lune, mouvement diurne] qui donne les années, les mois, les jours et les heures. » Bibl. nat., Fonds syr., ms. n° 227, fol. 212.

(4) Mot à mot : inclinaison totale.

Le troisième cercle est le tétrapole (1), c'est-à-dire le cercle qui passe par les quatre pôles de l'équateur et de l'écliptique. Il coupe ces deux cercles à angle droit. Ses deux pôles sont les points équinoxiaux. Le point de l'hémisphère boréal où il coupe l'écliptique est appelé tropique d'été, et le point austral opposé est appelé tropique d'hiver. Ce que nous avons appelé obliquité de l'écliptique est aussi un arc de ce cercle : celui qui est compris entre l'équateur et le zodiaque. Si on divise en trois parties chacun des quadrants déterminés sur l'écliptique par ce cercle et l'équateur, on obtient douze points par lesquels on fera passer six grands cercles qui se coupent aux deux pôles du zodiaque. Ces cercles partagent toute la zone des étoiles fixes en douze parties appelées *signes*. La largeur de chaque signe est de trente degrés et sa longueur va d'un pôle à l'autre.

Le quatrième cercle est le cercle de déclinaison (2). C'est un grand cercle passant par les deux pôles de l'équateur. La déclinaison est l'arc de ce cercle compris entre l'écliptique et l'équateur. C'est aussi sur lui qu'on mesure la grandeur de la déclinaison, c'est-à-dire la distance [**18**] des parties du zodiaque et des étoiles à l'équateur. Ces déclinaisons sont appelées *premières*. La déclinaison *seconde* est la portion, comprise entre l'équateur et l'écliptique, d'un cercle qui passe par les pôles de l'écliptique. Il donne par rapport à l'écliptique la déclinaison des temps de l'équateur. Quand on parle de déclinaison simple, il s'agit de la déclinaison première. Il est clair dès maintenant que toutes les parties de l'écliptique ont une déclinaison propre, excepté les deux points équinoxiaux, et quand on s'éloigne de ce point équinoxial, la déclinaison va toujours en augmentant jusqu'aux solstices où elle atteint sa grandeur maximum. On y mesure sa valeur à l'aide des instruments, et comme les deux déclinaisons (première et seconde) maximum ont lieu sur le même cercle tétrapole, on trouve la même grandeur pour les deux.

Le cinquième cercle est celui de latitude (3). C'est un grand cercle qui passe par les deux pôles de l'écliptique et le centre d'un astre, parce que *la latitude* d'une étoile est l'arc de ce cercle qui va depuis l'écliptique jusqu'à l'extrémité d'une ligne menée du centre de l'univers au centre de l'étoile et de là à l'intersphère des décans.

(1) مربع A *in marg.* C'est le colure des solstices.

(2) دايرة الميل A *in marg.*

(3) دايرة العرض A *in marg.*

On appelle *longitude* l'arc d'écliptique compris entre l'équinoxe du printemps et le centre de l'astre, s'il n'a pas de latitude, ou bien l'arc compris entre l'équinoxe de printemps et le point où le cercle de latitude coupe l'écliptique. Il faut remarquer que le cercle de déclinaison seconde est aussi [**19**] un cercle de latitude. On l'appelle de déclinaison seconde quand on rapporte les temps de l'équateur à l'écliptique, mais quand on s'en sert pour rapporter une étoile à l'écliptique, on l'appelle cercle de latitude. — Ces cinq grands cercles ne sont pas définis par rapport à des objets terrestres; trois d'entre eux ont une réalité objective : l'équateur, l'écliptique et le tétrapole; les deux autres, les cercles de déclinaison et de latitude, ont chacun une infinité de déterminations. Quant aux cercles dont nous allons parler, on les définit par rapport aux objets terrestres.

Le sixième cercle est l'horizon (1). C'est un grand cercle dont un pôle est le point situé au-dessus de la tête (le zénith) et l'autre le point sous les pieds (le nadir). On distingue l'horizon sensible et l'horizon rationnel. Le sensible est celui qui sépare la partie du ciel qu'on voit de celle qui est cachée. Il ne coupe pas la terre mais lui est tangent. — L'horizon rationnel lui est parallèle; son plan passe au centre de la terre et la divise en deux parties. L'horizon rationnel est donc distant de l'horizon sensible d'un demi-diamètre de la terre. Cette grandeur, qui n'est pas négligeable pour les intersphères à l'intérieur de celui du soleil, l'est complètement pour les intersphères situés au delà, puisque la terre n'a pas de grandeur sensible en comparaison de ceux-ci. De là vient que le soleil et les astres situés en dessous [**20**] ont une parallaxe tandis que les autres n'en ont pas. Qu'est-ce que la parallaxe? nous l'indiquerons plus tard (2). Les levers et les couchers des astres sont déterminés par rapport à l'horizon.

Le septième cercle est le μεσημβρίνος ou méridien. C'est le grand cercle qui sépare la moitié orientale d'un intersphère où le mouvement diurne monte, de la moitié occidentale où il descend. Il passe par les deux pôles de l'horizon, c'est-à-dire par le zénith et le nadir. Il passe aussi par les pôles de l'équateur et coupe ce dernier cercle ainsi que l'horizon à angle droit. Il divise en deux parties égales tous les parallèles diurnes constamment visibles ou constamment cachés; et comme il passe par les pôles de l'équa-

(1) دايرة الافق A *in marg.*
(2) V. ci-dessous I, ch. VII, sect. 4.

teur et de l'horizon, il s'ensuit, comme c'est démontré dans le livre des Sphères de Théodose (1), que ces deux derniers cercles passent par ses propres pôles qui seront ainsi les intersections de l'équateur et de l'horizon, c'est-à-dire les deux points est et ouest. On appellera alors latitude d'un lieu l'arc de méridien compris entre le pôle de l'équateur et l'horizon ou bien entre le pôle de l'horizon et l'équateur.

Le huitième cercle est celui d'orient-occident. C'est un grand cercle qui passe par les pôles de l'horizon et du méridien. Ses deux pôles sont les intersections de l'horizon et du méridien, c'est-à-dire les points nord et sud, et on l'appelle orient-[**21**] occident parce qu'il passe par les deux points appelés le lever équinoxial et le coucher équinoxial.

Le neuvième cercle est celui d'ἔξαρμα ou de hauteur (2). C'est un grand cercle qui passe par les pôles de l'horizon, c'est-à-dire par les deux points situés l'un au-dessus de la tête, l'autre sous les pieds, et par l'extrémité d'une droite qui part du centre de l'univers, passe par une étoile et va vers l'intersphère supérieur. On appelle hauteur de l'étoile, l'arc compris entre l'extrémité de cette droite et l'horizon, quand l'étoile est au-dessus de la terre; on l'appellerait profondeur si l'étoile était en dessous de la terre. Ce cercle coupe l'horizon en deux points diamétralement opposés qui ne sont pas fixes, mais se déplacent, en même temps que la hauteur augmente depuis un point sur l'horizon jusqu'à ce que l'étoile arrive au méridien. Le cercle de hauteur se confond alors avec le méridien. Et l'arc de méridien compris entre l'extrémité de la droite dont nous avons parlé et l'horizon est ce qu'on appelle la hauteur maximum de l'astre. Quand l'étoile se déplace vers l'occident, le cercle de hauteur quitte le méridien, et son intersection avec l'horizon se déplace jusqu'à ce que l'astre atteigne l'horizon et que sa hauteur s'annule.

(1) Ce Théodose, auteur grec, aurait vécu depuis l'an 40 jusqu'à la fin du 1er siècle. Son ouvrage, *Sphæricorum libri III*, a eu de nombreuses traductions et éditions. Cf. Harles, B. G., IV, p. 21. Il fut traduit en arabe par Nassir-Eddin. Cf. Assémani, *Cod. Orient. Bibl. Laur. Medic.*, page 381. Le titre de l'ouvrage de Théodose est : Σφαιρικά. Il fut publié en 1709 à Oxford par Jean Hunt. — Pappus reprit et remania Théodose dans le livre VI de ses collections mathématiques éditées à Berlin par Huntsch, 1876-1878. Voir aussi Carra de Vaux, *Notice sur deux manuscrits arabes*, *Journ. as.*, mars-avril 1891, p. 287.

(2) الارتفاع A *in marg.*

[22] CHAPITRE SECOND

Sur les intersphères du soleil.

Il y aura cinq sections :

PREMIÈRE SECTION

NOMBRE DES INTERSPHÈRES DU SOLEIL.

Les anciens ont trouvé deux intersphères particuliers qui composent l'intersphère total du soleil : celui de la similitude des signes du zodiaque (1) et celui de l'excentrique (2). L'intersphère de la similitude est un solide sphérique ayant un centre, c'est-à-dire dont le centre coïncide avec celui de l'univers. Il est compris entre deux surfaces parallèles. La surface extérieure touche l'intérieure de l'intersphère de Mars et sa surface intérieure touche l'extérieure de la similitude de Vénus. On l'appelle intersphère semblable à celui des signes du zodiaque, parce que sa zone est dans le même plan que la zone des signes du zodiaque. — L'intersphère de l'excentrique est un solide sphérique dont le centre ne coïncide pas avec celui de l'univers. Il est compris entre deux surfaces parallèles. La surface extérieure touche la surface extérieure de la similitude en un point qui leur est commun. — Le soleil est un solide sphérique [23] fixé dans le corps de l'excentrique dont l'écartement est égal à son diamètre.

(1) Ainsi nommé surtout parce qu'il a même centre et même mouvement (précession) que l'intersphère des étoiles fixes. Il lui est donc *semblable*. Nous l'appellerons *de la similitude*. Chaque planète aura cet intersphère particulier puisque le mouvement de chaque planète est affecté de la précession. M. Sédillot, après Golius, l'appelle *sphère homocentrique* (مماثل المركز) : C'est « une sphère qui a le même centre, le même écliptique et les mêmes pôles que la sphère des signes ». *Prolégomènes des tables d'Oloug Beg*, t. II, p. 132. MM. Rudloff et Hochheim conservent le nom arabe et l'appellent *Mumattalsphære*, d. i. die gleichlaufende, Z. D. M. G., t. XLVII, pp. 222, 225, 229.

(2) خارج المركز A *in marg.* — Cf. Al-Fergani, p. 47.

SECONDE SECTION

COMMENT FURENT TROUVÉS LES INTERSPHÈRES DU SOLEIL.

Les premiers qui se livrèrent à une observation attentive du soleil ne lui trouvèrent pas des mouvements identiques (1) dans les diverses parties du zodiaque. Mais, dans la partie boréale, de l'origine du Bélier à l'origine de la Balance, ils lui trouvèrent un mouvement moins rapide. C'était le contraire dans la partie australe, du commencement de la Balance à l'origine du Bélier. Ils observèrent aussi les éclipses de soleil. Ils virent que le soleil est plus que couvert par l'ombre au milieu du temps où il va le moins vite, c'est-à-dire au commencement du Cancer; tandis qu'au milieu du temps où il va le plus vite, c'est-à-dire au commencement du Capricorne, non seulement il n'y a pas surabondance d'ombre, mais on voit même une couronne lumineuse autour de l'ombre qui existe. D'où ils connurent avec évidence que le soleil est plus loin du centre de l'univers au milieu du temps où il va moins vite, d'où il paraît plus petit, et il est plus près quand il va plus vite, d'où il paraît alors plus grand. Ils conclurent donc que le cercle qui porte le soleil et le fait tourner est un excentrique; le soleil en décrit plus de la moitié dans les signes du zodiaque où il paraît aller moins vite, et moins de la moitié dans les autres, d'où le même mouvement (uniforme) semble tantôt retardé et tantôt accéléré. Quand le soleil est au milieu de la partie [**24**] plus grande que la moitié de la circonférence, on dit qu'il est à l'apogée, c'est-à-dire à la plus grande distance de la terre; au milieu de l'autre partie, qui est moindre qu'une demi-circonférence, il est au périgée, c'est-à-dire le plus près de la terre.

Les derniers savants depuis Ptolémée remarquèrent un petit déplacement pour l'apogée et le périgée dans les signes du zodiaque. Aussi ils donnèrent au soleil un autre intersphère, celui de la similitude des signes du zodiaque; il porte l'excentrique et fait passer chacune de ses parties d'un degré à l'autre.

Si, au lieu d'excentrique, on prend un cercle concentrique (2) portant un épicycle, qui ferait mouvoir le soleil en sens ré-

(1) غير متشابهة A *in marg.*

(2) Dont le centre est au centre du monde.

trograde (1) de la quantité dont se meut le centre du soleil, pendant que le cercle avec centre se meut lui-même en sens direct dans les signes du zodiaque, de manière que les deux cercles soient terminés simultanément, le même retard aura encore lieu dans la moitié apogée et la même avance dans la moitié périgée. Mais Ptolémée a choisi l'hypothèse de l'excentrique qui est plus simple et n'introduit qu'un seul mouvement direct (2). Il ne voulut pas de l'hypothèse de l'épicycle qui exige deux mouvements, l'un direct et l'autre rétrograde, parce que la nature, autant que possible, fait les choses de la manière la plus facile à saisir et la plus simple.

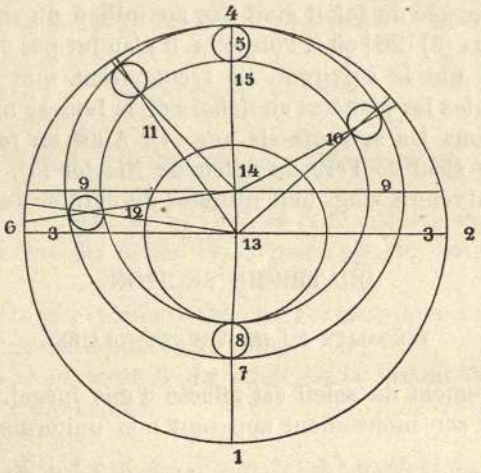


Fig. 4

1. Commencement (tête) du Capricorne. — 2. Commencement du Bélier. — 3. Diamètre des signes du zodiaque. — 4. Commencement du Cancer. — 5. Soleil à l'apogée lorsque *l'équation* s'annule. — 6. Commencement de la Balance. — 7. Complément extérieur (3). — 8. Soleil au périgée, lorsque l'équation (du centre) s'annule. — 9. Diamètre de l'excentrique. — 10. Angle de l'équation (du centre) qui augmente. — 11. Angle de l'équation (du centre) qui diminue. — 12. Angle maximum de l'équation. — 13. Centre du zodiaque. — 14. Centre de l'excentrique. — 15. Complément intérieur.

(1) Sens du mouvement diurne.

(2) Εὐλογώτερον δὲ ἂν εἴη περιαφθῆναι τῇ κατ' ἐκκεντρότητα ὑποθέσει ἁπλουστέρᾳ οὔσῃ, καὶ ὑπὸ μιᾶς, οὐχὶ δὲ ὑπὸ δύω κινήσεων συντελουμένῃ (Ptol., *Alm.*, III, 4).

(3) Les parties 7 et 15 laissées en dehors de l'excentrique appartiennent

TROISIÈME SECTION

MOUVEMENTS DES INTERSPHÈRES DU SOLEIL.

[25] Il y a deux mouvements simples qui font varier la position du soleil : le premier est celui de l'excentrique qui se meut dans les signes du zodiaque de 59 minutes 8 secondes par jour (1) et entraîne avec lui la sphère du soleil. L'autre mouvement est celui du concentrique (2) ; il est égal au mouvement des étoiles fixes et a lieu aussi dans le sens direct. Il entraîne avec lui toutes les parties de l'excentrique, l'apogée, le périgée et le reste, ainsi que la sphère du soleil. Ce mouvement échappa à Ptolémée. Il crut que l'apogée du soleil était fixe au milieu du sixième degré des Gémeaux (3) [26] où il l'observa. Il n'en fut pas de même des astronomes qui le suivirent. Ils reconnurent que l'apogée du soleil et toutes les planètes en dehors de la lune se mouvaient de un degré tous les soixante-six ans (4). Ainsi au printemps de cette année 1590 de l'ère de Séleucus Nicator (5), l'apogée du soleil est parvenu à vingt-huit minutes du dernier degré des Gémeaux.

QUATRIÈME SECTION

INÉGALITÉ DU MOUVEMENT SOLAIRE.

Le mouvement du soleil est affecté d'une inégalité, en vertu de laquelle son mouvement apparent non uniforme et composé

toutes deux au *concentrique* ou *intersphère du soleil*. Elles se complètent donc l'une l'autre et sont appelées complément.

(1) C'est exact. Cf. Wolf, *Astronomie et géodésie*, Paris, 1891, p. 230.

(2) المثل, (sphère de) la similitude, A *in marg.*

(3) C'est-à-dire en 5° 30′ des Gémeaux (*Almageste*, III, 7). — Maçoudi (*Le livre de l'avertissement et de la révision*, trad. Carra de Vaux, pp. 295-296) nous dit aussi : « Tabit ben-Corrah, le sabéen de Harran, a composé un traité pour appuyer l'opinion d'Hipparque qui affirmait que l'apogée du soleil se meut, contrairement à Ptolémée. »

(4) Bar-Hebræus confond le mouvement de l'apogée du soleil avec le mouvement de précession dont il a déjà parlé chap. I, sect. 8. Le mouvement de précession est commun à tous les astres, il est de 50″ par an. Le mouvement de l'apogée a des valeurs différentes pour chaque planète. Pour le soleil il est de 11″ par an. Nassir-Eddin semble commettre la même confusion ; cf. Al-Tazkireh, fol. 21v-22.

(5) L'ère de Séleucus Nicator commence treize ans après la mort

est plus grand ou plus petit que son moyen mouvement uniforme et simple. Cette inégalité est l'angle formé au centre du soleil par le concours de deux droites qui partent des centres de ses deux intersphères, qui sont le centre de l'univers et celui de l'excentrique. Cet angle de l'inégalité est maximum aux deux distances moyennes; il s'annule à l'apogée et au périgée à cause de la superposition des deux lignes qui partent des centres; sa grandeur maximum est égale à la distance des deux centres. Ptolémée l'estimait à deux degrés et demi (1) et d'autres à deux degrés et cinq minutes, sachant que l'on a partagé en soixante degrés le demi-diamètre de l'excentrique (2). Cet angle d'inégalité [**27**] est encore appelé *l'équation* (3), pour le soleil et les autres planètes; parce que c'est l'accroissement ou la diminution qu'il apporte aux mouvements uniformes qui les fait paraître non uniformes.

CINQUIÈME SECTION

EXPLICATION DES NOMS QUI SE RAPPORTENT AU SOLEIL.

L'apogée du soleil (4) est l'arc de l'écliptique compris entre le commencement du Bélier et le point apogée dans le sens direct.

Le centre (5) du soleil est l'arc de l'excentrique compris entre le point apogée et la sphère du soleil.

Le moyen mouvement (6) du soleil est la somme des deux arcs de l'apogée et du centre.

d'Alexandre. V. *infra* II, ch. v, sect. 7. Cet ouvrage-ci fut donc écrit en 1279.

(1) Ou plutôt à 2° 23′, ce qui fait encore 28′ de trop. Cf. Delambre, *Astronomie ancienne*, t. II, p. 137.

(2) « La droite entre ces centres est à peu près la vingt-quatrième partie du rayon de l'excentrique » (*Alm.*, III, 4). Cela fait bien deux parties et demie. Nassir-Eddin (fol. 21ᵛ) donne les mêmes nombres que B.-H.

(3) *L'équation du centre*, c'est-à-dire la quantité à ajouter pour rapporter le mouvement du soleil au centre de l'univers. Cf. Wolf, p. 207. Pour Ptolémée, c'est *l'anomalie* (ἀνωμαλία) du soleil. Pour Gagmini c'est *la rectification*, ce qui était le sens du mot *équation* quand on l'a appliqué à l'inégalité du soleil.

(4) أوج الشمس A *in marg.*

(5) مركز الشمس A *in marg.*

(6) الوسط الشمس A *in marg.*

L'équation du centre (1) du soleil est l'arc d'écliptique compris entre les extrémités de deux lignes partant, l'une du centre de l'excentrique, l'autre du centre de l'univers, pour se rencontrer au centre du soleil.

La longitude (2) du soleil est l'arc d'écliptique compris entre le commencement du Bélier et l'extrémité d'une ligne qui part du centre de l'univers et passe au centre du soleil. Quand le soleil descend de l'apogée au périgée, on retranche l'équation du centre du mouvement moyen, et quand le soleil monte du périgée à l'apogée, on l'ajoute au mouvement moyen. On a ainsi la longitude.

CHAPITRE TROISIÈME

Des intersphères de la lune.

Il y aura huit sections :

[28] PREMIÈRE SECTION

NOMBRE DES INTERSPHÈRES DE LA LUNE.

Les sages reconnaissent quatre intersphères particuliers, dont se compose l'intersphère total de la lune.

Le premier intersphère est appelé *de la similitude.* C'est un solide sphérique avec centre compris entre deux surfaces parallèles; l'extérieure touche la surface intérieure de la similitude de Mercure et l'intérieure touche la surface extérieure de l'intersphère oblique.

Le second intersphère est appelé *oblique* (3). C'est un solide sphérique avec centre, compris entre deux surfaces parallèles; l'extérieure touche la surface intérieure du premier et l'intérieure touche la surface extérieure de la sphère de feu. La zone

(1) *Rectification der Sonne*, Z. D. M. G., t. XLVII, p. 238. التعديل A *in marg.*

(2) Le mot syriaque ܐܪܟܐ indiquerait plutôt l'ascension *droite*, mais la quantité définie est la longitude. — *Die Hauptrichtung der Sonne*, Z. D. M. G., *loc. cit.*; تقويم الشمس A *in marg.*

(3) Cet intersphère qui n'existait pas pour le soleil, mais va exister pour toutes les autres planètes, a pour but de déterminer le mouvement *en latitude.* On pourrait donc l'appeler intersphère de l'orbite.

de cet intersphère coupe la zone de la similitude en deux points qu'on appelle nœuds. Le nœud à partir duquel la lune va au nord s'appelle ἀναβιβάζων [nœud ascendant] et celui à partir duquel elle va au sud s'appelle καταβιβάζων [nœud descendant] (1).

Le troisième intersphère est appelé *de l'excentrique*. C'est un solide sphérique, dont le centre est au delà de celui du zodiaque ou de l'univers. Il est compris entre deux surfaces parallèles. L'extérieure touche la surface extérieure de l'oblique en un point qui leur est commun, et qu'on appelle *apogée*. L'intérieure touche la surface intérieure du même en un point commun aux deux, qu'on appelle *périgée*. Comme cet excentrique porte l'épicycle, on l'appelle aussi *déférent*.

[29] *Le quatrième intersphère* est appelé *épicycle*. C'est un solide sphérique, qui n'entoure pas la terre, mais est fixé dans le corps de l'excentrique, dont son unique surface touche en deux points les deux surfaces. Le point de contact situé sur la surface extérieure de l'excentrique est appelé apogée de l'épicycle ou proprement *khougto* (2), et le point de contact sur la surface intérieure est appelé périgée de l'épicycle ou proprement *khézo*.

La lune est un corps sphérique compact fixé sur le corps de l'épicycle comme une perle sur un anneau. Leurs deux surfaces se touchent en un point commun.

SECONDE SECTION

COMMENT FURENT TROUVÉS CES QUATRE INTERSPHÈRES.

Les anciens furent conduits à la découverte de l'épicycle, quand ils virent que le mouvement de la lune est tantôt accéléré et tantôt retardé. Cette accélération ou ce retard peuvent lui arriver dans tous les signes du zodiaque et pas seulement dans quelques-uns, comme il arrive au soleil. En conséquence ils décrétèrent et décidèrent qu'une telle inégalité ne pouvait être rattachée à

(1) Ces noms grecs se trouvent déjà dans Sergius de Reschaina : ܐܢܫ ܕܡܬܠܩ ܒܗ ܠܣܗܪ ܡܢ ܕܪܡܐ ܠܥܠ ܡܢ ܕܡܬܠܩ ܒܗ ܠܣܗܪ ܠܬܚܬ. Sachau, *Ined. syriaca*, p. 106, l. 6.

(2) Ce mot, qui vient de חוּג, signifiait cercle. — Cf. le Oudj (أوج) des Arabes, en latin Aux, en sanscrit Outchtcha qui signifie aussi apogée. Voir *Ac. des Inscr.*, *Mémoires*, XVIII, II, p. 325. — Le *khézo* est le point *vu* (de la terre).

un excentrique, mais bien à un épicycle, lequel, grâce au mouvement de l'excentrique déférent, passe successivement dans tous les signes du zodiaque. Ainsi le mouvement de la lune étant rétrograde sur la partie supérieure de l'épicycle, paraîtra alors moins rapide, tandis que sur la partie inférieure il sera direct, et paraîtra donc plus rapide; cela peut avoir lieu dans [30] les douze signes du zodiaque, puisque l'épicycle y passe.

On trouva l'intersphère de l'excentrique qui porte l'épicycle, en remarquant qu'au milieu du temps où la lune va moins vite, c'est-à-dire au khougto (1), elle paraît tantôt plus proche de la terre, c'est-à-dire plus grande, et tantôt plus éloignée, c'est-à-dire plus petite. De même au milieu du temps où elle va le plus vite, c'est-à-dire au khézo (2), elle paraît tantôt plus grande et tantôt plus petite. On connut par là que le déférent est un excentrique, parce que, s'il était un concentrique, la lune ne paraîtrait jamais grande au khougto ni petite au khézo. — Les anciens trouvèrent l'intersphère *oblique* parce qu'ils virent que la lune ne se déplace pas constamment dans le plan du zodiaque, mais s'en éloigne d'à peu près cinq degrés (3) au nord et au sud. — Ils trouvèrent encore l'intersphère *de la similitude des signes du zodiaque* parce que les éclipses de soleil et de lune ont lieu dans toutes les parties du zodiaque. Cela montre donc qu'il y a un autre intersphère faisant tourner d'un mouvement rétrograde l'intersphère oblique et les deux nœuds auxquels ont lieu les éclipses, et on doit l'appeler « de la similitude des signes du zodiaque » parce que sa zone est dans le plan de ces signes.

TROISIÈME SECTION

MOUVEMENT DES INTERSPHÈRES DE LA LUNE.

Les mouvements uniformes et simples de la lune sont au nombre de quatre, et constituent le mouvement varié apparent.

Le premier mouvement est celui de l'intersphère de la similitude. Il est de trois [31] minutes onze secondes par jour dans le sens rétrograde. Il entraîne dans son mouvement rétrograde les

(1) Apogée de l'épicycle. Cf. *supra* sect. 1.
(2) Périgée de l'épicycle. Cf. *supra* sect. 1.
(3) C'est l'inclinaison de l'orbite lunaire sur le zodiaque. Elle est en réalité de 5° 8′ 48″.

nœuds ascendant et descendant, aussi on l'appelle *mouvement des nœuds* (1).

Le second mouvement est celui de l'intersphère oblique. Il est rétrograde et de onze degrés neuf minutes par jour. Il déplace, dans le sens rétrograde, l'apogée de l'excentrique, aussi on le nomme *mouvement de l'apogée* (2).

Le troisième mouvement est celui de l'excentrique qui porte l'épicycle. Il est chaque jour de vingt-quatre degrés vingt-trois minutes (3) autour du centre de l'univers et dans le sens direct. Il déplace avec lui le centre de l'épicycle, aussi on l'appelle *mouvement du centre*. On l'appelle aussi *distance double,* parce que la distance du centre de l'épicycle à l'apogée est double de sa distance au soleil, c'est-à-dire que le soleil est au milieu entre les deux, comme on le démontre (4). Ainsi quand l'épicycle est à l'apogée de l'excentrique en un point du zodiaque, il s'éloigne de l'apogée de vingt-quatre degrés vingt-trois minutes en un jour et cela dans le sens direct. Mais les intersphères de la similitude et de l'orbite se meuvent de onze degrés douze minutes en sens rétrograde. Il reste donc treize degrés onze minutes (5), dans le sens direct, pour la distance du centre de l'épicycle au point du zodiaque, et ce reste est appelé *mouvement moyen* de la lune.

(1) Pour la lune seule, selon Bar-Hebræus (cf. *supra* ch. II, sect. 3), le mouvement de « la similitude » est différent de la précession qu'il n'a pas su distinguer du mouvement de l'apogée. Il en donne la raison au 1° de la 5me section; on ne compte pas de précession pour la lune, le mouvement des nœuds la comprend. D'après Gagmini (p. 228), ce mouvement est de 3′ 10″ 57‴ et il est appelé « mouvement de la tête et de la queue ». Car les nœuds étaient aussi appelés la tête et la queue du Dragon, et on les figure encore aujourd'hui par un signe qui rappelle un serpent enroulé. — Cette section se trouve dans Nassir-Eddin.

(2) Même grandeur chez Ptolémée, *Alm.*, V, 2, éd. Halma, p. 290, et chez Al-Fergani, p. 51-52. — 11° 9′ 7″ 43‴ chez Gagmini, p. 228.

(3) Golius donne ici 14° 23′, mais c'est une faute de traduction. Son texte porte bien (Al-Ferg., p. 51) اربعا وعشرين درجة وثلثا وعشرين دقيقة. Ainsi tous les nombres donnés par Al-Fergani concordent avec ceux de Bar-Hebræus. Ce sont du reste les nombres de Ptolémée, *Alm.*, V, 2. — Gagmini donne aussi 24° 22′ 22″; MM. Rudloff et Hochheim ont cru à une erreur parce qu'ils ne se sont pas aperçus de la faute de traduction de Golius, Z. D. M. G., t. XLVII, p. 230.

(4) Énoncé aussi dans Al-Fergani, p. 52, et expliqué ci-dessous, sect. 5, 2°.

(5) On trouve en marge : *Éclaircissement :* c'est-à-dire trois minutes pour l'intersphère de la similitude et onze degrés neuf minutes pour l'intersphère de l'orbite.

Le quatrième mouvement est celui de l'épicycle qui se meut et meut la lune avec lui de treize degrés quatre minutes par jour (1). Ce mouvement [**32**] est rétrograde sur la partie supérieure de l'épicycle, on le nomme *mouvement propre*.

QUATRIÈME SECTION

INÉGALITÉS DES MOUVEMENTS DE LA LUNE.

Les mouvements lunaires comportent trois inégalités manifestes et une quatrième qui n'a pas été beaucoup étudiée.

La première inégalité est l'angle formé au centre de l'univers par deux lignes qui en partent et passent, l'une par le centre de l'épicycle quand il est à l'apogée de l'excentrique, c'est-à-dire à la conjonction et à la pleine lune, l'autre par la lune. Sa grandeur maximum est donnée par le rayon de l'épicycle, à savoir aux deux distances moyennes, quand la ligne qui passe par la lune est tangente à l'épicycle et ne le coupe pas. Par des observations avec les instruments on a trouvé cinq parties et une minute (2), sachant que le rayon de la similitude est partagé en soixante de ces parties. Sa grandeur est moindre quand la lune se trouve aux autres points de la zone de l'épicycle, et cette inégalité s'annule même quand la lune est au khougto et au khézo. On la nomme aussi *unique* (3) parce que les anciens ne se servaient que d'elle; ils croyaient, en effet, que le déférent était un (cercle) concentrique. Dans les tables, on l'appelle *troisième angle d'inégalité* (4), et cet angle est compris dans le mouvement propre.

La seconde inégalité consiste dans l'augmentation de l'angle de la première, quand l'épicycle se déplace de l'apogée [**33**] de l'excentrique vers les autres points. Elle atteint sa grandeur maximum quand l'épicycle est au périgée de l'excentrique, c'est-à-dire aux deux quadratures du soleil, la lune étant aux distances moyennes. Des observations avec les instruments donnèrent alors deux de-

(1) Sic Al-Fergani, p. 51; Gagmini, p. 231, donne 13° 3′ 53″.

(2) C'est bien le maximum donné par Ptolémée dans sa table de la première et simple anomalie de la lune, *Alm.*, IV, 9, éd. Halma, p. 273. Nassir-Eddin donne 5° $\frac{1}{4}$.

(3) التعديل المفرد يسمى A *in marg.*

(4) En marge : deuxième. C'est ce que Ptolémée appelle πλάτους καὶ μῆκους προσθαφαίρεσις ἐπικύκλου. *Almageste*, t. I, p. 317.

grés trente-neuf minutes (1). Sa grandeur est moindre quand la lune est aux autres points de la zone de l'épicycle. Dans les tables, cette inégalité, comptée au périgée de l'excentrique, est appelée *inégalité du périgée* et comprise dans le mouvement propre; aux autres points, du périgée à l'apogée de l'excentrique, elle est appelée différence des *soixantièmes* (2) et elle est comprise dans le mouvement du centre.

La troisième inégalité est l'angle formé au centre de l'épicycle par deux lignes qui partent l'une du centre de l'univers et l'autre du point appelé πρόσνευσις (3), en face duquel est l'apogée de l'épicycle auquel commence le mouvement propre et que l'on appelle khougto moyen. Le khougto qui est à l'extrémité de la ligne partant du centre de l'univers est appelé apparent. Le point πρόσνευσις est du côté du périgée de l'excentrique à dix parties dix-sept minutes du centre de l'univers (4) qui est lui-même à égale distance du centre de l'excentrique. La grandeur maximum de cet angle est de treize parties et neuf minutes quand la lune est en croissant ou arrondie aux trois quarts, [34] c'est-à-dire près de l'hexagone et du triangle du soleil. En effet, quand l'épicycle est distant de

(1) Deux parties et deux tiers selon Nassir-Eddin.

(2) Διαφορὰ ἑξηκοστῶν. C'est, dans Ptolémée : ἐπικύκλου διαφορά. Cf. *Almageste*, t. I, p. 317.

(3) Cf. *Almageste*, I, p. 298, l. 14. — Une note arabe dans les mss. A et C nous apprend que c'est le point mohazat. — Ainsi est tranchée la controverse sur la découverte de la variation qui est pour nous la troisième inégalité lunaire. On n'avait pas encore mis en relief le passage de Ptolémée relatif à ce point πρόσνευσις quand, en 1836, M. Sédillot trouva dans Aboul-Wéfa une troisième inégalité nommée *mohazat*. Il annonça que c'était la variation. Cette inégalité aurait donc été découverte par Aboul-Wéfa et non par Tycho-Brahé auquel on l'avait attribuée jusqu'alors. En 1843, M. Munk signala « la prosneuse » de Ptolémée et affirma qu'Aboul-Wéfa n'avait fait que changer son nom et l'appeler troisième inégalité. — La controverse se prolongea jusque vers 1867 entre MM. Sédillot, Chasles, Biot et Bertrand. On voit qu'elle n'existait pas pour les Arabes qui lisaient Bar-Hebræus puisque en face de « la prosneuse » ils écrivaient : C'est « le mohazat ». Nassir-Eddin appelle mohazat le point πρόσνευσις et le place à 10 parties neuf minutes du centre de l'univers. — Aboul-Wéfa donnait 45′ pour grandeur du mohazat, parce qu'au lieu d'évaluer une longueur sur le rayon du monde, il évaluait sans doute un angle correspondant à cette longueur. — Nous avons déjà publié ce passage de Bar-Hebræus : Cf. *La troisième inégalité lunaire dans Aboul-Faradj* (Bar-Hebræus), *Bulletin astronomique*, t. X, juin 1893.

(4) Ptolémée donne 10^{p} 18 et 10^{p} 20, soit en moyenne 10^{p} 19. Cf. *Almageste*, t. I, pp. 304 et 308.

l'apogée de l'excentrique de quatre ou de huit signes du zodiaque, le soleil est lui-même distant (du centre) de l'épicycle de deux ou de quatre signes du zodiaque, parce qu'il se trouve au milieu entre ce centre et l'apogée, comme on le démontre (1). Dans les tables, cette inégalité des deux apogées est appelée premier *angle* et elle est comprise dans le mouvement du centre.

La quatrième inégalité provient de ce que la longitude du lieu, c'est-à-dire la place de la lune, comptée sur l'intersphère oblique à partir des nœuds, n'est pas constamment la même que la longitude du lieu de la lune sur la surface de la similitude. Les longitudes de ces deux lieux ne sont pas égales, si ce n'est quand la lune a monté d'un quadrant de cercle à partir des nœuds, quand le cercle de latitude passe par les pôles de l'orbite et du zodiaque et partage ces deux derniers cercles en deux parties égales, les nœuds se trouvant au milieu de chacune de ces parties. Comme cette inégalité est très petite, elle n'a pas encore été beaucoup étudiée (2).

CINQUIÈME SECTION

DES CHOSES PARTICULIÈRES A LA LUNE.

Il y a trois choses qui arrivent tout particulièrement à la lune.

Première chose. Le mouvement des étoiles fixes n'est pas sensible pour la lune, et cela ne tient pas à ce qu'on le néglige à cause de son extrême petitesse en présence des mouvements rapides. En effet, quand bien même il ne serait pas sensible dans les temps rapprochés, il ne laisserait pas, grâce aux observations anciennes, d'apporter une grande confusion dans les éclipses de soleil [35] et de lune, calculées d'après le mouvement des nœuds tel qu'il est donné dans les tables. Mais cela tient à ce que l'intersphère de la similitude dans son mouvement rétrograde comprend, outre le mouvement bien connu des nœuds, celui des étoiles fixes (3).

(1) Voir ci-dessus sect. 3, *troisième mouvement*, et ci-dessous sect. 5, *deuxième chose*.

(2) On corrigerait les mouvements de la lune de cette anomalie en les rapportant à l'équateur. On se servirait pour cela de la dernière colonne de la table de Ptolémée qui donne la latitude (πλάτους) de la lune. C'est sans doute cette colonne qui a donné à quelques auteurs l'idée d'une quatrième inégalité. Bar-Hebræus semble suivre ici Nassir-Eddin.

(3) La précession. Al-Fergani donne ce mouvement comme le cinquième

Alors le mouvement direct des étoiles fixes se retranche du mouvement rétrograde des nœuds, et c'est la différence qui constitue le mouvement apparent des nœuds de la lune.

La deuxième chose consiste en ce que le soleil reste à égale distance entre l'apogée de l'excentrique et le centre de l'épicycle de la lune; cela tient à ce que dans toutes les conjonctions et toutes les pleines lunes, l'épicycle se trouvant à l'apogée, il en résulte qu'au temps des conjonctions, comme le soleil se meut chaque jour de cinquante-neuf minutes dans le sens direct d'après son mouvement moyen et comme l'apogée se meut de onze degrés douze minutes dans le sens rétrograde, grâce aux mouvements de la similitude et de l'oblique, le soleil en somme s'éloigne de l'apogée de douze degrés onze minutes.

Cette quantité est diminuée chaque jour de vingt-quatre degrés vingt-trois minutes par le mouvement de l'excentrique qui porte l'épicycle et le fait mouvoir dans le sens direct. Il reste donc douze degrés onze minutes pour la distance du soleil à l'apogée. Ainsi le soleil est constamment à égale distance de l'apogée de l'excentrique et du centre de l'épicycle (1). Donc, au moment où l'apogée arrive d'un mouvement rétrograde en quadrature avec le soleil, le centre de l'épicycle arrive nécessairement au périgée d'un mouvement direct et sera ainsi à l'autre quadrature du soleil, et quand l'apogée, [**36**] partant d'une quadrature, arrivera dans son mouvement rétrograde au point diamétralement opposé au soleil, alors le centre de l'épicycle, partant de l'autre quadrature, arrivera à l'apogée d'un mouvement direct. Ainsi dans les pleines lunes aussi bien que dans les conjonctions, le centre de l'épicycle est toujours à l'apogée de l'excentrique.

La troisième chose est le manque pour la lune de stations et de rétrogradations, bien qu'elle se meuve sur un épicycle comme les cinq autres planètes qui ont des stations et des rétrogradations; il n'en est pas de même pour la lune, elle va seulement plus ou moins vite. Cela provient de ce que le mouvement propre (de l'épicycle) qui entraîne la lune de treize degrés quatre minutes sur la partie supérieure de l'épicycle et dans le sens rétrograde,

de la lune. Il est plus naturel de le comprendre dans le mouvement des nœuds, comme le fait Bar-Hebræus. Golius (p. 53) commet encore ici une faute de traduction; il donne *quotannis per gradum unum*, quand le texte porte : كل مائة سنة جزء واحد, un degré par cent ans.

(1) On trouve des calculs analogues, conduisant aux mêmes conclusions, dans Al-Fergani, p. 52, et dans Gagmini, p. 258.

ne fait reculer la lune que de moins de deux degrés sur le zodiaque (1). Aussi le mouvement du centre de l'épicycle, qui est de treize degrés onze minutes, entraîne la lune dans le sens direct, le petit mouvement rétrograde est comme caché et n'apparaît pas.

SIXIÈME SECTION

DES CHOSES, ÉTRANGÈRES A LA NATURE DES INTERSPHÈRES, QUI APPARAISSENT DANS L'ÉPICYCLE DE LA LUNE.

Deux choses étrangères à la nature des intersphères ont été découvertes à l'aide des observations lunaires.

La première chose consiste en ce que l'épicycle qui tourne autour du centre de l'excentrique devrait en des temps égaux décrire autour de ce centre des angles égaux. Or, il n'en est rien; ces angles égaux sont décrits autour du centre de l'univers; c'est-à-dire que l'épicycle dans sa marche uniforme intercepte [37] des arcs proportionnels au temps sur l'écliptique et non sur l'excentrique.

La seconde chose consiste en ce que le khougto droit auquel commence le mouvement moyen du mouvement propre (2), devrait être en face du centre de l'excentrique déférent. Or, il ne se trouve pas en face de ce centre ni en face du centre de l'univers autour duquel il décrit des angles égaux dans des temps égaux, mais il se trouve constamment en face d'un autre point que nous avons appelé πρόσνευσις.

SEPTIÈME SECTION

SUR LES TACHES QUI APPARAISSENT A LA SURFACE DE LA LUNE.

Au sujet de la cause des taches obscures qui apparaissent à la surface de la lune, il y a autant d'opinions que de savants. Pour quelques-uns ce sont des formes de montagnes et de mers qui

(1) C'est-à-dire 13° 4′ mesurés au centre de l'épicycle déterminent un arc d'épicycle qui est vu du centre du monde sous un angle inférieur à deux degrés.

(2) A partir duquel on compte le mouvement uniforme de la lune sur l'épicycle.

se peignent sur le miroir poli de la lune où nous les voyons. Pour d'autres, des étoiles obscures situées devant la lune y produisent les taches (1). D'autres enfin disent que des vapeurs comme des nuages s'élèvent des éléments du feu vers la lune et l'obscurcissent. Aboulfarag, prêtre et moine à Bagdad (2), dit que c'est l'obscurité des parties qui ne sont pas en face du soleil, qui obscurcit ainsi le côté éclairé. Enfin le directeur du nouvel observatoire de Maragha (3) prétend qu'il y a à la surface de la lune des corps, de forme et de positions diverses, qui ne sont pas également éclairés par le soleil et qui obscurcissent certaines parties, mais je dis que ces deux dernières opinions sont fausses, parce que [38] ces taches apparaissent aussi du côté qui n'est pas en face du soleil, c'est-à-dire à la nouvelle aussi bien qu'à la pleine lune (4).

(1) Pour Moïse Bar-Képha, ce sont des excavations : ܐܡܪ ܐܝ ܕܡܚܘ ܗܘ ܕܒܟ ܐܢܘܢ ܕܡܬܚܙܝ ܒܗ ܕܡܟܣܝ ܐܝܟ ܕܒܥܝܢ

HUITIÈME SECTION

EXPLICATION DES NOMS DONNÉS AUX CHOSES LUNAIRES.

L'apogée de la lune (1) est l'arc de l'intersphère oblique compris entre le point immobile du commencement du Bélier et le point apogée; il est compté dans le sens direct.

La distance double (2) est l'arc de l'oblique compris entre l'apogée et l'extrémité d'une ligne qui part du centre de l'univers et passe au centre de l'épicycle. On le compte dans le sens direct.

Le mouvement moyen (3) est l'arc de l'intersphère oblique compris entre le point immobile commencement du Bélier et l'extrémité de la ligne dont nous venons de parler. On le compte dans le sens direct.

Le mouvement propre moyen est l'arc de la zone de l'épicycle compris entre le khougto moyen et la sphère de la lune; on le compte dans le sens rétrograde.

Le mouvement propre apparent est l'arc de la zone de l'épicycle compris entre le khougto apparent et la sphère de la lune. On le compte dans le sens rétrograde.

La longitude de la lune est l'arc du zodiaque compté dans le sens direct et compris entre le commencement du Bélier et l'extrémité de la ligne sur laquelle est la lune si elle n'a pas de latitude, ou bien entre le commencement du Bélier et le point auquel le cercle de latitude coupe la zone de la similitude.

Le mouvement moyen d'ascension (4) est l'arc du zodiaque compris entre le commencement du Bélier [39] et le nœud ascendant. On le compte en sens rétrograde.

La longitude du nœud ascendant est l'arc du zodiaque compris entre le commencement du Bélier et le nœud ascendant dans le sens direct; par exemple si l'on suppose que le nœud ascendant s'est déplacé, d'après son moyen mouvement dans le sens rétrograde, de quinze degrés à partir du commencement du Bélier, nous retranchons quinze de trois cent soixante, nous comptons le

(1) اوج القمر A *in marg.*
(2) البعد المضعف *Ibid.*
(3) وسط القمر *Ibid.*
(4) وسط الجوزهر A *in margine.*

reste depuis le commencement du Bélier dans le sens direct, et nous disons que cette longitude du nœud ascendant tombe au milieu du signe des Poissons.

Telle est la forme des intersphères de la lune. Regarde, puis loue Dieu qui enseigne aux mortels les choses spirituelles.

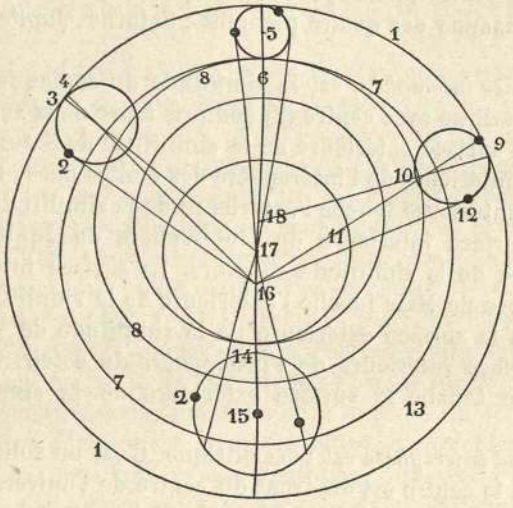


Fig. 5.

1. Intersphère de la similitude. — 2. Lune. — 3. Khougto apparent. — 4. Khougto moyen. — 5. Épicycle à l'apogée. — 6. Angle de l'inégalité du périgée. — 7. Intersphère oblique. — 8. Intersphère de l'excentrique. — 9. Khougto. — 10. Khézo. — 11. Angle de la seconde inégalité. — 12. Lune. — 13. Complément extérieur. — 14. Angle de l'inégalité de l'apogée. — 15. Épicycle au périgée. — 16. Prosneuse. — 17. Centre du monde. — 18. Centre du déférent (excentrique).

[40] CHAPITRE QUATRIÈME

Des sphères de quatre planètes : les trois supérieures et Vénus.

Il y aura sept sections :

PREMIÈRE SECTION

DU NOMBRE DES INTERSPHÈRES.

Il y a trois intersphères particuliers qui composent l'intersphère total de chacune des quatre planètes : Saturne, Jupiter, Mars et Vénus (1).

Le premier intersphère est la similitude du zodiaque. C'est un solide sphérique avec centre (2) compris entre deux surfaces parallèles; la surface extérieure de la similitude de Saturne touche la surface intérieure de l'intersphère des étoiles fixes, tandis que la surface intérieure touche l'extérieure de la similitude de Jupiter. La surface intérieure de l'intersphère de Jupiter touche l'extérieure de la similitude de Mars. La surface intérieure de l'intersphère de Mars touche l'extérieure de la similitude du soleil. Enfin la surface extérieure de la similitude de Vénus touche la surface intérieure de l'intersphère du soleil, tandis que l'intérieure touche la surface extérieure de la similitude de Mercure.

Le second intersphère est l'excentrique. C'est un solide sphérique, dont le centre est différent du centre de l'univers, compris entre deux surfaces parallèles dont l'extérieure touche la surface extérieure de la similitude du même astre en un point commun aux deux qui est l'apogée de l'excentrique, et dont l'intérieure touche aussi la surface intérieure de la similitude [**41**] en un point commun qui est le périgée. Cet intersphère de l'excentrique porte l'épicycle, aussi on le nomme encore déférent.

Le troisième intersphère est celui de l'épicycle. C'est un solide sphérique compact qui n'entoure pas la terre, mais est fixé dans l'épaisseur de l'excentrique entre ses deux surfaces, et son diamètre est égal à l'épaisseur de l'excentrique déférent, dont il touche la surface en deux points : l'un, à l'extérieur, est appelé le *khougto* de l'épicycle, et l'autre, à l'intérieur, le *khézo*.

(1) Bar-Hebræus ne se sert que des noms grecs des planètes. Saturne, Jupiter et Vénus étaient encore appelés ܩܘܢ, ܟܘܟܒ et ܐܐܪܣ. Voir en particulier notre édition des *Lois des pays* de Bardesane, Paris, 1899, chez Leroux, p. 21, l. 5 et 6; p. 22, l. 10 et 11 etc.

(2) C'est-à-dire dont le centre coïncide avec celui de l'univers ou de la terre.

Une étoile (planète) est un solide sphérique compact qui est fixé dans le corps de l'épicycle comme une perle sur un anneau et touche sa surface en un point.

SECONDE SECTION

COMMENT FURENT TROUVÉS CES TROIS INTERSPHÈRES.

Les anciens trouvèrent l'épicycle en remarquant que les étoiles marchent tantôt en sens direct de l'occident à l'orient, et tantôt en sens rétrograde de l'orient à l'occident, puis s'arrêtent pour revenir à leur première marche directe. Or, nous ne pouvons pas admettre pour les corps célestes ces stations et rétrogradations, parce qu'ils sont semblables et denses (?). C'est en exécutant leur révolution sur l'épicycle que ces astres nous paraissent stationner et rétrograder, bien qu'ils n'aient pas en réalité de stations ni de rétrogradations. [**42**] Leur marche rétrograde, c'est-à-dire de l'orient à l'occident, a lieu sur la partie inférieure de l'épicycle, et leur marche directe de l'occident à l'orient sur la partie supérieure, au contraire de la marche de la lune. — On découvrit que l'intersphère déférent est, pour ces astres, un excentrique, parce que, au milieu de leur mouvement direct, quand ils se trouvent au khougto de leur épicycle, ils sont constamment en conjonction avec le soleil; mais la durée de leur occultation sous ses rayons est tantôt plus courte et tantôt plus longue. Ce phénomène peut avoir lieu si l'épicycle tourne sur un excentrique. A l'apogée l'épicycle paraîtra petit et sortira rapidement, ainsi que l'astre, de dessous les rayons solaires. Au périgée on le verra plus grand, et il lui faudra plus longtemps, ainsi qu'à l'astre, pour sortir des rayons solaires. S'il se mouvait sur un concentrique, les durées des occultations de l'étoile seraient toujours les mêmes. — Les savants découvrirent l'intersphère de la similitude à cause du mouvement rétrograde de l'apogée, égal à celui des étoiles fixes (1). Cet intersphère entraîne dans son mouvement l'apogée, le périgée et tous les points de l'excentrique.

(1) Mais chaque planète a encore un mouvement de l'apogée distinct de la précession.

TROISIÈME SECTION

MOUVEMENTS DE CES QUATRE PLANÈTES.

Les mouvements uniformes et simples des trois planètes supérieures et de Vénus sont au nombre de trois.

Le premier mouvement qui affecte l'intersphère de la similitude est de un degré, dans le sens direct, tous les soixante-six ans, comme le mouvement des étoiles fixes. [**43**] Il fait passer l'apogée de l'excentrique d'un degré à l'autre, aussi on l'appelle mouvement de l'apogée.

Le second mouvement est celui de l'excentrique qui porte l'épicycle. Il a lieu dans le sens direct, de l'occident à l'orient, autour d'un point appelé centre de la mesure du mouvement (1). Il est pour Saturne de deux minutes par jour, pour Jupiter de cinq minutes, pour Mars de trente et une minutes, pour Vénus de cinquante-neuf minutes et huit secondes comme le mouvement du centre du soleil (2). Et parce que ce mouvement déplace dans le sens direct le centre de l'épicycle, on l'appelle mouvement du centre. On l'appelle aussi mouvement de latitude parce que sa zone est inclinée sur celle des signes du zodiaque, et la coupe aux deux nœuds ascendant et descendant. Cette obliquité est fixe et invariable pour les trois planètes supérieures, comme elle l'était pour la lune; mais pour Vénus l'obliquité diminue peu à peu jusqu'à ce que cette zone soit dans le plan de la zone des signes du zodiaque, alors elle cesse d'exister aussi bien que les nœuds. Puis la zone de l'excentrique s'incline de nouveau jusqu'à une certaine limite sur la zone du zodiaque pour s'en rapprocher encore.

Le troisième mouvement est celui de l'épicycle. Sa partie supérieure se meut dans le sens direct. Il déplace chaque jour Saturne de cinquante-sept minutes, Jupiter de cinquante-quatre, Mars de vingt-huit, c'est-à-dire de l'excédent du mouvement moyen du centre du soleil sur le mouvement moyen du centre de l'épicycle

(1) L'excentrique tourne autour de son centre, mais les angles proportionnels au temps sont décrits autour d'un autre point : le centre de la mesure du mouvement.

(2) Ce sont à peu près les nombres de Gagmini, p. 230 : Saturne, 2′ 5″ 35‴, — Jupiter, 4′ 59″ 16‴, — Mars, 31′ 27″ 40‴, — Vénus, 59′ 8″ 20‴.

[44] de chacun d'eux (1), et enfin Vénus de trente-sept minutes (2). Ce mouvement est appelé mouvement propre. Et la zone de l'épicycle sur laquelle tourne l'étoile n'est pas dans le plan de la zone de l'excentrique déférent, mais elle est inclinée sur lui.

Il n'en est pas de même pour la zone de l'épicycle de la lune qui n'est pas inclinée, comme on le démontre.

SECTION QUATRIÈME

SUR LES PARTICULARITÉS DES TROIS PLANÈTES SUPÉRIEURES.

Il y a deux particularités pour Saturne, Jupiter et Mars, et une troisième pour Mars seul.

Première chose. Le soleil est à une distance du centre de leurs épicycles égale à leur propre distance au khougto de ces épicycles. Cela tient à ce que le mouvement du centre du soleil est égal à la somme de deux mouvements qui sont 1° son mouvement propre (3) et 2° celui du centre de l'épicycle. Ainsi quand la planète est au khougto, soit par exemple Saturne, si elle est avec le soleil en un point du zodiaque, le soleil s'éloigne de ce point de cinquante-neuf minutes et le centre de l'épicycle s'en rapproche de deux. La distance du soleil au centre de l'épicycle reste donc de cinquante-sept minutes. C'est bien la distance de Saturne au khougto, c'est-à-dire son mouvement propre, et il en est de même pour Jupiter et pour Mars (4).

Seconde chose. Les trois planètes supérieures marchent dans le sens direct quand elles sont en conjonction avec le soleil, et dans

(1) Cette règle est de Ptolémée. Cf. Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. II, p. 349.

(2) Ce sont les nombres donnés par Al-Fergani. Golius a traduit par erreur 59′ pour Saturne. Le texte porte 57. Cette erreur de traduction a été reproduite en note par les éditeurs de Gagmini, p. 231. — Gagmini donne, comme ci-dessus, des nombres légèrement différents compliqués de secondes et de tierces.

(3) C'est le mouvement de la planète sur l'épicycle.

(4) Cette concordance des mouvements découle de l'hypothèse de l'immobilité de la terre qui oblige à attribuer à chaque astre un mouvement égal et contraire au sien. Pour remplacer le mouvement annuel de la terre, il faut donc imposer au soleil et à chaque étoile une révolution dont la durée totale soit d'une année. Dans ce mouvement le soleil et les planètes décrivent des angles égaux dans des temps égaux.

le sens rétrograde quand elles sont en opposition. [45] Cela tient à ce qu'elles se déplacent dans le sens direct sur la partie supérieure de l'épicycle, et à ce qu'elles sont alors en conjonction avec le soleil, puisque la distance du soleil au centre de l'épicycle est précisément égale à la distance de la planète au khougto de cet épicycle. En conséquence, au moment où le soleil arrive au point diamétralement opposé au centre de l'épicycle, l'étoile arrive de son côté au khézo où elle a un mouvement rétrograde. Ainsi elle arrive en opposition avec le soleil par un mouvement rétrograde. Et quand le soleil partant de l'opposition arrive en conjonction avec le centre de l'épicycle, l'étoile partant du khézo arrive aussi au khougto où elle marche dans le sens direct, et elle est alors en conjonction avec le soleil. Ainsi quand la planète a une marche directe elle est en conjonction (1), quand elle a une marche rétrograde elle a cessé d'être en conjonction. D'où la conjonction et le mouvement rétrograde ne peuvent exister simultanément pour l'une des trois planètes supérieures.

Troisième chose particulière à Mars. Quand il est à 180° du soleil, c'est-à-dire en opposition, il est plus proche de cet astre que lorsqu'il en est à un degré, c'est-à-dire en conjonction, comme on le démontrera plus tard. Cela tient à ce que le diamètre de l'épicycle de Mars est plus grand que le diamètre de la similitude du soleil, comme on le démontrera à la fin (2). De plus, quand le soleil et Mars sont en opposition, ils sont séparés par le diamètre de la similitude du soleil et par ce qui provient des compléments de leurs excentriques, et quand ils sont en conjonction, ils sont séparés par le diamètre de l'épicycle de Mars et par les compléments, puisque Mars en conjonction est au khougto et, en opposition, au khézo.

[46] CINQUIÈME SECTION

INÉGALITÉS DES MOUVEMENTS DE CES PLANÈTES.

Quatre inégalités affectent les mouvements de ces quatre planètes.

(1) Mot à mot : *elle brûle*, parce que la planète en conjonction se projette pour nous sur le soleil.

(2) Voir II[e] partie, chap. VII, section 5. Cf. Gagmini, p. 256, lignes 18-23.

La première inégalité est causée par le rayon de l'épicycle quand il est à la distance moyenne de l'excentrique. C'est l'angle formé par deux lignes menées, du centre de l'univers, l'une vers le centre de l'épicycle et l'autre vers l'astre. La grandeur maximum a lieu quand l'extrémité de cette dernière droite est tangente à l'épicycle. A l'aide d'observations avec les instruments on a trouvé la grandeur du rayon de l'épicycle à la distance moyenne : pour Saturne six degrés et demi, pour Jupiter onze et demi, pour Mars trente-neuf et demi, pour Vénus quarante-trois et demi, pour Mercure vingt-deux et demi. Ces degrés sont pris par rapport au rayon du déférent de chaque astre qui est partagé en soixante (parties) (1).

La seconde inégalité consiste dans l'augmentation ou la diminution (apparente) du rayon de l'épicycle quand celui-ci s'approche ou s'éloigne de la terre sur l'excentrique déférent. C'est ce qu'on a appelé inégalité du périgée et de l'apogée.

La troisième inégalité tient à ce que le centre de l'épicycle ne décrit pas des angles égaux dans des temps égaux autour du centre de l'excentrique, ni autour du centre de l'univers, mais autour d'un autre point appelé centre de la mesure du mouvement (2), [**47**] d'où il s'ensuit nécessairement qu'il décrit, autour du centre de l'univers, des angles inégaux dans des temps égaux.

La quatrième inégalité provient de ce qu'il y a un double khougto (apogée) de l'épicycle, l'un visible et l'autre moyen; à ce dernier, qui est en face du centre de la mesure du mouvement, commence le mouvement propre. Cette inégalité n'en fait qu'une avec la précédente, parce que le mouvement est uniforme autour du centre du mouvement qui est en face du khougto. Il n'en était pas de même pour la lune dont le mouvement n'était pas uniforme autour du point πρόσνευσις.

(1) Mêmes nombres dans Al-Fergani, p. 65, et Gagmini, p. 248; cependant Al-Fergani donne $39° \frac{1}{6}$ pour Mars, et Al-Fergani avec Gagmini donnent $43° \frac{1}{6}$ pour Vénus.

(2) « Mittelpunkt der Sphäre, welche den Umlauf regelt. » Gagmini, p. 249.

SIXIÈME SECTION

SUR UNE CHOSE, ÉTRANGÈRE A LA NATURE DE L'INTERSPHÈRE, QUI APPARAIT DANS LES ÉPICYCLES DE CES PLANÈTES.

Il convient à la nature des intersphères que le centre de l'épicycle soit animé d'un mouvement uniforme autour du centre du déférent; or l'observation montre que ce n'est pas autour de ce point, mais autour d'un autre nommé centre de la mesure du mouvement, que cela a lieu. Ce point est situé du côté de l'apogée à une distance du centre de l'excentrique égale à celle du centre de l'excentrique au centre de l'univers, à savoir : pour Saturne 3° 25′, pour Jupiter 2° 45′, pour Mars 6°, pour Vénus 1° 15′ (1). Ces degrés sont rapportés au rayon du déférent [**48**] de chaque astre qui est divisé en soixante. Et le cercle dont ce point est centre est appelé zone de la mesure du mouvement.

SEPTIÈME SECTION

EXPLICATION DES NOMS QUI SE RAPPORTENT A CES PLANÈTES.

L'apogée d'une planète est le point de tangence de l'intersphère de la mesure du mouvement et de la surface extérieure de sa similitude.

La zone de la mesure du mouvement est un cercle qui est une simple conception de l'esprit et n'a pas d'entité réelle. Il est égal à la zone (2) de l'excentrique déférent.

Le moyen mouvement de l'étoile est l'arc de la zone de la mesure du mouvement compris entre le commencement du Bélier et l'extrémité d'une droite qui part du centre de cette zone et passe par le centre de l'épicycle pour se terminer à son apogée moyen.

Le centre moyen est l'arc de la zone de la mesure du mouvement compris entre l'apogée de l'excentrique et l'apogée moyen de l'épicycle.

(1) Mêmes nombres dans Al-Fergani, p. 64-65, et Gagmini, p. 250; cependant ce dernier donne 1° 3′ pour Vénus.

(2) Bar-Hebræus semble employer indifféremment ici les mots ܟܘܪ̈ܐ, ܟܘܪ̈ܣܝ et ܦܠܓܐ (cercle, intersphère et zone).

Le centre mesuré est un arc de l'intersphère de la similitude compris entre l'apogée de l'excentrique et l'apogée apparent de l'épicycle.

Le mouvement propre moyen est la distance de l'étoile au khougto moyen. On le trouve calculé dans les tables.

Le mouvement propre mesuré est la distance de l'étoile au khougto apparent, sa mesure varie d'après l'augmentation ou la diminution de l'inégalité du khougto.

La longitude de l'étoile est l'arc du zodiaque compris, dans le sens direct, entre le commencement du Bélier et l'extrémité de la ligne qui passe par l'étoile, [**49**] si celle-ci n'a pas de latitude; ou bien entre le commencement du Bélier et le point auquel le cercle de latitude coupe la zone du zodiaque.

Voici la figure des trois zones de ces quatre étoiles, regarde et loue Dieu qui donne la sagesse aux mortels.

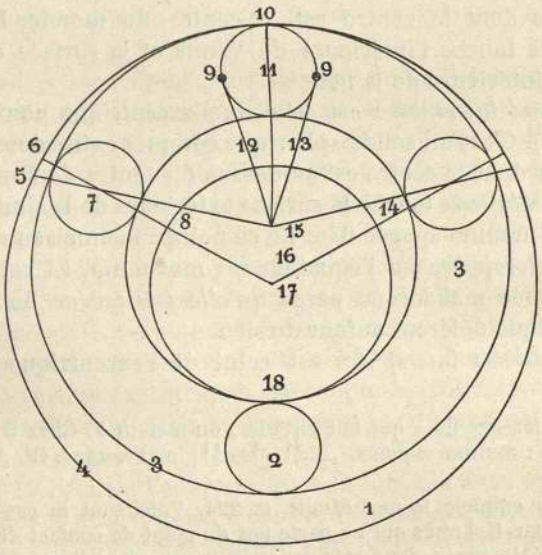


Fig. 6.

1. Complément extérieur. — 2. Épicycle au périgée. — 3. Excentrique. — 4. Intersphère de la similitude. — 5. Khougto moyen. — 6. Khougto apparent. — 7. Équation du centre. — 8. Angle d'inégalité de l'apogée. — 9. Astre. — 10. Khougto. — 11. Épicycle à l'apogée de l'excentrique. — 12. L'inégalité augmente. — 13. L'inégalité diminue. — 14. Angle de l'inégalité du périgée. — 15. Centre de la mesure du mouvement. — 16. Centre de l'excentrique. — 17. Centre de l'univers. — 18. Khézo.

[50] CHAPITRE CINQUIÈME

Des sphères de Mercure.

Il y aura quatre sections.

PREMIÈRE SECTION

DU NOMBRE DES INTERSPHÈRES.

Quatre intersphères particuliers composent l'intersphère total de Mercure.

Le premier intersphère est celui de la similitude des signes du zodiaque. C'est un solide sphérique compris entre deux surfaces parallèles dont le centre est le centre du monde. La surface extérieure touche l'intérieure de Vénus et la surface extérieure touche l'intérieure de la lune.

Le second intersphère est celui de l'excentrique nommé *makdorono* (1). C'est un solide sphérique compris entre deux surfaces parallèles dont le centre est au-dessus du centre de l'univers. La surface extérieure touche la surface extérieure de la similitude en un point nommé apogée fixe. En ce point l'inclinaison de la zone de cet intersphère sur l'équateur est maximum. Et cette zone a été nommée makdorono parce qu'*elle fait tourner* le centre de l'excentrique déférent autour du sien.

Le troisième intersphère est celui de l'excentrique déférent.

(1) Ce mot signifie « qui fait circuler, ou moteur ». Chez les Arabes il est appelé : motum æquans, المعدل المسير, ou l'*équant*. Cf. Al-Fergani, page 48.

Gagmini emploie le mot Mudîr, p. 224. Voici tout le passage, car il complète Bar-Hebræus qui ne parle pas du point de contact de la surface intérieure : Mercure a deux sphères excentriques dont l'une, « die Umgebende der andern ist und *al-mudir* (die Kreisende) genannt wird. Sie befindet sich im Körper des Mumattal (de la similitude) und nimmt innerhalb desselben genau dieselbe Lage ein, wie die uebrigen excentrischen Sphären innerhalb ihrer Mumattal, so dass ihre convexe Begrenzungsfläche die convexe Begrenzungsfläche des Mumattal in einem gemeinschaftlichen Punkte, der oberen Apsis, und ebenso ihre concave Begrenzungsfläche die concave Begrenzungsfläche des Mumattal in einem gemeinschaftlichen Punkte, der unteren Apsis, berührt ».

C'est un solide sphérique compris entre deux surfaces parallèles dont le centre est au-dessus du centre de l'univers. La surface extérieure touche l'extérieure [**51**] du makdorono en un point qui leur est commun, et sa surface intérieure touche l'intérieure du même en un point commun.

Le quatrième intersphère est celui de l'épicycle. C'est un solide sphérique compact, fixé dans l'épaisseur du déférent, en ce sens que son diamètre est égal à l'épaisseur du déférent. Il touche sa surface extérieure en un point qui est le khougto (apogée) de l'épicycle et sa surface intérieure en un autre point qui en est le khézo (périgée). Mercure est un solide sphérique fixé sur l'épicycle dont il touche la surface en un point.

SECONDE SECTION

COMMENT FURENT TROUVÉS CES QUATRE INTERSPHÈRES.

Les anciens trouvèrent pour Mercure les trois intersphères de la similitude, de l'excentrique déférent et de l'épicycle de la manière que nous avons déjà exposée au sujet des trois planètes supérieures et de Vénus. Ils découvrirent l'intersphère de l'excentrique makdorono en remarquant, à l'aide des observations faites avec les instruments, que l'apogée de Mercure n'est pas seulement animé du petit mouvement direct des étoiles fixes, mais encore d'un autre mouvement rapide et rétrograde. Ils en conclurent donc qu'il y a un autre intersphère pour faire tourner en sens rétrograde l'excentrique déférent. Ils connurent que ce makdorono est un excentrique, parce que si [**52**] l'épicycle est à l'apogée du déférent dans la Balance, il paraît plus petit que s'il arrive à cet apogée du déférent dans le Bélier. Ils en conclurent que dans la Balance l'épicycle est à la fois aux deux apogées du makdorono et du déférent, c'est-à-dire à sa distance maximum de la terre, ce qui le fait paraître plus petit; et dans le Bélier, il est bien au périgée du makdorono, mais à l'apogée du déférent; aussi il n'atteint pas là son maximum de petitesse. Si le makdorono était un concentrique, l'épicycle aurait toujours même petitesse à l'apogée du déférent et même grandeur à son périgée dans tous les signes du zodiaque.

TROISIÈME SECTION

MOUVEMENTS DE MERCURE.

Mercure a quatre mouvements uniformes et simples, dont se compose le mouvement compliqué apparent.

Le premier mouvement est le mouvement direct de l'intersphère de la similitude égal à celui des étoiles fixes. Dans ce mouvement des étoiles fixes l'apogée du makdorono retarde d'un degré à l'autre. Aussi on l'appelle apogée fixe (1).

Le second mouvement est celui du makdorono. Il est égal au mouvement moyen du centre du soleil, c'est-à-dire à 59′ 8″ par jour (2), et a lieu dans le sens rétrograde. En vertu de ce mouvement l'apogée du déférent rétrograde d'une partie à l'autre, et le centre de ce déférent décrit autour du centre du makdorono un petit cercle nommé centre du déférent.

Le troisième mouvement est celui de l'excentrique déférent. Il est égal au double [53] du mouvement du centre du soleil, c'est-à-dire à 1° 58′ 16″ (3), et a lieu dans le sens direct, non pas autour de son centre ou de celui de l'univers, mais autour d'un autre point nommé centre de la mesure du mouvement. Ce fait, contraire à la nature de l'intersphère, a lieu pour Mercure comme pour les autres planètes.

Le quatrième mouvement est celui de l'épicycle, de 3° 6′ par jour (4). En vertu de ce mouvement, Mercure se déplace dans le sens direct sur la partie supérieure de l'épicycle et dans le sens rétrograde sur la partie inférieure, comme cela avait lieu pour les quatre autres planètes à l'encontre de la lune.

(1) Car jusqu'ici le mouvement rétrograde de cet apogée n'est qu'apparent. On a cependant remarqué que Gagmini, cité plus haut, appelle cet apogée « oberen Apsis » et non apogée *fixe*.

(2) Al-Fergani, p. 58, donne 59′, et Gagmini, p. 230, 59′ 8″ 20‴.

(3) Al-Fergani, p. 58, donne 1° 58′. Golius a mis à tort dans sa traduction 1° 59′. — Gagmini donne, p. 230, 1° 58′ 16″ 40‴.

(4) Item Al-Fergani, p. 58. Gagmini donne 3° 6′ 24″ 7‴.

QUATRIÈME SECTION

DES CHOSES PROPRES A MERCURE.

Il y a cinq choses propres à Mercure, et une sixième qui arrive aussi à Vénus.

Première chose. Le centre du déférent tourne constamment autour du centre du makdorono. De plus, la distance du centre du déférent au centre du makdorono est égale à la distance de ce dernier au centre de la mesure du mouvement, c'est-à-dire à trois degrés (1); il s'ensuit donc que si l'apogée du déférent arrive au périgée du makdorono, le centre du déférent tombe au centre de la mesure du mouvement et se trouve à trois degrés du centre de l'univers, et si l'apogée du déférent arrive à l'apogée du makdorono, les quatre centres de l'univers, de la mesure du mouvement, du makdorono et du déférent se trouvent sur une même droite, à savoir sur un diamètre de l'intersphère de la similitude à trois degrés l'un de l'autre. [**54**] La distance du centre du déférent au centre de l'univers est alors de neuf degrés du côté de l'apogée du makdorono.

Seconde chose. Dans une révolution, l'épicycle passe deux fois à l'apogée et deux fois au périgée du déférent. Cela provient de ce que l'apogée du déférent se meut dans le sens rétrograde d'une quantité égale au moyen mouvement du soleil, pendant que l'épicycle se meut dans le sens direct d'une quantité double. Il s'ensuit que l'épicycle ne s'éloigne de l'apogée fixe du makdorono dans la Balance que d'une quantité égale au moyen mouvement du soleil, c'est-à-dire égale à la distance de l'apogée du déférent à la Balance. D'où si, partant tous deux de la Balance, l'apogée du déférent arrive au Cancer d'un mouvement rétrograde, l'épicycle, dans le même temps, arrive d'un mouvement direct au Capricorne, c'est-à-dire au périgée du déférent; après cela l'apogée du déférent partant du Cancer, et l'épicycle partant du Capricorne, se rencontreront dans le Bélier; l'épicycle sera alors à l'apogée du déférent; puis ils se sépareront; l'apogée du déférent arrivera au Capricorne d'un mouvement rétrograde, l'épicycle au bout du même temps arrivera, dans le sens direct, au Cancer et y sera de

(1) Item Al-Fergani, p. 65. Gagmini, p. 250, donne 3° 10′.

nouveau au périgée du déférent; enfin, ils se retrouveront ensemble dans la Balance, et l'épicycle sera de nouveau à l'apogée du déférent. Ainsi, dans une révolution, l'épicycle se trouve deux fois à l'apogée du déférent; cela lui arrive à l'apogée et au périgée du makdorono.

Troisième chose. L'apogée du makdorono est constamment équidistant de l'apogée du déférent et du centre de l'épicycle, comme le soleil est toujours équidistant [55] de l'apogée et du centre de l'épicycle de la lune; en conséquence on a de même une distance double, qui provient du mouvement direct du centre de l'épicycle combiné avec le mouvement rétrograde de l'apogée du déférent.

Quatrième chose. L'épicycle de Mercure n'est pas à sa plus grande proximité de la terre au périgée fixe du makdorono, ni au périgée mobile du déférent. En effet, dans le premier cas, comme le périgée du makdorono est dans le Bélier, l'épicycle s'y trouve en même temps à l'apogée du déférent, comme nous l'avons dit; ainsi le déférent éloigne l'épicycle de la terre de la même quantité que le makdorono l'en a rapproché. Dans le second cas, au moment où l'apogée du déférent arrive d'un mouvement rétrograde au Capricorne, l'épicycle arrive d'un mouvement direct au Cancer. Ainsi le makdorono éloigne l'épicycle de la terre de la même quantité que le déférent l'en avait rapproché et le place à une distance moyenne. Il s'ensuit donc que l'épicycle sera le plus près possible de la terre, quand il sera équidistant des deux périgées. Cette équidistance ne peut exister qu'aux deux trigones (1) de l'apogée fixe ou de la Balance, c'est-à-dire dans les Gémeaux et le Verseau. En effet, l'apogée du déférent et l'épicycle étant tous deux dans la Balance, au moment où le second arrive dans le sens direct au Vreseau, le premier arrive dans le sens rétrograde aux Gémeaux et son périgée est au Sagittaire. Il est évident dès lors que le Verseau est équidistant du Sagittaire et du Bélier (2). Il est à 60° de chacun d'eux. De même l'apogée du déférent et l'épicycle étant tous deux dans le Bélier, au moment où le second [56] arrive dans le sens direct aux Gémeaux, le premier arrive dans le sens rétrograde au Verseau, et son périgée est dans le Lion.

Il est évident dès lors que les Gémeaux sont équidistants du

(1) A 120°.
(2) Le second périgée est toujours dans le Bélier.

Bélier et du Lion. Ils sont à 60° de chacun d'eux. Cette égalité ne subsiste plus aux quadratures de la Balance (1), parce que l'épicycle, au Capricorne et au Cancer, est bien au périgée du déférent, mais à la distance moyenne du périgée du makdorono.

Cinquième chose. Le mouvement rétrograde du makdorono est d'une circonférence en une année (2), car il est égal au mouvement moyen du soleil, et le mouvement direct du déférent, c'est-à-dire du centre de l'épicycle, est de deux circonférences, car il est égal au double (du mouvement du soleil).

Sixième chose qui arrive à Mercure et à Vénus. Le centre de

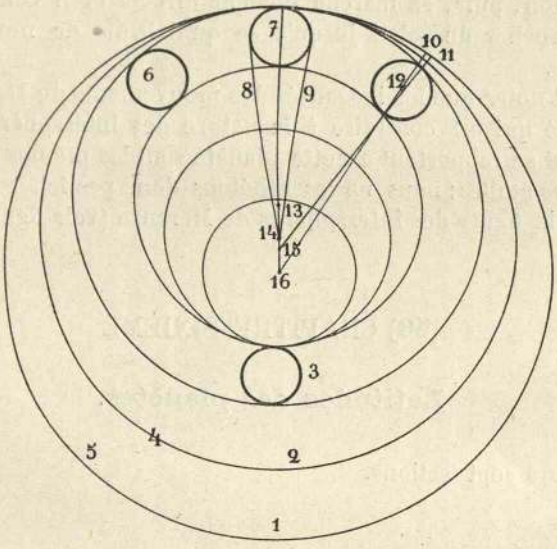


Fig. 7.

1. Complément extérieur du makdorono sur la similitude. — 2. Complément extérieur du déférent sur le makdorono. — 3. Ne peut pas arriver aux deux périgées. — 4. Makdorono. — 5. Intersphère de la similitude. — 6. Centre de l'épicycle. — 7. Épicycle aux deux apogées. — 8. L'inégalité augmente. — 9. L'inégalité diminue. — 10. Khougto visible. — 11. Khougto moyen. — 12. Inégalité de l'apogée. — 13. Centre du déférent. — 14. Centre du makdorono. — 15. Centre de la mesure du mouvement. — 16. Centre de l'univers.

(1) A 90° de la Balance.

(2) C'est le mouvement de la terre transporté à la planète, puisqu'on a supposé la terre fixe.

leur épicycle est constamment en conjonction avec le centre du soleil (1). On le reconnaît à ce que chacun de ces astres ne s'éloigne en avant ou en arrière du soleil que de la grandeur du rayon de son épicycle qui est, pour Mercure, de 22° 30′ et, pour Vénus, de 43° 10′. Ainsi, chacun d'eux se trouvant vers le Khougto dans sa marche directe, entre sous les rayons du soleil, s'y cache et y brûle, puis il précède le soleil et s'en éloigne jusqu'à la distance d'un rayon (de son épicycle) pour retourner ensuite, se rapprocher du soleil et entrer de nouveau sous ses rayons, s'y cacher et y brûler. De même, dans sa marche rétrograde qui a lieu au Khézo, il retarde sur le soleil [**57**] jusqu'à la distance d'un rayon, puis, sa marche devient directe et il commence à se rapprocher du soleil jusqu'à ce qu'il brûle de nouveau au Khougto.

Il faut noter que les inégalités des mouvements de Mercure, la propriété qui est contraire à la nature des intersphères, et les noms qui se rapportent à cette planète sont les mêmes que pour les autres étoiles; nous ne les répétons donc pas ici.

Voici la figure des intersphères de Mercure (voir figure 7).

[58] CHAPITRE SIXIÈME

Latitudes des planètes.

Il y aura sept sections.

PREMIÈRE SECTION

LATITUDE DE LA LUNE.

Il faut considérer le grand cercle qui passe par les deux pôles du zodiaque et par l'extrémité d'une droite, menée du centre de l'univers au centre de la lune, et qui va de là jusqu'à la surface de l'intersphère des étoiles fixes. La latitude de la lune est l'arc

(1) Ainsi Mercure et Vénus tournent autour du soleil. La complexité des mouvements apparents empêcha les anciens de reconnaître ce fait pour les autres planètes.

de ce cercle compris entre le zodiaque et l'extrémité de la ligne dont nous venons de parler. Comme la zone de l'épicycle, que décrit la lune dans son mouvement propre, est située dans le plan de la zone du déférent qui est située elle-même sur la surface de l'intersphère oblique, la lune n'a pas d'autre latitude que l'inclinaison de l'intersphère oblique sur le zodiaque, et cette inclinaison est fixe et invariable. La grandeur maximum donnée par l'observation est de cinq degrés (1). En conséquence, quand la lune arrive à l'un de ses nœuds, elle est dans le plan du zodiaque et sa latitude est tout à fait nulle. Quand elle s'éloigne de ce point, sa latitude devient sensible et augmente jusqu'à ce qu'elle arrive au milieu de l'arc compris entre les deux nœuds. Puis la latitude diminue pour s'annuler complètement à l'autre nœud et recommencer à croître comme à partir du nœud précédent.

[59] SECONDE SECTION

LATITUDE DES TROIS PLANÈTES SUPÉRIEURES.

On a trouvé pour les trois planètes supérieures deux inégalités en latitude : l'une est l'inclinaison sur le zodiaque du plan de l'intersphère oblique portant l'épicycle (2), l'autre est l'inclinaison sur l'intersphère oblique du plan de l'épicycle (3). La première est fixe et invariable pour chacune des trois planètes, comme cela avait lieu pour la lune, la seconde n'est pas fixe mais varie pour les trois planètes, à l'inverse de la lune dont le plan de l'épicycle n'est pas incliné sur celui de l'oblique. Les apogées des épicycles des trois planètes sont constamment inclinés vers les signes du zodiaque, c'est-à-dire qu'ils se trouvent entre le plan de l'oblique et celui du zodiaque. De même le plan de l'oblique est situé entre les périgées des épicycles et le plan du zodiaque. Dans le cas seulement où le centre de l'épicycle est aux nœuds, le diamètre qui passe au Khougto et au Khézo est dans les deux plans de l'oblique et du zodiaque, et quand l'épicycle s'éloigne du nœud, le diamètre dont nous avons parlé s'incline aussi à partir de la surface de l'oblique vers le zodiaque; pendant que l'épicycle décrit un qua-

(1) En réalité 5° 8′ 48″. Wolf, p. 284.
(2) C'est l'inclinaison moyenne de l'orbite sur le zodiaque.
(3) C'est une correction positive ou négative que l'on doit faire à l'inclinaison moyenne pour avoir l'inclinaison vraie.

drant à partir du nœud et arrive à la distance maximum du zodiaque, le Khougto arrive aussi à sa distance maximum du plan oblique du côté du zodiaque; puis le centre de l'épicycle se rapproche du zodiaque et le Khougto se rapproche aussi de l'oblique, jusqu'à ce que le centre de l'épicycle atteigne l'autre nœud, alors le diamètre [**60**] qui passe au Khougto et au Khézo atteint aussi le plan de l'oblique en même temps que le plan du zodiaque. Sur l'autre moitié de l'oblique, le centre de l'épicycle et le diamètre qui passe au Khougto et au Khézo se déplacent de la même manière (1). En conséquence l'illustre Ptolémée expose, dans la seconde section du livre XIII de l'Almageste (2), que les extrémités du diamètre apogée-périgée des épicycles de ces astres tournent sur de petits cercles dont le plan est perpendiculaire au plan du déférent. Il ajoute encore (3) que le mouvement uniforme et moyen de ces points n'est pas rapporté au centre des petits cercles, mais bien à l'excentrique, à cause de la similitude de leur mouvement avec celui du centre de l'épicycle qui a lieu sur l'excentrique déférent. Et, supposant qu'un homme ignorant se trouvait choqué de ce qu'on lit ci-dessus, l'illustre auteur le réprimande en ces termes (4) : « Aucun homme qui cherche à péné-

(1) Ce qui précède est résumé dans Gagmini, p. 252, et dans Al-Fergani, p. 70-71.

(2) Ed. Halma, II, p. 371 : Τῶν δ' ἐπικύκλων αἱ μὲν διὰ τῶν φαινομένων ἀπογείων διάμετροι..., παραφέρονται ὑπὸ κυκλίσκων παρακειμένων φέρ' εἰπεῖν τοῖς περιγείοις αὐτῶν πέρασι..., ὀρθῶν δὲ πρὸς τὰ τῶν ἐκκέντρων ἐπίπεδα καὶ τὰ κέντρα ἐχόντων ἐν αὐτοῖς.

Nassir-Eddin n'admet pas la théorie de Ptolémée et en donne une plus compliquée encore, *Al-Tazkireh*, II, ch. VII. Cf. Carra de Vaux, *Les sphères célestes selon Nasîr-Eddin Attûsi*, p. 16.

(3) *Ibid.*, p. 373 : Τὰς μέντοι πρὸς ὁμαλὴν κίνησιν περιφορὰς οὐ περὶ τὸ ἴδιον κέντρον ἔχουσιν ἀποτελουμένας, περί τι δὲ ἕτερον...

(4) *Alm.*, XIII, ch. II., éd. Halma, II, p. 375... ἐν δὲ τῷ οὐρανίῳ μηδαμῇ μηδαμῶς ὑπὸ τῆς τοιαύτης μίξεως ἐμποδιζομένην. Μᾶλλον δὲ καὶ αὐτὸ τὸ ἁπλοῦν τῶν οὐρανίων, οὐκ ἀπὸ τῶν παρ' ἡμῖν οὕτως ἔχειν δοκούντων προσήκει κρίνειν, ὁπότε μηδ' ἐφ' ἡμῶν τὸ αὐτὸ πᾶσιν ὁμοίως ἐστὶν ἁπλοῦν. Οὕτω γὰρ σκοποῦσιν οὐδὲν ἂν δόξειε τῶν κατὰ τὸν οὐρανὸν γινομένων ἁπλοῦν, οὐδ' αὐτὸ τὸ τῆς πρώτης φορᾶς ἀμετάστατον. Il continue en ces termes :

... *Mais ces difficultés disparaissent quand on considère ces mouvements dans le ciel même où ils ne se présentent pas ainsi embarrassés les uns dans les autres. Il ne faut donc pas juger de la simplicité des choses célestes, par les choses familières qui nous paraissent simples; puisque celles-ci ne sont pas également simples pour tous les hommes. — Autrement on ne trouvera rien de simple dans ce qu'on voit au ciel, pas même l'immutabilité du premier mouvement.*

trer les difficultés à l'aide d'hypothèses telles que celles-ci n'osera penser à traiter d'artifices compliqués celles que nous avons si laborieusement agencées, car il ne faut pas comparer les choses

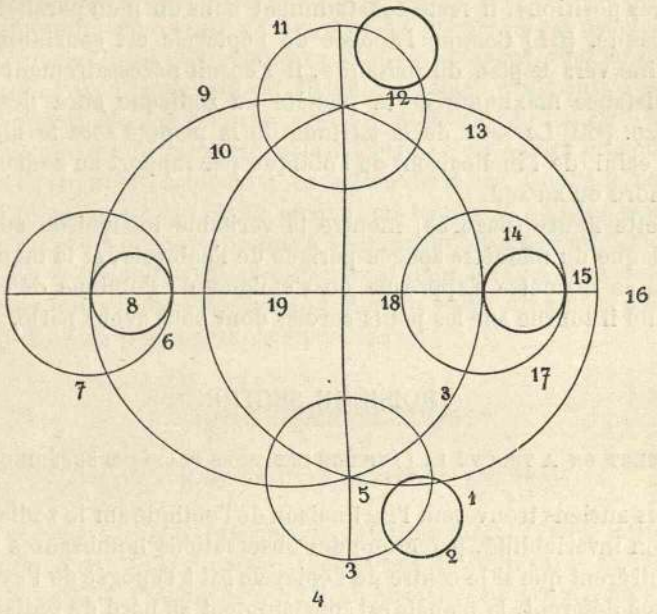


Fig. 8.

1. Petit cercle. — 2. Khougto et Khézo dans les deux plans du zodiaque et de l'oblique. — 3. Oblique. — 4. Orient. — 5. Depuis ici le centre de l'épicycle s'éloigne du plan du zodiaque. — 6. Khougto distant du plan de l'oblique vers le sud du côté du zodiaque. — 7. Khézo à sa distance maximum du zodiaque et au nord du zodiaque et de l'oblique. — 8. Petit cercle. — 9. Khougto et Khézo dans les deux plans du zodiaque et de l'oblique. — 10. Depuis ici le centre de l'épicycle s'approche du plan du zodiaque et le Khougto du plan de l'oblique. — 11. Occident. — 12. Khézo à sa distance maximum du zodiaque et de l'oblique. — 13. Depuis ici le centre de l'épicycle s'éloigne du plan du zodiaque. — 14. Épicycle au sud du zodiaque. — 15. Khougto à la distance maximum du plan de l'oblique, au nord. — 16. Nord. — 17. Depuis ici le centre de l'épicycle approche du plan du zodiaque et le Khougto du plan (de l'orbite). — 18. Centre de l'oblique déférent. — 19. Centre des signes du zodiaque.

humaines aux divines, ni nous figurer ces dernières d'après des démonstrations inadéquates ». Notons que les trois planètes supérieures n'ont pas de troisième inclinaison pour le diamètre qui

passe aux deux distances moyennes de l'épicycle (1), car il se trouve dans le plan du zodiaque quand il fait l'angle maximum (avec la ligne qui joint les centres de la terre et de l'épicycle), c'est-à-dire quand le centre de l'épicycle est à l'un des deux nœuds, dans les autres positions, il reste constamment dans un plan parallèle au zodiaque. [**61**] Comme l'apogée de l'épicycle est constamment incliné vers le plan du zodiaque, il s'ensuit nécessairement que la distance maximum de la planète au zodiaque aura lieu au Khézo. [**62**] Le sens de la latitude de la planète sera le même que celui (de l'inclinaison) de l'oblique par rapport au zodiaque, au nord ou au sud.

Cette figure (page 53) montre la véritable inclinaison sur le zodiaque du diamètre apogée-périgée de l'épicycle, et la manière dont ce diamètre s'approche ou s'éloigne de l'oblique déférent quand il tourne sur les petits cercles dont nous avons parlé.

TROISIÈME SECTION

COMMENT ON A TROUVÉ LA LATITUDE DES TROIS PLANÈTES SUPÉRIEURES.

Les anciens trouvèrent l'inclinaison de l'oblique sur le zodiaque et son invariabilité, parce que des observations nombreuses leur montrèrent que si le centre de l'épicycle est à l'apogée de l'excentrique déférent, la planète est constamment au nord du zodiaque, et, s'il est au périgée, la planète est au sud à la même distance maximum. Ils virent ainsi que le mouvement de l'oblique est incliné sur le mouvement du zodiaque et que cette inclinaison est fixe et invariable. Quant à l'inclinaison sur le plan du déférent du diamètre apogée-périgée de l'épicycle, ils la trouvèrent lorsque des observations nombreuses, faites quand le centre de l'épicycle est à l'apogée et au périgée du déférent, leur donnèrent pour la planète une latitude moindre au khougto qu'au khézo. Ils virent ainsi que le khougto incline constamment vers le zodiaque, et le khézo du côté où incline l'oblique lui-même. Aux deux nœuds, ils ne trouvèrent pas de latitude pour la planète ni au khougto ni au khézo. Ils virent donc que l'inclinaison de la ligne apogée-périgée de l'épicycle [**63**] commence au nœud, puis augmente jusqu'au point d'inclinaison maximum de l'oblique,

(1) C'est le diamètre perpendiculaire à la ligne apogée-périgée de l'épicycle.

c'est-à-dire jusqu'au milieu de l'arc compris entre les deux nœuds; après cela elle diminue pour s'annuler à l'autre nœud, puis réaugmenter. Ils trouvèrent que le diamètre joignant les deux distances moyennes de l'épicycle n'est pas incliné sur le zodiaque parce qu'aux temps où le centre de l'épicycle est aux deux distances maximum du zodiaque, c'est-à-dire à l'apogée et au périgée du déférent, au nord et au sud du zodiaque, ils trouvèrent la même latitude quand la planète est distante du soleil couchant, c'est-à-dire quand elle est à l'extrémité orientale de ce diamètre (1), et quand elle est distante du soleil levant, c'est-à-dire quand elle est à l'extrémité occidentale du même diamètre. Quand le centre de l'épicycle est aux deux nœuds, on trouve la planète dans le plan du zodiaque, qu'elle soit à l'extrémité orientale ou occidentale de ce diamètre. Ils remarquèrent donc qu'aux deux nœuds, ce diamètre est dans le plan du zodiaque, et qu'aux autres points, il est dans un plan parallèle au zodiaque.

QUATRIÈME SECTION

LATITUDE DES DEUX PLANÈTES INFÉRIEURES.

Les deux planètes inférieures ont trois inégalités en latitude. La première est l'inclinaison de l'oblique déférent sur le zodiaque. La seconde est l'inclinaison du diamètre apogée-périgée de l'épicycle sur le plan de l'oblique déférent. [**64**] La troisième est l'inclinaison sur le même plan du diamètre qui passe par les distances moyennes de l'épicycle. Cette troisième inclinaison est appelée zlimoto, fotolo, ʿouqomo et ʿqalqelo (2).

La première inclinaison, celle de l'oblique sur le zodiaque, n'est pas fixe, mais variable, à l'inverse de la lune et des trois planètes supérieures, parce que quand le centre de l'épicycle est aux deux nœuds, le plan de l'oblique est dans le plan du zodiaque, sans être en aucune manière incliné sur lui (3), et quand le centre de l'épi-

(1) Mot à mot : quand la planète est à sa distance vespérale du soleil. Si l'on voit simultanément le soleil couchant et la planète, il est clair que celle-ci sera à l'orient du soleil.

(2) Ces quatre mots ont tous le sens d'oblique ou tortueux. — Chez Al-Fergani, p. 72, on trouve الالتواء, *obliquatio*.

(3) Mauvaise locution. Le plan de l'oblique est déterminé par la trajectoire du centre de l'épicycle et c'est à *improprement* parler que Bar-Hebræus peut dire qu'il se confond avec le plan du zodiaque, lorsque le

cycle s'éloigne du nœud, la partie de l'oblique qui le porte s'incline vers le nord du zodiaque pour Vénus, et vers le sud pour Mercure; cette inclinaison augmente jusqu'au milieu de l'arc compris entre les deux nœuds, puis elle diminue pour s'annuler au second nœud; ici le plan de l'oblique se confond de nouveau avec le plan du zodiaque. Et quand le centre de l'épicycle dépasse ce nœud, la partie de l'oblique qui le porte s'incline vers le nord du zodiaque pour Vénus et vers le sud pour Mercure. — Ainsi à l'apogée et au périgée du déférent, l'épicycle de Vénus est au nord du zodiaque et celui de Mercure au sud. Comme le mouvement moyen du centre de ces deux planètes s'accomplit en une année entière, à cause de l'égalité de leur mouvement et du mouvement moyen du centre du soleil, il s'ensuit que la latitude de l'apogée de leur déférent est [**65**] boréale durant six mois, et australe durant les six autres mois.

La seconde inclinaison est celle du diamètre apogée-périgée de l'épicycle, elle commence à la distance maximum de l'oblique au zodiaque. En conséquence, si l'apogée est un point de distance maximum, le khougto de l'épicycle de Vénus s'incline au nord (de l'oblique) et le khézo au sud, le khougto de Mercure s'incline au sud et le khézo au nord. C'est l'inverse au périgée (1). L'inclinaison augmente peu à peu jusqu'à ce que le centre de l'épicycle arrive à l'un des nœuds, alors le khougto est à sa distance maximum du plan de l'oblique (et du zodiaque), au sud, s'il s'agit du nœud ascendant et, au nord, s'il s'agit du nœud descendant. Le khézo est incliné en sens inverse du khougto (2). Cependant la position du nœud ascendant n'est pas la même pour Vénus que pour Mercure; en effet, après son passage au nœud ascendant, Vénus est du côté de l'apogée, tandis que Mercure est du côté du périgée. Puis l'inclinaison diminue jusqu'à la distance maximum (de l'oblique au zodiaque) au milieu de l'arc compris entre les deux nœuds où elle s'annule; elle recommence ensuite à augmenter jusqu'à ce que le centre de l'épicycle se confonde avec l'autre nœud; en ce moment le khougto est à sa distance maximum du plan de l'oblique, et ainsi de suite. Pour tout dire en un mot, la seconde inclinaison des planètes inférieures est l'inverse de la

centre de l'épicycle est lui-même dans le plan du zodiaque. — Al-Fergani (p. 69) emploie la même locution que Bar-Hebræus.

(1) Item Gagmini, p. 252-253, et Al-Fergani, p. 72-73.

(2) Le passage suivant est développé dans une remarque ajoutée à la page 72 du texte.

seconde inclinaison des planètes supérieures, en ce sens que, pour les planètes inférieures, [66] elle atteint sa grandeur maximum aux nœuds et s'annule à la distance maximum (du zodiaque), tandis que pour les planètes supérieures elle est la plus grande possible à la distance maximum et s'annule aux nœuds.

La troisième inclinaison est celle du diamètre qui passe aux deux distances moyennes. Elle commence aux nœuds et augmente peu à peu jusqu'à ce que le centre de l'épicycle arrive au milieu de l'arc compris entre les deux nœuds. A cet endroit, l'apogée étant à la distance maximum, pour Vénus l'extrémité orientale de ce diamètre, qui est la distance vespérale, est au nord, et l'extrémité occidentale, qui est la distance matinale, est au sud (1). C'est l'inverse pour Mercure. Au contraire, le périgée étant à la distance maximum, pour Vénus l'extrémité orientale de ce diamètre atteint son inclinaison maximum vers le sud et l'extrémité occidentale vers le nord; c'est l'inverse pour Mercure; puis l'inclinaison commence à diminuer jusqu'à ce qu'elle s'annule à l'autre nœud. Il se passe ensuite sur la seconde moitié du cercle ce qui s'est passé sur la première. Il est évident que cette troisième inclinaison des planètes inférieures ressemble à la seconde des planètes supérieures, aussi les extrémités de ce diamètre des distances moyennes tournent encore sur des petits cercles analogues à ceux dont nous avons parlé.

CINQUIÈME SECTION

COMMENT ON A TROUVÉ LES LATITUDES DES DEUX PLANÈTES INFÉRIEURES.

Les anciens découvrirent la variabilité des inclinaisons des deux obliques sur le zodiaque, parce que des observations [67] nombreuses leur montrèrent que le centre des épicycles est, ou bien dans le plan du zodiaque, ce qui arrive aux nœuds, ou bien, constamment et pour toutes les autres positions, au nord du zodiaque s'il s'agit du centre de l'épicycle de Vénus, et au sud s'il s'agit de celui de Mercure. Si l'inclinaison était fixe, le centre de l'épicycle serait au nord pour la moitié du cercle et au sud pour l'autre moitié, mais il n'en est pas ainsi. Ils découvrirent donc que le plan de l'oblique est dans le plan du zodiaque quand l'épicycle est aux nœuds, puis il s'incline jusqu'à une certaine distance

(1) Item dans Al-Fergani, p. 73.

maximum pour se rapprocher de nouveau. Les anciens découvrirent que le diamètre apogée-périgée de l'épicycle n'est pas incliné quand le centre de l'épicycle est à sa distance maximum du zodiaque ou à l'apogée et au périgée du déférent, parce que dans ces deux positions ils trouvèrent la même latitude pour l'apogée et le périgée de l'épicycle des deux planètes inférieures; pour Vénus cette latitude est toujours boréale et pour Mercure elle est australe. Si ce diamètre était incliné sur le plan de l'oblique, la latitude du khougto serait différente de celle du khézo. Quand le centre de l'épicycle est aux nœuds, ils ne trouvèrent pas la même latitude au khougto et au khézo, ils virent ainsi que cette inclinaison commence à la distance maximum de l'oblique au zodiaque et atteint sa plus grande valeur aux nœuds. Les anciens trouvèrent l'inclinaison du diamètre des distances moyennes, [68] c'est-à-dire l'obliquité, parce que quand le centre de l'épicycle est à l'apogée du déférent, des observations nombreuses leur montrèrent que Vénus, à sa distance matinale, était à son inclinaison maximum vers le sud, et, à sa distance vespérale, elle était à son inclinaison maximum vers le nord. C'est l'inverse pour Mercure. Et quand le centre de l'épicycle est au périgée du déférent, Vénus, à sa distance matinale, était à son inclinaison maximum vers le nord, et, à sa distance vespérale, à son inclinaison maximum vers le sud. C'est l'inverse pour Mercure. A partir de là, les extrémités de ce diamètre commencent à se rapprocher du plan de l'oblique jusqu'à ce qu'elles y soient contenues en même temps que ce plan vient se confondre avec celui du zodiaque, ce qui arrive aux nœuds. Ainsi, quand la seconde inclinaison est maximum, cette troisième s'annule et vice versâ.

Remarque. — Quand les observateurs disent que l'on trouve telle ou telle inclinaison des cinq planètes au Khougto de leurs épicycles et des planètes inférieures au Khézo, ils n'ont pas trouvé ces quantités par l'observation, puisque chacune de ces planètes est alors sous les rayons du soleil et n'apparaît pas pour qu'on puisse l'observer avec les instruments, mais les positions des planètes avant et après l'occultation les conduisirent à la connaissance de la mesure de leurs inclinaisons quand elles sont sous les rayons solaires. C'est ce qu'enseigne le grand Ptolémée dans la troisième section du treizième livre de l'Almageste (1).

(1) Ed. Halma, II, p. 375. Cette section est intitulée : *De la grandeur de chacune des inclinaisons*. C'est le calcul qui donne ces grandeurs.

[69] SIXIÈME SECTION

GRANDEUR MAXIMUM DES LATITUDES (INCLINAISONS) DE CES CINQ PLANÈTES (1).

L'observation donna pour la grandeur maximum de l'inclinaison de l'oblique sur le zodiaque, pour Saturne deux degrés et demi, pour Jupiter un degré et demi, pour Mars un degré, et pour Vénus dix minutes (2).

L'inclinaison maximum du diamètre apogée-périgée de l'épicycle sur l'oblique qui a lieu, comme nous l'avons dit, à la distance maximum pour les trois planètes supérieures et aux nœuds pour les deux inférieures, a été trouvée pour Saturne de quatre degrés et demi au centre de l'épicycle. Au centre de l'univers l'inclinaison du Khougto fut trouvée de vingt-six minutes à l'apogée du déférent et de vingt-huit minutes au périgée (3), et l'inclinaison du Khézo est de trente-trois minutes à l'apogée et de trente-cinq au périgée. — Pour Jupiter, on trouva au centre de l'épicycle deux degrés et demi, et, au centre de l'univers, vingt-quatre minutes pour l'inclinaison du Khougto à l'apogée du déférent, vingt-cinq pour son inclinaison au périgée, trente-cinq minutes pour l'inclinaison du Khézo à l'apogée du déférent et trente-huit au périgée. — Pour Mars, on trouva au centre de l'épicycle deux degrés un quart, et, au centre de l'univers, vingt-deux minutes pour l'inclinaison du Khougto à l'apogée du déférent et vingt-sept au périgée, [70] trois degrés vingt-deux mi-

(1) M. Payne Smith traduit : De totis quinque planetarum declinationibus, quantæ sint. (Catalogue des Mss. syr. d'Oxf.) — Mais il ne s'agit pas de *déclinaisons* ou de mesures rapportées à l'équateur, et *De totis declinationibus* n'a pas de sens.

On remarquera que la latitude d'une planète est à chaque instant la somme algébrique de deux *inclinaisons* : 1° celle du centre de l'épicycle sur le zodiaque, 2° celle de la planète sur le centre de l'épicycle. Cette dernière résulte elle-même de deux (les inclinaisons des diamètres apogée-périgée et des distances moyennes de l'épicycle) dont la connaissance détermine à chaque instant la position de l'épicycle, c'est-à-dire son inclinaison sur le cercle oblique. Il s'agit toujours des latitudes géocentriques.

(2) Gagmini donne les mêmes nombres, excepté pour Vénus où il donne 10° au lieu de 10′, et il ajoute : *Mercure* 45°, nombre trop fort.

(3) Gagmini (p. 251) ne donne que le nombre 4° 30′. De même pour la suite.

nutes pour l'inclinaison du Khézo à l'apogée et six degrés six minutes au périgée. — Pour Vénus, on trouva au centre de l'épicycle deux degrés et demi, et, au centre de l'univers, un degré deux minutes pour l'inclinaison du Khougto aux deux nœuds et six degrés vingt-trois minutes pour l'inclinaison du Khézo aux mêmes points. La cause de cette grande inégalité pour Mars et Vénus est dans les dimensions considérables de leurs épicycles. — Pour Mercure, on trouva, au centre de l'épicycle, six degrés un quart; et, au centre de l'univers, un degré quarante-cinq minutes pour l'inclinaison du Khougto aux deux nœuds, et quatre degrés quatre minutes pour l'inclinaison du Khézo aux deux mêmes points.

Et, pour l'inclinaison maximum du diamètre des distances moyennes de l'épicycle, qui est particulière aux deux planètes inférieures et a lieu quand la distance de l'oblique au zodiaque est maximum, on a trouvé pour Vénus trois degrés et demi au centre de l'épicycle. Cette inclinaison (observée de la terre) était de deux degrés et demi à l'apogée et au périgée du déférent, au nord et au sud. — On a trouvé pour Mercure sept degrés au centre de l'épicycle, et au centre de l'univers deux degrés un quart à l'apogée et deux degrés quarante-cinq minutes au périgée, et cela au nord et au sud. Ainsi, dans cette troisième inclinaison, il n'y a pas de différence entre les obliquités des deux extrémités de ce diamètre, c'est-à-dire de l'extrémité orientale ou vespérale [**71**] et de l'extrémité occidentale ou matinale. C'est l'inverse des inclinaisons des extrémités du premier diamètre, c'est-à-dire du Khougto et du Khézo (1).

SEPTIÈME SECTION

POSITION DES APOGÉES DES CINQ PLANÈTES.

Ptolémée, dans ses observations avec les instruments, trouva l'apogée de Saturne au vingtième degré du Scorpion (2) et la distance

(1) On remarquera que les latitudes géocentriques données par la somme de ces inclinaisons diffèrent beaucoup des latitudes héliocentriques auxquelles on est plus accoutumé maintenant. Ainsi pour Mercure et Vénus le maximum des latitudes géocentriques pour 1894 fut de 4° 56′ et 8° 39, tandis que le maximum des latitudes héliocentriques (inclinaison de l'orbite) était de 7° et 3° 23′.

(2) L'apogée de Saturne au commencement du règne d'Antonin était

maximum boréale de l'oblique au zodiaque au commencement de la Balance. Ainsi le nœud ascendant situé au commencement du Cancer était nécessairement à cent quarante degrés en avant de l'apogée. Il trouva l'apogée de Jupiter au dixième degré de la Vierge (1) et la distance maximum encore au commencement de la Balance. Il trouva l'apogée de Mars au vingt-cinquième degré du Cancer (2) et la distance maximum au même endroit. Ainsi le nœud ascendant devait être au vingt-cinquième degré du Bélier, à un quadrant entier de cercle en avant de l'apogée. Il trouva l'apogée de Vénus au vingt-cinquième degré du Taureau (3), et la distance maximum boréale au même endroit, ainsi le nœud ascendant devait être au vingt-cinquième degré du Verseau, également à un quadrant entier de cercle en avant de l'apogée. Il trouva l'apogée de Mercure (4) au dixième degré de la Balance, et la distance maximum australe au même endroit, aussi le nœud ascendant était au dixième degré du Capricorne, à un quadrant entier de cercle en arrière de l'apogée (5).

[72] *Remarque* (6). — Comme la distance maximum de Mercure est australe et que son apogée est dans la Balance, son nœud ascendant doit être dans le Capricorne et non dans le Cancer comme cela aurait lieu pour les autres planètes. En effet, pour les trois planètes supérieures et la lune, le nœud ascendant est celui à partir duquel l'épicycle va au nord, et le nœud descendant celui à partir duquel il va au sud. Il n'en est pas de même pour les deux planètes inférieures. En effet, l'épicycle de Vénus ne passe jamais au sud ni celui de Mercure au nord. Aussi, pour Vénus et Mercure, le nœud ascendant est celui à partir duquel l'épicycle se dirige vers l'apogée.

Et comme l'épicycle de Mercure passe du Capricorne au Bélier

dans le vingt-troisième degré du Scorpion. Ptol., *Alm.*, XI, ch. VI, Ed. Halma, II, p. 287.

(1) L'apogée de l'excentrique était dans le onzième degré de la Vierge. Ed. Halma, II, p. 258.

(2) Dans 25° 30′ du Cancer. Ed. Halma, II, p. 231.

(3) Ed. Halma, II, p. 196.

(4) Ed. Halma, II, p. 172.

(5) Gagmini, p. 253, 254 donne la position des apogées et des nœuds ascendants pour la première année de l'ère d'Alexandre, et dit que ces positions varient selon le mouvement de la sphère des étoiles fixes (précession). Les nombres qu'il donne sont incompatibles avec ceux de Ptolémée et même entre eux.

(6) L'objet de cette remarque est déjà indiqué, p. 65 du texte.

où est son périgée, son nœud ascendant est bien dans le Capricorne et son nœud descendant dans le Cancer. On voit que la différence entre le nœud ascendant et le nœud descendant des planètes inférieures est toute conventionnelle. Et, comme les apogées participent au mouvement des étoiles fixes, leurs positions sont déterminées pour tous les temps dans les tables.

[73] CHAPITRE SEPTIÈME

Propriétés des astres causées par leurs positions apparentes (vues de la terre) ou par leurs positions relatives.

Il y aura neuf sections.

PREMIÈRE SECTION

DES SEGMENTS (1).

Les astronomes, à l'aide de deux diamètres rectangulaires, divisent la zone de l'excentrique et celle de l'épicycle en quatre parties différentes, égales deux à deux seulement, et nommées segments.

L'un des deux diamètres est celui qui passe à l'apogée et au périgée de l'excentrique et en même temps à l'apogée et au périgée de l'épicycle ; le second passe par les deux distances moyennes, ce que l'on peut entendre en deux sens : suivant que le mot *moyen* se rapporte à la distance à la terre ou bien à la diminution et à l'accélération du mouvement.

Le premier segment commence, pour l'excentrique à l'apogée, et pour l'épicycle au Khougto. Ainsi, d'après le premier sens du mot moyen, le deuxième et le quatrième segment commencent

(1) *Mot à mot :* ceinture, zone *ou* voûte. Mais nous réserverons le mot *zone* pour le cercle complet, et mettrons *segment* pour chacune des quatre parties de la zone. Cette division est dans Oloug-Beg. *Prolégomènes*, t. I, p. ٣٩٧, et t. II, p. 157 et 281. Oloug-Beg appelle ces quatre arcs *nithaks* (نطاق) ou *zones de conversion*. C'est un sujet neuf, dit M. Sédillot. Nous voyons qu'il était connu de Bar Hebræus près de 150 ans avant Oloug-Beg. — Cf. Gagmini, p. 242-245. M. Payne Smith traduit à tort مصرا par *points* (*Catal. des mss. syriaques de la Bibl. Bodl.*).

sur l'excentrique au point équidistant des centres de l'excentrique et de l'univers, c'est-à-dire à l'extrémité de la perpendiculaire élevée au milieu de la distance des deux centres, ils commencent sur l'épicycle [**74**] aux points où celui-ci coupe son déférent.

D'après le second sens (sens de moyen mouvement) le deuxième et le quatrième arcs commencent sur l'excentrique à l'extrémité de la perpendiculaire menée au centre de l'univers, et sur l'épicycle aux points de contact des tangentes menées du centre de l'univers, c'est-à-dire aux points où l'inégalité est maximum sur

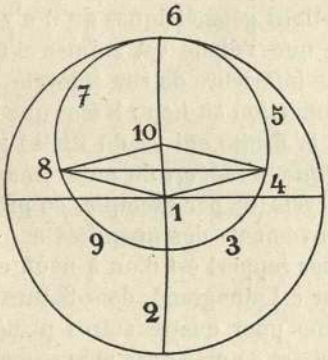


Fig. 9.

1. Centre de l'univers. — 2. Périgée. — 3. Troisième segment. — 4. Moyen mouvement. — 5. Quatrième segment. — 6. Apogée. — 7. Premier segment. — 8. Moyen mouvement. 9. Second segment. — 10. Centre de l'excentrique.

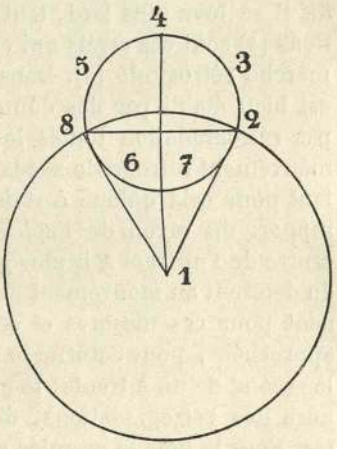


Fig. 10.

1. Centre de l'univers. — 2. Moyenne distance. — 3. Quatrième segment. — 4. Khougto (apogée de l'épicycle). — 5. Premier segment. — 6. Second segment. — 7. Troisième segment. — 8. Moyenne distance.

l'excentrique et sur l'épicycle. Sur le premier segment la planète est supérieure descendante, sur le second elle est inférieure descendante, sur le troisième elle est inférieure ascendante et sur le quatrième elle est supérieure ascendante (1). Les figures précédentes montrent ces quatre arcs avec leurs diversités.

(1) Ce sont des définitions fondées sur la position apparente de la planète par rapport à la terre.

[75] DEUXIÈME SECTION

DE L'AVANCE ET DU RETARD DES LEVERS DES CINQ PLANÈTES, ET DE LEURS STATIONS (1).

Ptolémée appela la marche rétrograde *avance du lever* (2) et la marche directe *retard* (3) parce que la distance de l'astre diminue et il se lève plus tôt, tant qu'il a une marche rétrograde; enfin il se lève plus tard, tant qu'il a une marche directe. Les stations (4) sont ces arrêts qui ont lieu entre la marche directe et la marche rétrograde (5). Dans le douzième livre de l'Almageste il est bien établi par des démonstrations géométriques qu'il n'y a pas rétrogradation toutes les fois que l'étoile est animée d'un mouvement rétrograde sur la partie inférieure de son épicycle, il faut pour cela qu'une certaine proportion ait lieu : il faut que le rapport du rayon de l'épicycle à la droite qui va du Khézo au centre de l'univers soit plus grand que le rapport du mouvement du déférent au mouvement de l'épicycle (6), par exemple, en prenant pour ces mesures et ces mouvements des quantités assez approchées, pour Saturne le premier rapport est d'un à neuf, et le second de un à trente; le premier est plus grand, donc Saturne aura des rétrogradations, de même pour quatre autres planètes. Pour la lune le premier rapport est de un à onze et le second de un et un dixième à un. Comme le premier rapport est beaucoup plus petit, la lune aura des retards mais pas de rétrograda-

(1) Cf. Gagmini, p. 254, et surtout Al-Fergani, p. 61-63. *Almageste*, l. XII.

(2) Προηγήσεις, *Almageste*, XII, 1.

(3) Ὑπολείψεις, *ibid.*

(4) Στηρίγμοι, *Almageste*, XII, 7. Chez Oloug-Beg, مقام, t. I, p. ٣٩٩.

(5) D'après Moïse Bar Képha ces avances, retards et stations des planètes les firent regarder comme douées de raison et de volonté et comme se conduisant elles-mêmes. Man. n° 319, fol. 20.

: ܒܝܬ ܡܗܦܟܢܘܬܐ ܕܟܘܟܒܐ ܗܠܝܢ ܕܐܝܬ ܠܗܘܢ ܡܕܥ ܘܪܘܚܐ ܘܡܬܢܗܓܝܢ ܐܝܟ ܕܐܢܫܐ ܒܪܝܪ ܗܘ ܕܡܬܢܗܓ ܒܪܝܫ ܘܡܬܚܙܐ ܐܝܟ ܕܐܢܫܐ ܒܪܝܪ ܗܘ ܕܡܬܚܙܐ ܒܪܝܫ ܘܡܬܢܗܓ ܐܝܟ ܕܐܢܫܐ ܒܪܝܪ ܗܘ ܕܡܬܢܗܓ ܒܪܝܫ ܘܡܬܚܙܐ ܐܝܟ ܕܐܢܫܐ ܒܪܝܪ ܗܘ ܕܡܬܚܙܐ ܒܪܝܫ ܘܡܬܢܗܓ ܐܝܟ ܕܐܢܫܐ ܒܪܝܪ ܗܘ ܕܡܬܢܗܓ ܒܪܝܫ ܘܡܬܚܙܐ

tions. Enfin, puisque la supériorité du premier rapport produit une rétrogradation, et son infériorité le manque de rétrogradation, il est nécessaire que l'égalité [76] des deux rapports, c'est-à-dire du premier et du second, produise des stations. Ainsi, quand le rapport de la moitié de la droite, comprise dans l'épicycle, au reste, qui va du point d'intersection (avec l'épicycle) au centre de l'univers, est égal au rapport du mouvement du déférent à celui de l'épicycle (1), il est nécessaire, comme précédemment, que l'astre soit en repos. Cependant l'imagination du spectateur doit se représenter que cet astre aux deux stations ne s'arrête pas et ne cesse pas son mouvement. Pour que l'on saisisse bien cette idée, nous dirons : quand le mouvement rétrograde des planètes sur la

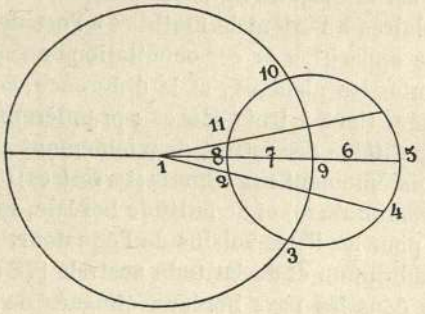


Fig. 11.

1. Centre du déférent qui est pris, sur cette figure, au centre de l'univers. — 2. Commencement de la station. — 3. Milieu de la seconde station. — 4. Commencement de la station. — 5. Apogée de l'épicycle (Khougto). — 6. Milieu de la (marche) directe. — 7. Milieu de la (marche) rétrograde. — 8. Périgée de l'épicycle (Khézo). — 9. Centre de l'épicycle. — 10. Milieu de la première station. — 11. Commencement de la station.

partie inférieure de l'épicycle interceptera sur le zodiaque des arcs plus grands que ceux interceptés par le mouvement direct du centre de l'épicycle, alors on verra l'astre rétrograder. Quand ces arcs seront plus petits, l'astre éprouvera un retard sans rétrograder. Enfin quand ces arcs, décrits en sens rétrograde par l'astre et en sens direct par le centre de l'épicycle, seront égaux, l'astre paraîtra stationner.

Ainsi le Khougto est le lieu moyen de la marche dans le sens

(1) Voir *Almageste*, éd. Halma, II, p. 323.

direct, la distance moyenne est le lieu moyen de la première station (1); le Khézo est celui du mouvement rétrograde, enfin la seconde distance moyenne est celui de la seconde station (2).

Tout cela est en évidence sur la figure qui précède.

[77] TROISIÈME SECTION

DES APPARITIONS, OCCULTATIONS (3), CONJONCTIONS ET PLEINES LUNES.

La phase (4) est l'apparition de la planète et sa sortie des rayons solaires à l'orient, si c'est le matin, et à l'occident le soir. L'occultation est la disparition de la planète et son entrée dans les rayons solaires à l'orient le matin et à l'occident le soir. Notons que cette apparition et ces occultations ne sont pas identiques pour toutes les planètes, et la différence, comme le dit le grand Ptolémée, tient à trois causes : premièrement à la grandeur ou à la petitesse des astres, deuxièmement au signe de leur latitude, et troisièmement aux climats (terrestres) (5). En effet, les astres à leur maximum (6) et de latitude boréale, sont visibles immédiatement pour les lieux voisins de l'équateur, tandis que les astres à leur minimum et de latitude australe [78] sont difficilement visibles dans les pays boréaux éloignés de l'équateur. — Comme le mouvement des trois planètes supérieures est moins

(1) Le point de station n'est pas la distance moyenne même, car en ce point la vitesse sur l'épicycle est nulle pour le spectateur puisqu'elle est dirigée suivant son rayon visuel, et la vitesse du centre de l'épicycle subsiste seule. Il n'y a donc pas station. (Del., *Hist. de l'astr. au moyen âge*, p. 40.)

(2) *Zweiter Stand*, Gagmini, p. 254.

(3) Voir Ptol., *Almageste :* XIII, ch. VII : ὑπολείπεται προσαναπληρῶσαι καὶ τὰ περὶ τὰς φάσεις καὶ κρύψεις αὐτῶν τὰς πρὸς τὸν ἥλιον γινομένας. Voir aussi *Almageste*, l. VIII, ch. VI.

(4) Φάσις correspond à ἐπιτολὴ ou lever héliaque, il est opposé à ἀνατολὴ qui est le lever au-dessus de l'horizon. Voir *Uranologium*, Dissert. I, c. 1, p. 2.

(5) Τῶν πρώτη μέν ἐστιν ἡ παρὰ τὴν ἀνισότητα τῶν μεγεθῶν αὐτῶν· δευτέρα δὲ ἡ παρὰ τὴν ἀνομοιότητα τῶν τοῦ ζωδιακοῦ πρὸς τοὺς ὁρίζοντας ἐγκλίσεων. Τρίτη δ' ἡ παρὰ τὰς κατὰ πλάτος αὐτῶν παρόδους. (*Almageste*, t. II, p. 416.) Puis Ptolémée explique ces trois cas.

(6) Ce maximum de grandeur des astres a lieu quand ils sont le plus près possible de la terre, aux périgées.

rapide que celui du soleil (1), ce dernier les devance après s'être trouvé en conjonction avec elles à l'apogée de leurs épicycles où leur mouvement est direct (2). Ainsi, quand il s'en éloigne le matin, on les voit se lever à l'orient et on les appelle orientales jusqu'à ce qu'elles soient à un quadrant de cercle du soleil. Puis quand le soleil s'en est éloigné à plus de 90° le soir, on les voit se lever à l'orient jusqu'à ce qu'elles arrivent au périgée de leurs épicycles où leur mouvement est rétrograde et que le soleil leur soit diamétralement opposé. Puis quand il est à plus de 180°, elles apparaissent le matin à l'occident lorsqu'elles se couchent jusqu'à ce que le soleil soit de nouveau en quadrature avec elles. Quand le soleil en est à plus de 270°, elles apparaissent le soir à l'occident allant se coucher, et on les appelle occidentales, jusqu'à ce qu'elles se cachent sous les rayons du soleil comme sous un manteau, et on ne les voit plus qu'après la conjonction (3) quand le soleil les laisse en arrière.

On voit par là que l'apparition des trois planètes supérieures a constamment lieu le matin à l'orient quand le soleil les laisse à l'occident par rapport à lui, et leurs occultations ont toujours lieu le soir à l'occident quand elles sont à l'orient du soleil. Les planètes inférieures dont le mouvement est plus rapide que celui du soleil le précèdent et passent à l'orient par rapport à lui, après s'être trouvées en conjonction avec lui à l'apogée [**79**] de leur épicycle où leur mouvement est direct. Quand elles se sont éloignées, on les voit le soir à l'occident et on les appelle occidentales, jusqu'à ce qu'elles arrivent à une distance du soleil égale au rayon de leur épicycle, puis leur marche devient rétrograde, le soleil aussi se rapproche d'elles, et ainsi elles sont occultées le soir du côté de l'occident.

Après s'être ainsi trouvé de nouveau en conjonction avec elles, au périgée de leur épicycle où leur mouvement est rétrograde, le soleil les précède et passe à l'orient par rapport à elles. Ainsi on les voit le matin à l'orient et on les appelle orientales, jusqu'à ce que le soleil s'en soit éloigné d'un rayon de l'épicycle. Alors leur marche redevient directe, elles commencent

(1) On connaît la troisième loi de Képler : Les carrés des temps des révolutions sont proportionnels aux cubes des distances des planètes au soleil. Ainsi la durée de la révolution des planètes croît avec leur distance au soleil.

(2) Cf. *supra*, ch. IV, sect. 4, 1° et 2°.

(3) Mot à mot : *l'ustion*.

à se diriger vers le soleil, et s'occultent le matin à l'orient. Puis elles arrivent en conjonction et reviennent à leur position primitive. On voit par là que l'apparition et l'occultation des deux planètes inférieures ont lieu également le matin et le soir, c'est-à-dire avant le lever du soleil et après son coucher. Quant à l'avance visible des astres après leur occultation, quand ils sont près du plan de l'horizon et que le soleil est au-dessous vers le levant ou le couchant, on a trouvé la valeur de ces arcs de visibilité sur le cercle de hauteur, (à savoir :) pour Saturne, onze degrés; pour Jupiter, dix; pour Mars, onze et demi; pour Vénus, cinq, [**80**] et pour Mercure, dix (**1**), et cela dans tous les signes du zodiaque. Il n'en est pas de même sur le cercle du zodiaque :

En effet, quand Saturne est au commencement du Bélier et que le soleil en est à vingt-trois degrés et demi sur le zodiaque, alors il lui faut parcourir onze degrés sur le cercle de hauteur avant de sortir le matin des rayons du soleil. Et, au commencement de la Balance, à une distance de dix degrés quarante-huit minutes sur le zodiaque, il lui faut parcourir onze degrés de hauteur avant d'apparaître. Dans les autres signes du zodiaque on aura des résultats différents, pour cette planète-ci et pour les quatre autres, comme l'ont démontré les observations des Chaldéens en Phénicie, où la latitude terrestre était de trente-trois degrés dix huit minutes, et celles des Grecs en Grèce et en Égypte.

Les apparitions et les occultations des deux planètes inférieures offrent des particularités différentes, par exemple Vénus, vue du quatrième climat, ne s'occulte pas dans les Poissons, mais le jour de son occultation on la voit le matin et le soir, surtout si elle est au périgée de l'épicycle où son mouvement est rétrograde. Elle est occultée longtemps dans la Vierge, surtout si elle est à l'apogée de l'épicycle où elle a un mouvement direct.

Mercure ne se montre jamais le soir au commencement de la Balance et aux environs de l'apogée du makdorono, ni le matin au commencement du Bélier et aux environs du périgée.

L'apparition de la lune fut négligée par les anciens, parce que les vieux astronomes Chaldéens et les Grecs plus récents ne firent pas reposer leur chronologie ni leur culte sur l'apparition de la lune; [**81**] mais les Arabes modernes travaillèrent beaucoup à ce

(1) *Almageste,* XIII, ch. VII. Ed. Halma, t. II, 420-422. Ces mesures donnent l'enfoncement du soleil sous l'horizon, quand la planète devient visible.

calcul : la plupart du temps la lune apparaît à huit degrés de hauteur du soleil le soir, quand elle sort des rayons solaires, ou le matin, quand elle s'en rapproche; aussi, en quelque lieu que ce soit, elle ne disparaît pas moins de deux nuits ni plus de trois sous les rayons du soleil.

La rencontre des astres avec le soleil ou entre eux est appelée *conjonction*, la rencontre avec le soleil s'appelle plus particulièrement *ustion*. Quand ils sont en opposition entre eux ou avec le soleil on dit qu'ils sont *diamétraux;* pour la lune, par rapport au soleil, on emploie proprement le mot *pleine lune*. — La conjonction a lieu ou en longitude seulement, ou en longitude et en latitude simultanément. Elle ne peut pas avoir lieu en latitude sans avoir lieu en longitude. Le premier cas se présente quand deux lignes menées du centre de l'univers aux deux astres les rencontrent tous deux sur un même cercle de latitude, sans que le pôle soit interposé, parce que si le pôle était entre les deux astres, ils ne seraient pas en conjonction mais en opposition. Le second cas se présente quand une même ligne passe par les deux astres, alors le plus proche de la terre cache l'autre.

QUATRIÈME SECTION

DE LA PARALLAXE (1).

On appelle parallaxe la différence entre deux positions d'un astre : la position vraie et la position apparente. La première est à l'extrémité d'une ligne qui part du centre de l'univers, passe par l'astre et va de là jusqu'aux signes du zodiaque; la seconde est à l'extrémité d'une ligne qui part [**82**] de la surface de la terre, du lieu où se trouve l'observateur, passe par l'astre et va jusqu'aux signes du zodiaque. L'arc entre ces deux positions est la parallaxe, c'est-à-dire l'inégalité apparente de l'étoile sur le cercle de hauteur, ce cercle de hauteur de l'astre passant par les extrémités des lignes dont nous venons de parler. La position apparente est toujours celle qui est le plus près de l'horizon. L'angle formé au centre de l'astre par les deux lignes rappelées ci-dessus est l'angle de parallaxe.

(1) Sur les parallaxes du soleil et de la lune cf. *Almageste*, l. V, ch. XI et XVII-XIX.

Il s'annule quand l'astre est au-dessus de la tête parce qu'alors les deux droites se confondent. Il augmente en se rapprochant de l'horizon, enfin il est maximum sur l'horizon au lever ou au coucher. Cela a lieu pour les astres situés au-dessous du soleil et surtout pour la lune à cause de son peu de distance à la terre. Celle-ci n'est pas en effet un simple point par rapport à l'intersphère de la lune, comme cela a lieu par rapport aux intersphères supérieurs au soleil; le diamètre de la terre a une grandeur sensible en comparaison des intersphères de la lune. Pour le soleil et les astres situés au delà, la parallaxe n'est pas sensible (1) et le calcul montre qu'elle ne dépasse pas trois minutes.

Cette inégalité apparente (2) a lieu en longitude ou en latitude ou dans les deux sens. Elle a lieu seulement en longitude quand l'astre n'a pas de latitude et que son cercle de hauteur est le zodiaque qui passe ainsi au zénith (3).

[83] L'arc compris entre les deux lignes dont nous avons parlé est l'inégalité apparente en longitude. Si l'astre est à l'orient du méridien, son lieu apparent est plus grand que son lieu vrai. C'est l'inverse si l'astre est à l'occident. Cela tient à ce que le sens direct est de l'occident à l'orient, et à ce que le lieu apparent est toujours le plus proche de l'horizon.

On n'a qu'une parallaxe de latitude quand le cercle de hauteur de l'étoile est en même temps un cercle de latitude. Il passe par les extrémités des deux droites et coupe le zodiaque en un point qui donne à la fois la longitude (de l'astre) vraie et apparente. L'arc compris entre les extrémités des deux droites est l'inégalité apparente de latitude. Dans les lieux où le zodiaque et l'astre sont au sud du zénith, si de plus la latitude de cet astre est australe, la latitude apparente est plus grande que la latitude vraie; c'est l'inverse si la latitude de l'astre est boréale. Cela tient à ce que dans la première position, la latitude apparente est la plus proche de l'horizon; puis vient la latitude vraie et enfin le zodiaque. Dans la seconde position, le zodiaque est le plus près de l'horizon, puis vient la latitude apparente, enfin la latitude vraie est la plus éloignée du zodiaque.

Enfin, on a une parallaxe en longitude et en latitude, quand deux

(1) C'est l'opinion de Ptolémée : « non seulement on ignore la vraie parallaxe solaire, mais même si le soleil a une parallaxe ». (*Almageste*, l. V, ch. XI. Ed. Halma, I, p. 327. — Item Al-Fergani, p. 100.)

(2) La fin de ce chapitre se trouve dans Al-Fergani, p. 101-102.

(3) L'observateur doit être placé entre les tropiques.

cercles de latitude passent par les extrémités des droites. Ils ont donc deux points d'intersection avec le zodiaque et il y a deux arcs entre ces points et les extrémités des deux droites. L'arc compris entre les points d'intersection est l'inégalité apparente en longitude, et la différence des deux arcs de latitude est [84] l'inégalité apparente en latitude, parce que les deux points d'intersection sont le lieu vrai et le lieu apparent de l'astre, et les deux arcs sont la latitude vraie et la latitude apparente.

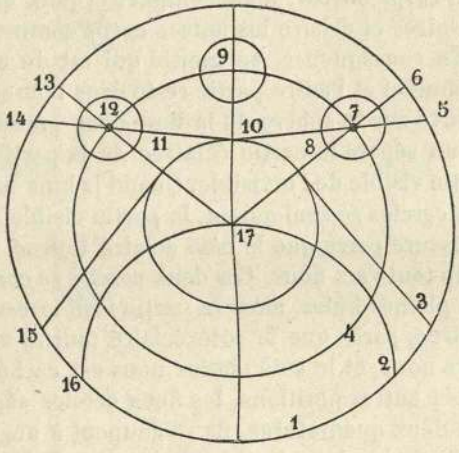


Fig. 12.

1. Cercle de hauteur. — 2. Horizon vrai. — 3. Horizon visible. — 4. Intersphère de l'astre. — 5. Lieu apparent. — 6. Lieu vrai. — 7. Astre. — 8. Angle de parallaxe. — 9. Astre au zénith lorsque la parallaxe s'annule. — 10. Surface de la terre, lieu d'observation. — 11. Angle de la parallaxe. — 12. Astre. — 13. Lieu vrai. — 14. Lieu apparent. — 15. Horizon visible. — 16. Horizon vrai. — 17. Centre de la terre.

Quand, dans les éclipses solaires, on entendra parler de conjonction apparente, on voit qu'elle sera rapportée au lieu d'observation à la surface de la terre, tandis que la conjonction vraie sera calculée pour le centre de la terre.

Voici la figure de la *parallaxe* (1) :

(1) Le scribe du manuscrit C ajoute ici : *Priez pour le malheureux qui a écrit et pour sa famille charnelle et spirituelle, au nom de Notre-Seigneur. Ceci fut fait le* 31 *du second conoun, l'an* 1859 *de Séleucus Nicator* (1548).

[85] CINQUIÈME SECTION

CAUSE DE L'AUGMENTATION ET DE LA DIMINUTION DE LA LUMIÈRE DE LA LUNE (1).

La variation de la configuration lumineuse de la lune, quand sa position change par rapport au soleil, suffit pour nous montrer qu'elle est un corps obscur, mais compact et poli, qui brille sous les rayons solaires et éclaire les autres corps comme le ferait un miroir uni. En conséquence, sa moitié qui est du côté du soleil brille constamment et l'autre partie reste dans l'obscurité (2). Par suite, on trouve sur la sphère de la lune deux grands cercles séparateurs, l'un sépare la partie éclairée de la partie obscure, et l'autre la partie visible de l'invisible. Quand la lune est en conjonction les deux cercles se confondent, la partie visible est identique à la partie obscure parce que le côté éclairé tourné vers le soleil ne l'est pas du tout vers nous. Ces deux cercles se confondent encore dans les pleines lunes, alors la partie visible est identique à la partie éclairée, parce que le côté éclairé tourné vers le soleil l'est aussi vers nous, et le côté obscur nous est caché comme au soleil. Dans les autres positions, les deux cercles séparateurs se coupent. Aux deux quadratures, ils se coupent à angle droit, et, parce que l'arc de cercle qui sépare la lumière [86] des ténèbres est vu de face, il nous paraît être une ligne droite et sa lumière a la forme d'un arc tendu ⌓ sur le quart de la lune qui nous est ainsi visible. En dehors des quadratures les deux cercles se coupent sous des angles aigus et obtus, mais, avant la première quadrature et après la seconde, le fuseau [87] aigu est tourné vers le soleil, aussi la lumière a une forme (incurvée) comme il suit ⌒. après la première quadrature et avant la seconde le fuseau obtus est du côté du soleil, aussi sa lumière a une forme (biconvexe) comme il suit ◯ à cause de la sphéricité de son corps obscur. Et, bien que sa lumière soit d'autant plus intense qu'elle est plus éloignée du soleil, et d'autant plus faible qu'elle en est plus proche (3), c'est cependant le côté du soleil qui brille constam-

(1) C'est le chapitre XXV de Al-Fergani.
(2) Item Gagmini, p. 256.
(3) C'est en effet à la nouvelle lune, c'est-à-dire quand elle n'est presque

ment, à savoir de la nouvelle lune à la pleine lune occidentale et de la pleine lune à la nouvelle lune orientale. La figure ci-jointe

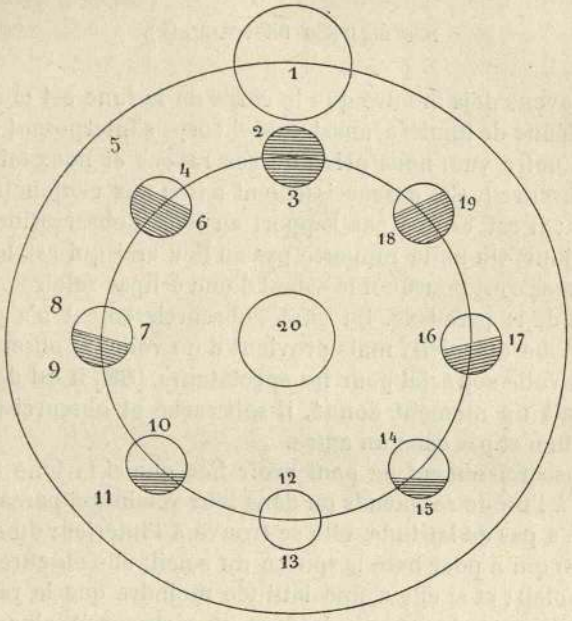


Fig. 13.

1. Soleil. — 2. Conjonction. — 3. Lune, au soir, sur l'horizon occidental. — 4. Lune, au soir, à l'ouest du méridien. — 5. Angle aigu. — 6. Angle aigu. — 7. Première quadrature. — 8. Angle droit. — 9. Lune, au soir, à l'est du méridien. — 10. Angle obtus. — 11. Lune, au soir, au méridien. — 12. Pleine lune. — 13. Lune, au soir, sur l'horizon est. — 14. Angle obtus. — 15. Lune, au matin, à l'ouest du méridien. — 16. Angle droit, seconde quadrature. — 17. Angle droit. — 18. Lune, au matin, à l'est du méridien. — 19. Angle aigu. — 20. Terre.

montre l'augmentation de la lumière et sa diminution. Elle est dessinée au verso de la page (1). Tourne, regarde, et loue Dieu qui instruit les mortels des choses spirituelles.

pas visible, que la lune est en conjonction avec le soleil, c'est-à-dire à sa plus petite distance.

(1) Il s'agit là, bien entendu, du manuscrit.

SIXIÈME SECTION

DES ÉCLIPSES DE SOLEIL (1).

Nous avons déjà montré que le corps de la lune est obscur, livide et dénué de lumière, aussi, un tel corps s'interposant entre le soleil et notre vue, nous prive de ses rayons et nous fait croire qu'il s'obscurcit. Cet obscurcissement a lieu aux conjonctions apparentes; il est estimé par rapport au lieu d'observation, et se voit de jour. On ne le rapporte pas au lieu vrai qui est le centre de la terre, c'est pourquoi le calcul d'une éclipse solaire nécessite l'emploi de la parallaxe. En effet l'obscurcissement n'a pas lieu sur le globe du soleil, mais provient d'un voile (2) obscur qui le cache et voile son éclat pour les spectateurs, [88] il est donc possible, qu'à un moment donné, il soit caché et obscurci dans un certain lieu et pas dans un autre.

Cet obscurcissement ne peut avoir lieu que si la lune est avec le soleil à l'un de ses nœuds ou dans leur voisinage, parce que, si la lune n'a pas de latitude, elle se trouve à l'intérieur du cône de vision (3) qui a pour base la sphère du soleil, elle obscurcit alors tout le soleil; et si elle a une latitude moindre que le rayon du soleil, elle sort du cône précédent et n'obscurcit plus qu'une partie du soleil; quand sa latitude est égale au demi-diamètre du soleil, elle est tangente au cône de vision et n'obscurcit pas le soleil; quand sa latitude est plus grande, elle n'est pas tangente au cône et ne produit pas d'éclipse. On a trouvé que, de l'apogée au périgée, le diamètre du soleil varie de trente et une minutes jusqu'à trente-quatre (4), et celui de la lune de vingt-neuf jusqu'à trente-six (5). Quand les deux diamètres apparents sont égaux, tout le soleil est éclipsé et il n'y a pas excès d'ombre; quand le dia-

(1) Les éclipses sont très clairement expliquées dans la *Connaissance de la Vérité* (*Cause des Causes*), texte p. 221-224, trad. p. 289. Voir aussi la *Notice sur le Livre des Trésors* de Jacques de Bartela, p. 17; *Almageste*, livre VI, et *Al-Fergani* ch. XXIX.

(2) μίδ semble être le latin *velum*.

(3) Son sommet est l'œil de l'observateur.

(4) En réalité de 31′ 28″ (au 1er juillet) à 32′ 32″ (au 1er janvier). (Wolf, p. 208.)

(5) En réalité de 29′ 22″ à 33′ 30″. (Wolf, p. 314-315.)

mètre apparent du soleil est le plus grand, non seulement il n'y a pas excès d'ombre, mais on voit au soleil une couronne (1) lumineuse autour de la lune qui l'éclipse. Quand le diamètre apparent de la lune est le plus grand, il y a un excès d'ombre autour du soleil, mais faible et presque insensible ; aussi beaucoup prétendent qu'il n'y en a pas du tout, ils prétendent que la lune à peine ar-

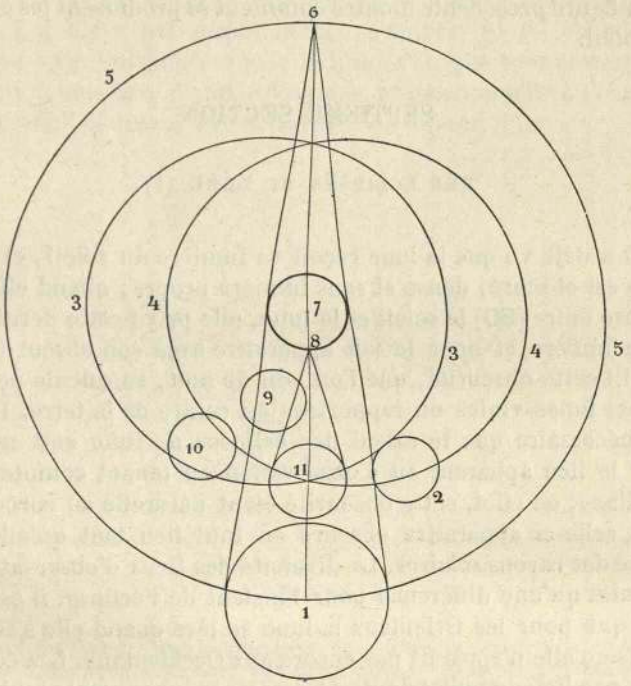


Fig. 14.

1. Soleil. — 2. Lune touchant le cône de visibilité et n'obscurcissant pas le soleil. — 3. Intersphère oblique de la lune. — 4. Intersphère de la similitude de la lune. — 5. Intersphère du soleil. — 6. Sommet du cône des rayons du soleil. — 7. Centre de la terre. — 8. Sommet du cône de visibilité pour un spectateur à la surface de la terre. — 9. Lune obscurcissant la moitié de la sphère du soleil. — 10. Lune ne touchant pas le cône de visibilité et n'obscurcissant pas le soleil.

(1) Ptolémée supposait que le diamètre de la lune était toujours de 31′ 20″ au moins, ce qui rendait les éclipses annulaires impossibles. Albatégni († 929) faisait varier le diamètre de la lune entre 29° 30′ et 38° 30′. (Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, p. 39.)

rivée dans le cône de vision s'écarte déjà par son mouvement propre de devant le soleil qui est beaucoup plus gros qu'elle. Aussi l'obscurité est à peine complète que la clarté commence à reparaître, [89] et il n'y a pas d'excès d'ombre. Comme la lune, dans son mouvement direct, entre sous le soleil de l'occident à l'orient, elle obscurcit d'abord le côté occidental du soleil qui sera aussi le premier à reparaître.

La figure précédente montre comment se produisent les éclipses de soleil.

SEPTIÈME SECTION

DES ÉCLIPSES DE LUNE (1).

On a déjà vu que la lune reçoit sa lumière du soleil, et que la terre est obscure, dense et sans lumière propre; quand elle s'interpose entre [90] le soleil et la lune, elle prive cette dernière de toute lumière et nous la fait apparaître avec son obscurité propre. Et cette obscurité, que l'on voit de nuit, se calcule pour les pleines lunes vraies ou rapportées au centre de la terre. Il n'est pas nécessaire que le calcul des éclipses de lune soit modifié pour le lieu apparent ou d'observation en tenant compte de la parallaxe; en effet, cette obscurité étant naturelle au corps de la lune, celle-ci apparaîtra obscure en tout lieu tant qu'elle sera privée des rayons solaires. La diversité des lieux d'observation ne produira qu'une différence pour l'instant de l'éclipse, il est possible que pour les Orientaux la lune se lève quand elle s'éclipse, tandis qu'elle n'apparaît pas encore aux Occidentaux. Les éclipses n'ont pas lieu de nuit à toutes les pleines lunes, mais seulement quand la lune est à ses nœuds ou dans leur voisinage, quand elle ne s'écarte pas ou s'écarte fort peu de la route du soleil.

Puisque la terre est sphérique, son ombre a une forme conique et le centre de ce cône d'ombre est sur le zodiaque, car le soleil est constamment dans ce plan, et le centre du zodiaque est celui de la terre.

On appellera *cercle d'ombre* (2) un cercle mené près de la lune perpendiculairement à l'axe du cône d'ombre et parallèle ainsi à

(1) Cf. *Al-Fergani*, ch. XXVIII.
(2) دايرة الظل *Al-Fergani*, p. 104.

la base de l'ombre. Si, aux pleines lunes, la latitude de la lune est plus grande que la somme des rayons de cet astre et du cercle d'ombre, il n'y a pas d'éclipse. Si la latitude est égale à cette somme, la lune touche le cône d'ombre [**91**] à l'extérieur et ne s'éclipse pas. Si elle est égale au rayon du cercle d'ombre, la moitié de la surface de la lune est éclipsée. Si elle est égale à la différence entre les rayons du cercle d'ombre et de la lune, celle-ci tout entière est éclipsée, elle touche le cône d'ombre à l'intérieur et il n'y a pas surabondance d'ombre. Si la latitude est moindre que cette différence, la lune s'éclipse tout entière et il reste au dessus une quantité d'ombre, proportionnelle à l'excès de la différence ci-dessus sur la latitude de la lune (1).

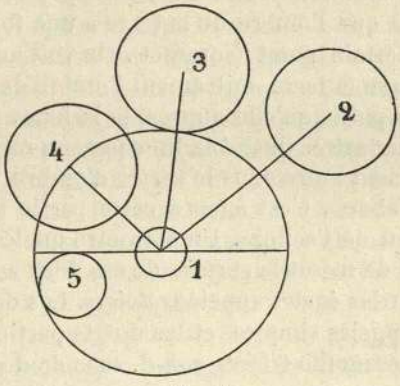


Fig. 15.

1. Latitude moindre que la différence (des rayons du cercle d'ombre et de la lune). — 2. Latitude supérieure aux deux rayons (du cercle d'ombre et de la lune). — 3. Latitude égale aux deux rayons. — 4. Latitude égale au rayon de l'ombre. — 5. Latitude égale à la différence.

La distance maximum aux nœuds ascendant et descendant pour la production des éclipses a été trouvée de douze degrés (2), parce qu'à ce moment la latitude de la lune est la somme des

(1) On trouve ici en marge à côté de la figure : La latitude de la lune est la distance de son centre au centre du cercle d'ombre qui est situé sur le zodiaque, il est donc évident qu'en prenant le rayon de la lune égal à un et celui du cercle d'ombre égal à trois, nous pourrons mettre en évidence les cinq positions relatives avec les cinq figures ci-contre.

(2) Nombre exact. (Wolf, p. 315.)

rayons de la lune et de l'ombre, à savoir un degré et trois minutes (1) dont dix-sept minutes pour le rayon de la lune [**92**] et quarante-six pour celui du cône d'ombre.

Alors la lune touche le cône d'ombre sans s'éclipser et, plus loin, elle ne le touche plus et ne s'éclipse pas. Et, comme la lune demeure éclipsée d'autant moins longtemps qu'elle est plus éloignée de la terre, on en conclut que l'ombre portée diminue quand on s'éloigne de la terre. Cela prouve que le soleil est plus grand que la terre, parce que, s'il était plus petit, l'ombre portée se dilaterait en s'éloignant de la terre, et plus la lune serait éloignée, plus durerait son éclipse, ce qui n'a pas lieu. Si le soleil était égal à la terre, l'ombre portée aurait une forme cylindrique, l'éclipse aurait la même durée pour toutes les distances, ce qui n'a pas lieu. La diminution de l'ombre avec l'augmentation de la distance montre que l'ombre de la terre a une forme conique et s'annule à un certain point (sommet). On voit aussi que la lune est plus petite que la terre, autrement l'ombre de la terre, qui serait encore plus petite qu'elle auprès de la lune, ne pourrait pas couvrir ce dernier astre. Quand la lune par son mouvement direct d'occident en orient entre dans le cercle d'ombre, sa partie orientale s'éclipse d'abord, c'est encore cette partie qui s'éloigne la première du lieu de l'éclipse. Un diamètre quelconque du soleil ou de la lune, et de même la surface de ces deux astres, sont divisés en douze parties égales appelées *doigts*. Les doigts parties du diamètre sont appelés simples, et les doigts parties de la surface sont appelés mesaqotho (*élevés* c.-à-d. sans doute : ayant *hauteur* et longueur).

La figure suivante (p. 80) montre comment se produisent les éclipses de lune. Regarde, vois, et loue celui qui a écrit sans confusion des images [**93**] spirituelles sur des tables de chair et de sang à l'aide du roseau de l'esprit; gloire à lui sans fin ni terme. Amen.

(1) Ce nombre est exact : si la latitude de la lune est supérieure à 63′, l'éclipse est impossible; si elle est comprise entre 63′ et 52′, l'éclipse est douteuse (elle dépend des positions de la terre et de la lune sur leur orbite); si elle est plus petite que 52′, l'éclipse est certaine. (Wolf, *Astronomie et Géodésie*, p. 315.)

[94] HUITIÈME SECTION

DU TEMPS QUI PEUT S'ÉCOULER ENTRE DEUX ÉCLIPSES DE SOLEIL (1).

L'intervalle possible entre deux éclipses de soleil est de six mois lunaires. En effet, en six mois le soleil décrira à peu près une demi-circonférence; en quelque lieu de l'écliptique que soit la lune à la première éclipse, elle sera rejointe par le soleil six mois après, vers le point diamétralement opposé au premier, et il y aura de nouveau une éclipse si la parallaxe le permet. Il se peut aussi qu'il n'y ait entre deux éclipses solaires qu'un intervalle de cinq grands mois (2), quand la lune va moins vite aux environs de l'apogée de l'épicycle, après qu'elle a accompli un certain nombre de révolutions complètes, et quand le soleil va plus vite, ce qui a lieu aux environs du périgée (3). De plus, la latitude de la lune est nécessairement boréale aux deux conjonctions, c'est-à-dire à la première, après le nœud ascendant, et à la seconde, avant le nœud descendant. En effet, le rayon de la lune à la distance moyenne étant de seize minutes quarante secondes, la latitude apparente de la lune tangente au soleil qui est la somme des deux rayons sera de trente-deux minutes vingt secondes (4), et la distance au nœud (5) correspondant à cette latitude sera de six degrés douze minutes, d'après la règle de rapport donnée par le grand Ptolémée qui a dit : Le rapport de la distance à la latitude est égal au rapport de [95] onze et demi à un (6). En conséquence l'arc de lumière (sans éclipses) sera une demi-circonférence moins le double de l'arc dont nous venons de parler (qui se retranche) après le nœud ascendant et avant le nœud descendant; il reste

(1) Cf. Maçoudi, *le Livre de l'Avertissement et de la Revision*, traduction Carra de Vaux, p. 296-297.

(2) Διὰ τῆς μεγίστης πενταμήνου. (*Almageste*, t. I, p. 397.)
Le temps des cinq grands mois sera de 148 jours 18 heures, et celui de cinq mois moyens, 147 jours, 15 heures, 45 minutes. (*Ibid.*, p. 401.)

(3) Ce passage se trouve textuellement dans Ptolémée. Ed. Halma, I, p. 397 et 400, *passim*.

(4) *Almageste*, I, p. 400.

(5) Argument de latitude.

(6) En réalité 6° 11′ 50″. Aussi Ptolémée (*Almageste*, I, p. 400) a soin de dire : *environ* 6° 12′. — La règle énoncée ici est formulée par Ptolémée à la page 393.

donc 167° 36′. La marche moins rapide de la lune en cinq grands mois, en sus des révolutions complètes, est de 159° 5′. Comme ce trajet est plus petit que l'arc de lumière de 8° 31′, le soleil sera rencontré par la lune à 2° 19′ de la limite des éclipses qui précède le nœud descendant. La latitude est alors de 48′, et comme elle est

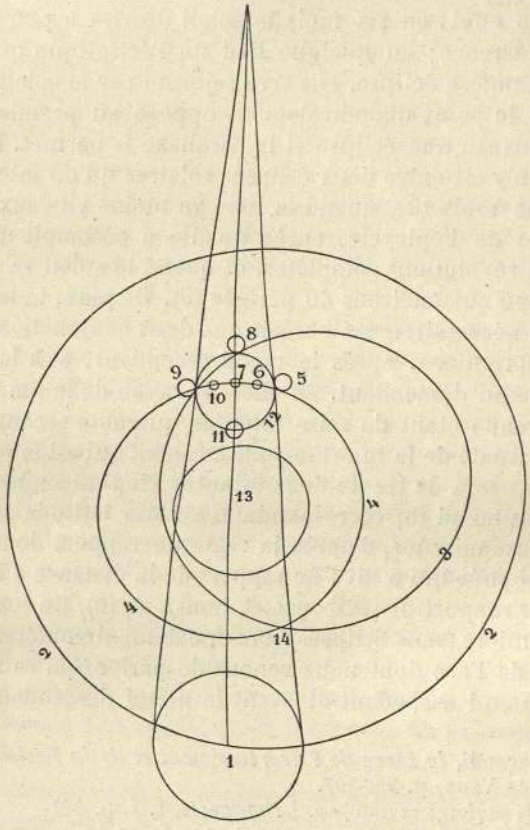


Fig. 16.

1. Soleil. — 2. Intersphère du soleil. — 3. Intersphère de la similitude de la lune. — 4. Intersphère oblique de la lune. — 5. Lune quand sa lumière s'éteint. — 6. La lune s'éclipse sans excès (de lumière). — 7. Lune au milieu de l'éclipse, au nœud. — 8. La lune touche le cercle d'ombre et ne s'éclipse pas. — 9. La lune commence à s'éclipser. — 10. Lune durant l'éclipse. — 11. La moitié de la lune s'éclipse. — 12. Cercle d'ombre. — 13. Terre. — 14. Nœud.

supérieure à la latitude de contact (1), le soleil n'est pas éclipsé, à moins que la parallaxe ne soit pour la lune de plus de 45′, et cela près du zodiaque, où le soleil s'approche du lieu apparent de la lune et passe derrière elle pour s'y cacher. Or, en aucun lieu, on n'a trouvé pour la lune dans une latitude australe, c'est-à-dire après le nœud descendant et avant le nœud ascendant, une parallaxe de latitude qui atteigne 45′. Dans le premier climat, au pays de Méroé (2), on a trouvé 27′ dans la Vierge pour la première éclipse, et vingt-deux dans le Verseau pour la seconde, en tout quarante-six minutes. Dans le septième climat, à l'embouchure du Borysthène, on a trouvé cinquante-huit minutes (3). Nous avons ainsi [**96**] bien démontré que pour toute la terre deux éclipses de soleil ne peuvent se suivre à cinq mois d'intervalle que pour une certaine latitude boréale, il faut en plus que l'accélération du mouvement du soleil corresponde au retard du mouvement de la lune, sinon, au temps où la parallaxe ne vient pas à notre aide, le soleil sera rencontré par la lune en dehors du lieu des éclipses et ne s'éclipsera pas.

Il peut y avoir entre deux éclipses solaires sept petits mois (4) durant lesquels le mouvement de la Lune est accéléré, et celui du soleil retardé, et cela pour une latitude boréale de la lune. Car la latitude apparente de la lune (aux éclipses) est, comme nous l'avons dit, de trente-deux minutes vingt secondes, et la distance au nœud qui lui convient, six degrés douze minutes; l'arc obtenu en ajoutant au demi-cercle le double de cette distance située avant le nœud descendant et après le nœud ascendant sera de cent quatre-vingt-douze degrés vingt-quatre minutes (5). Mais en sept petits mois et après des révolutions complètes, la lune, dans son mouvement le plus rapide, a décrit deux cent huit degrés quarante-sept minutes. Et comme cet arc est plus grand que le précédent de 16° 23′, le soleil sera rencontré par la lune à 10° 11′ au delà du lieu des éclipses qui suit le nœud ascendant,

(1) Bar-Hebræus modifie ici le texte de Ptolémée (*Almageste*, I, p. 401) qui porte simplement « ... de 8° 31′ pris sur l'orbite, et de 45′, à très peu près, sur le cercle perpendiculaire à l'écliptique. Mais dans les lieux où il peut y avoir une parallaxe, telle qu'elle surpasse les 45′..... » Ici Bar-Hebræus a repris le texte de Ptolémée.

(2) V. *Almageste*, VI, ch. v. Ed. Halma, I, p. 392 et 402.

(3) *Almageste*, I, p. 393.

(4) Ἐν τῇ ἐλαχίστῃ ἑπταμήνῳ. *Almageste*, I, p. 403.

(5) *Ibid.*, I, p. 403.

tandis que la latitude est de 1° 25′. Comme cette latitude est plus grande que celle du contact, il n'y a pas éclipse de soleil, à moins que la parallaxe de la lune ne soit plus grande qu'un degré vingt-cinq [**97**] minutes, et cela près du zodiaque où le soleil s'approche du lieu apparent de la lune et passe derrière elle pour s'y cacher. On n'a trouvé aucun lieu qui donne pour la lune, à une latitude australe, une parallaxe assez grande. Mais dans l'île de Rhodes, c'est-à-dire dans le quatrième climat, on a trouvé quarante-six minutes de parallaxe à la première éclipse (1) dans le Verseau, et autant à la seconde dans la Vierge (2). La somme des deux surpasse 1° 25′ de 7′. Cette différence sera encore plus forte dans les climats situés au nord de celui-ci. Il est ainsi démontré que, pour tous les climats au nord du quatrième, il peut s'écouler sept petits mois entre deux éclipses de soleil, pourvu que la latitude de la lune soit boréale (3). Dans les climats plus au sud, c'est-à-dire dans le troisième, le second et le premier, il n'en est plus ainsi. Il faut que le mouvement de la lune soit accéléré et celui du soleil retardé, parce que le soleil, sortant de l'ombre et s'éloignant du lieu de l'éclipse (4) sur l'arc de lumière, est rejoint par la lune.

Il est impossible qu'il ne s'écoule qu'un mois entre deux éclipses solaires, quand bien même ce mois unique serait petit et que les arcs où ont lieu les éclipses avant et après le nœud seraient aussi grands que possible (5). En effet, le mouvement accéléré de latitude (6) de la lune en un mois est de 29° 14′ et sa latitude, d'après le rapport que nous avons cité, est de 2° 33′ (7). La limite extrême d'une éclipse australe est de [**98**] 8° 22′, la latitude est de 41′ $\frac{1}{3}$ (8). La limite extrême d'une éclipse boréale est de 16° 41′ et la latitude est de 1° 31′ $\frac{1}{3}$. La lune, dans son mouvement accéléré, prend, en un mois, une latitude qui surpasse de 1° 27′ la demi-somme des deux latitudes aux deux extrémités du

(1) La première des deux qui ont lieu en sept petits mois.

(2) *Almageste*, I, p. 405.

(3) C'est-à-dire — ajoute Ptolémée — quand, dans la première éclipse, elle s'approche du nœud descendant, et quand, dans la seconde, elle s'approche du nœud ascendant. (*Ibid.*)

(4) Ἐκλειπτικοὶ ὅροι.

(5) « Quand le mois serait le plus court, et tel que le trajet de la lune en latitude pendant ce mois fût le moins possible plus grand que l'arc compris entre les limites des éclipses du soleil ». (*Almageste*, I, p. 406.)

(6) Κατὰ πλάτος, mouvement sur l'orbite.

(7) *Ibid.*, I, p. 407.

(8) *Almageste*, I, p. 393-394.

lieu des éclipses, c'est-à-dire avant le nœud ascendant et après, ou bien avant le nœud descendant et après. Dans aucun climat on ne trouve une parallaxe qui surpasse cette différence. En effet dans le premier climat (1) on ne trouve pas une parallaxe de latitude australe qui surpasse 25′, ni dans le septième climat une parallaxe de latitude boréale (2) qui surpasse 58′. La somme des deux est de 4′ inférieure à l'excès en latitude du mouvement de la lune dont nous avons parlé (3).

Dans les climats intermédiaires, la somme sera encore plus petite. Ainsi, après une éclipse avant le nœud ascendant ou le nœud descendant, quand bien même ce serait à l'extrémité du lieu des éclipses, si la lune exécute ensuite sa révolution mensuelle, même avec le mouvement le plus rapide, elle rencontrera le soleil en dehors de l'autre lieu des éclipses qui suit le nœud ascendant ou le nœud descendant. Il n'est donc pas possible qu'il n'y ait qu'un intervalle d'un mois entre deux éclipses solaires, et cela pour toute la terre habitée comprise dans les sept climats qui sont au nord de l'équateur. Ce n'est pas non plus possible pour les pays situés des deux côtés de l'équateur (4), [**100**] parce que la parallaxe pourra bien être plus grande vers le sud pour les habitants du nord, ou vers le nord pour les habitants du sud, mais la somme de ces deux grandeurs est inférieure à l'excès dont nous avons parlé.

La figure ci-après (p. 84) montre le lieu des éclipses et les arcs de lumière; regarde et vois (5).

NEUVIÈME SECTION

DU TEMPS QUI PEUT S'ÉCOULER ENTRE DEUX ÉCLIPSES DE LUNE.

Il peut s'écouler six mois entre deux éclipses de lune, car l'argument de latitude de la lune est en six mois de 184° 1′ et chacun des quatre lieux d'éclipses compte 12° (6).

(1) Lire جمحمر.
(2) Lorsque la lune est au nord de l'écliptique.
(3) A 1° 27′. Voir neuf lignes plus haut.
(4) La page 99 du texte est occupée par les figures 17 et 18.
(5) Cette dernière phrase seule n'est pas dans Ptolémée.
(6) Pour Sergius de Réschaina (Sachau, *Ined. syr.*, p. 188), chacun des quatre lieux d'éclipses compte 15°, et les cinq jours que met la lune pour décrire ces 60° sont des jours néfastes; — c'est la théorie de Galien.

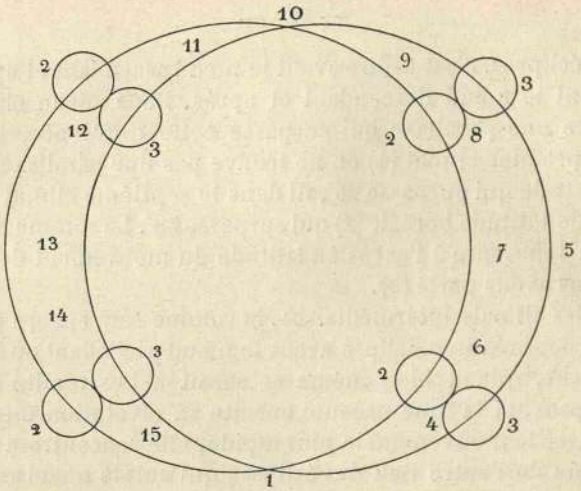


Fig. 17.

1. Nœud ascendant. — 2. Lune. — 3. Soleil. — 4. Limite des éclipses au sud avant le nœud ascendant. — 5. Arc de lumière. — 6. Latitude égale aux deux rayons. — 7. Sud. — 8. Latitude égale aux deux rayons. — 9. Limite des éclipses au sud après le nœud descendant. — 10. Nœud descendant. — 11. Limite des éclipses au nord avant le nœud descendant. — 12. Latitude égale aux deux rayons. — 13. Nord. — 14. Latitude égale aux deux rayons. — 15. Limite de l'ombre au nord après le nœud ascendant.

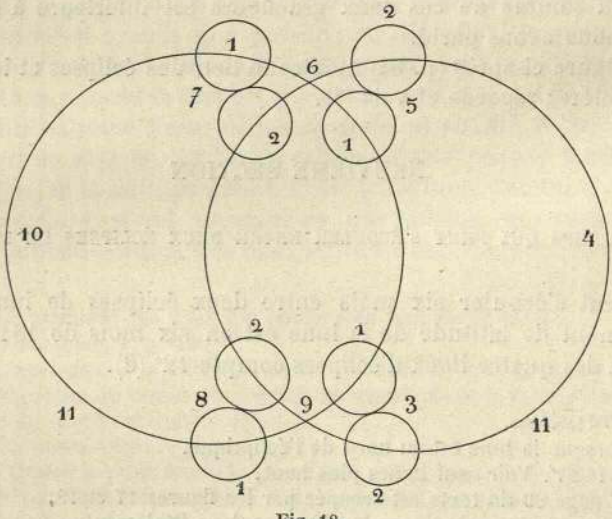


Fig. 18.

1. Soleil. — 2. Lune. — 3, 5, 7, 8. Latitude égale aux deux rayons. — 4. Nord. — 6. Limite des éclipses au sud avant le nœud ascendant. — 9. Limite de l'ombre au nord avant le nœud descendant. — 10. Sud. — 11. Arc de lumière.

Il reste de chaque côté 156° pour l'arc de lumière. Il est donc plus petit que l'argument de latitude. Ainsi, quand la lune s'éclipse avant ou après un nœud, il est possible que six mois plus tard elle approche de l'autre nœud et s'éclipse de nouveau avant (1) ou après. Il peut aussi ne s'écouler que cinq grands mois entre deux éclipses de lune, car l'argument de latitude, quand la lune va moins vite, est de 159° 5′ en cinq mois, et l'arc de lumière tant boréal qu'austral est de 156° (2). Comme cet arc est plus petit que l'argument de latitude, il est possible qu'en cinq mois on ait [**101**] deux éclipses de lune, mais d'un même côté de l'écliptique, c'est-à-dire que si la première éclipse a lieu à une première pleine lune après le nœud ascendant ou descendant à la limite du lieu des éclipses, il est possible qu'on en ait une seconde à la pleine lune qui termine les cinq mois avant le nœud descendant ou ascendant à la limite aussi du lieu des éclipses, parce que l'argument de latitude diffère fort peu de l'arc de lumière. On voit ainsi que ces éclipses ne peuvent pas être totales, puisqu'elles se produisent à une grande distance des nœuds.

Il n'est pas possible qu'il y ait sept mois même petits entre deux éclipses de lune (3). Car l'argument de latitude dans le mouvement rapide de la lune est en sept petits mois, après des révolutions complètes, de 208° 47′, et l'arc qui surpasse la demi-circonférence des deux arcs lieux d'éclipses, c'est-à-dire 204°, est plus petit que cet argument. Donc, si la lune s'éclipse à une première pleine lune avant le nœud descendant ou ascendant à la fin des sept mois, quand la lune en sera à une autre pleine lune, elle aura dépassé le lieu des éclipses qui suit le nœud descendant ou ascendant, et ne pourra pas s'éclipser.

Il n'est pas possible qu'il n'y ait qu'un mois même petit entre deux éclipses de lune, parce que l'argument de latitude dans le mouvement rapide de la lune est, en un mois, de [**102**] 29° 14′, et le double du lieu des éclipses qui précède ou suit le nœud n'est que de 24°. Donc, quand bien même la première éclipse de lune aurait lieu tout à l'extrémité de ce lieu avant le nœud ascendant ou descendant à une certaine pleine lune, à la suivante, la lune sera à plus de cinq degrés au delà de l'autre lieu des éclip-

(1) Lire ܡܚܣܡ ܥ/.

(2) Pour Ptolémée, 157°, t. I, p. 398.

(3) Ὅτι δὲ δι' ἑπτὰ μηνῶν ἀδύνατον ἔσται τοῦτο συμβῆναι, κἂν τὴν ἐλαχίστην ἑπτάμηνον ὑποθώμεθα. (*Almageste*, I, p. 399.)

ses qui suit le nœud ascendant ou descendant, et ainsi ne pourra s'éclipser. On voit tout cela aussi sur la figure précédente.

CHAPITRE HUITIÈME

Des décans (1), c'est-à-dire des étoiles fixes.

Il y aura dix sections.

PREMIÈRE SECTION

QUE LES ÉTOILES FIXES GARDENT CONSTAMMENT LA MÊME POSITION RELATIVE (2).

Pour favoriser l'observation des étoiles fixes, les anciens ont consigné dans des tables la forme des constellations, leur position et la distance relative invariable des étoiles. Ils ont transmis cela à leurs successeurs afin que ceux-ci, les trouvant toujours invariables et fixes, fussent confirmés dans la croyance à leur fixité. « Hipparque a écrit que l'étoile de la pince australe du Cancer, l'étoile brillante qui précède la tête de l'Hydre, et Sirius, l'étoile brillante du Chien précurseur (3), sont en ligne droite [**103**] à fort peu près (4). L'étoile du milieu ne s'écarte de la ligne droite

(1) C'est le mot latin *decani* (Firm. Mat., II, IV, et Manilius, l. IV, vers 296). Ce mot est déjà dans Bardesane, *le Livre des lois des pays* (Paris Leroux, 1899, p. 26, l. 18 du texte), et plus tard dans *la Cause des Causes*, p. 193, l. 13. Chez ces auteurs عشير a son sens étymologique de *dizaine*, car chaque décan est un fuseau de 10° pris sur la sphère céleste. Il y a donc en tout 36 décans. Bar-Hebræus, on le voit, a changé le sens de ce mot. — Pour l'auteur de *la Cause des Causes* les décans sont des وجوه et chacun d'eux se divise en اسقمة de 7° ou 8°. — D'après Th. H. Martin on trouve sur les monuments égyptiens la division de l'équateur en douze parties ou signes qui correspondent aux douze mois et en 36 parties ou décans qui correspondent aux trois décades de chaque mois. (*Mém. de l'Acad. des Inscr.*, 1re série, t. VIII, p. 323.)

(2) C'est le titre du chapitre I, livre VII, de *l'Almageste*.

(3) C'est Procyon. Voir ci-dessous, p. 119 du texte.

(4) D'après Delambre, *Hist. de l'Astr. anc.*, t. II, p. 241, ces trois étoiles sont α et β de l'Écrevisse et Procyon. Ptolémée écrit : καὶ τῶν ἐν τῷ προκυνὶ ὁ λαμπρὸς (*Alm.*, VII, 1).

que d'un doigt et demi vers le nord-est. Il écrivit encore que les deux étoiles orientales des quatre qui forment la tête du « Lion et l'étoile qui est à l'extrémité du cou de l'Hydre sont en ligne droite (1). » Ils firent beaucoup de remarques de ce genre. A ce sujet le grand Ptolémée dit : « Nous n'avons remarqué aucun changement qui arrive à ces étoiles; s'il y en avait un, comment ne serait-il pas devenu sensible en ces 265 ans qui nous séparent d'Hipparque (2)? »

Certains disent que ces étoiles ont été appelées fixes, non parce que leur position relative est invariable, mais parce que les anciens Chaldéens qui fondèrent et bâtirent l'astronomie ne leur trouvèrent aucun mouvement (3). A ce sujet, nous disons pour terminer que les Chaldéens sont les anciens et les Grecs les modernes, comme le dit chez Platon cet Égyptien reprochant à Solon que les Grecs sont toujours enfants et n'ont pas de vieillards (4). Les Chaldéens n'avaient pas de doctrine ancienne, aucun de leurs livres n'est parvenu jusqu'à nous et nous ne savons

(1) μ et ε du Lion, θ de l'Hydre.

(2) Ptolémée donne quatre ou cinq pages d'alignements (*Almageste*, VII, 1). Voici le passage auquel Bar-Hebræus fait allusion :

Τούτων δὴ καὶ τῶν τοιούτων σχηματισμῶν, τῶν δι' ὅλης μάλιστα τῆς σφαίρας σύγκρισιν περιεχόντων, οὐδένα μέχρι τοῦ νῦν ὁρῶμεν ἠλλοιωμένον, ὅπερ ἂν συμβεβήκει πάνυ αἰσθητῶς ἐν τοῖς μεταξὺ διακοσίοις που καὶ ἑξήκοντα ἔτεσιν, εἰ μόνοι τῶν ἀστέρων οἱ περὶ τὸν τῶν ζωδίων κύκλον ἐποιοῦντο τὴν πρὸς ἀνατολὰς μετάβασιν. (*Almageste*, II, p. 6.)

(3) Ils n'avaient pas d'observations anciennes qui rendissent sensible le petit mouvement de précession. Bérose, cité par Pline, dit que les observations astronomiques conservées à Babylone sur des briques cuites ne remontent qu'à 490 ans. Il vivait lui-même vers 257. Les plus anciennes observations chaldéennes remonteraient donc à 747 ans avant notre ère. Voir Hoefer, *Hist. de l'astronomie*, p. 67.

Voir aussi *Mémoires présentés à l'Acad. des inscript.*, 1re série, t. VI, p. 295. *Mémoire sur les observ. astron. envoyées, dit-on, de Babylone en Grèce par Callisthènes*, par Th. Henri Martin, et t. VIII, p. 303 : *La précession des équinoxes a-t-elle été connue des Égyptiens ou de quelque autre peuple avant Hipparque?* par le même auteur. Il conclut qu'Hipparque découvrit le premier la précession.

(4) Ce texte est cité par Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, p. VI (Disc. prélim.).

Il est tiré du *Timée*. Ed. Didot, t. II, p. 200, l. 13.

Voici la traduction de Cousin : « Un des prêtres (égyptiens) les plus âgés lui dit : O Solon, Solon, vous autres Grecs vous serez toujours enfants; il n'y a pas de vieillards parmi vous. — Et pourquoi cela ? répondit Solon. — Vous êtes tous, dit le prêtre, jeunes d'intelligence; vous ne possédez aucune vieille tradition ni aucune science vénérable par son an-

même pas au juste leur mode de penser sur la précession (1). Quant aux Grecs qui ont brillé par leur science comme Timocharis, Aristylle (2), Agrippa, Menelaüs (3), Hipparque (4), et en dernier lieu Ptolémée, tous reconnurent le mouvement de précession.

Enfin nous dirons avec ces derniers que si les anciens Chaldéens donnèrent à la position tropicale un mouvement d'un degré tous les 80 ans [**104**] qui a lieu dans le sens direct jusqu'à huit degrés, c'est-à-dire durant 640 ans, puis a lieu en sens inverse, comme l'expose Théon d'Alexandrie dans son livre des Tables (5), et si les anciens astrologues (6) se servirent de ce mouvement (7), celui (de précession) des étoiles fixes ne leur était pas abordable.

tiquité. » (*Timée*, p. 107.) — Ce texte est aussi dans Eusèbe, proœmium de la *Chronique*, édition Migne, I, col. 104.

(1) Bar-Hebræus n'avait aucun ouvrage des « anciens Chaldéens », il n'en est plus de même maintenant. On trouve parmi les textes cunéiformes de nombreuses tables astronomiques et des dates d'éclipses qui servent à rectifier ou même à fonder la chronologie assyrienne. Voir *Die astronomischen Angaben der assyrischen Keilinscriften* (Comptes rendus de l'Ac. des sciences de Vienne, t. XCI, avril 1885), par M. J. Oppert. On trouvera, en particulier l'identification d'une éclipse totale de soleil (809 av. J.-C.) et des observations d'éclipses. Voir aussi *Astronomisches aus Babylon oder das Wissen der Chaldaer über den gestirnten Himmel*, par Epping. Fribourg en Brisgau, 1889.

(2) Aristylle et Timocharis vécurent près de 300 ans avant notre ère.

(3) Vivait à Rome en 98. Il est cité chez Ptolémée, *Almageste*, II, 25 et 27. Delambre (*Astr. anc.*, t. II, p. 258) se demande s'il ne serait pas un certain Millœus auquel Riccius attribue un catalogue d'étoiles fait à Rome vers le temps où vivait le Manlius de Pline qui plaça une boule sur le gnomon. — Rappelons que Manilius est aussi appelé Mallius et Manlius.

(4) De Nicée en Bithynie, vécut deux siècles avant notre ère.

(5) Κανόνες προχείροι (Tables manuelles) *analysées* chez Delambre, *Astronomie ancienne*, t. II, p. 616.

(6) Παλαιοὶ τῶν ἀποτελεσματικῶν. On trouve dans Fabricius, *Bibl. Græca*, éd. Harles, t. IV, p. 147-167, les auteurs et ouvrages qui traitent *de apotelesmaticis*. Teubner a publié *Manethonis apotelesmaticorum quæ feruntur libri VI*.

(7) C'est la théorie de la *trépidation des fixes*. On l'attribua longtemps à Thébit ben-Corrah (IX^e^ siècle). Cf. Delambre. *Hist. de l'astron. du moyen âge*, p. 75. — Enfin M. Caussin (*Notices et extraits des mss.*, t. VII, p. 116) trouva qu'Ebn Younis exposait cette théorie d'après Théon, et en attribuait l'invention à des auteurs plus anciens. C'est ce que fait Bar-Hebræus.

DEUXIÈME SECTION

COMMENT LES ANCIENS ONT TROUVÉ LE MOUVEMENT DES ÉTOILES FIXES.

Les anciens déduisirent le mouvement des étoiles fixes de l'observation d'une seule étoile qui se trouve au méridien quand le soleil se lève ou se couche à l'un des deux équinoxes. Plus tard, après un temps assez long, le soleil étant revenu aux équinoxes, ils observèrent de nouveau cette étoile au méridien au lever ou au coucher du soleil, mais ils la trouvèrent à l'orient du cercle méridien, et furent ainsi pleinement convaincus qu'elle s'était déplacée de sa première position vers l'orient dans le sens direct. Ils divisèrent l'arc parcouru par le temps qui séparait les deux observations et surent en combien d'années l'étoile décrit un arc d'un degré. Et comme la position primitive de cette étoile par rapport à toutes les autres était demeurée invariable et fixe, ils ne doutèrent pas que toutes les étoiles fixes ne fussent animées d'un même mouvement uniforme qui est celui de la huitième sphère. En effet Hipparque trouva [**105**] le cœur du Lion, qu'on nomme βασιλεύς ou Régulus, dans le vingt-neuvième degré et cinquante minutes du Cancer et Ptolémée le trouva à deux degrés et demi du Lion (1). Il est maintenant au vingt et unième degré du Lion.

TROISIÈME SECTION

POURQUOI ON A DISPOSÉ LES ÉTOILES FIXES EN DIVERSES FIGURES (CONSTELLATIONS).

Comme le nombre des étoiles fixes est incalculable, les anciens ne purent les observer toutes avec les instruments, mais seulement un certain nombre. Ils déterminèrent, en longitude et en

(1) Ἐπεὶχε μὲν τοῦ λέοντος μοίρας $\overline{\beta}$ σ″, διειστήκει δὲ τοῦ θερινοῦ τροπικοῦ σημείου μοίρας $\overline{\lambda\beta}$ ς′. Αλλὰ... ὡς ὁ Ἵππαρχος ἀναγράφει τηρήσας, ἀπεὶχε τοῦ αὐτοῦ θερινοῦ τροπικοῦ σημείου πάλιν εἰς τὰ ἑπόμενα μοίρας $\overline{\kappa\theta}$ ς′ γ″. Παρακεχώρηκεν ἄρα ὁ ἐπὶ τῆς καρδίας τοῦ λέοντος εἰς τὰ ἑπόμενα τοῦ διὰ μέσων τῶν ζωδίων μοίρας $\overline{\beta}$ β′γ. (*Almageste*, t. II, p. 12.)

latitude, le lieu de celles-ci sur le zodiaque. Quant aux autres, ils imaginèrent des lignes enveloppant chaque groupe et lui donnèrent un nom approprié à sa figure, pour personnifier cet assemblage et l'assimiler à un corps d'homme ou d'animal ou d'un objet que nous connaissons. Il leur était ainsi facile de désigner chacune des étoiles, dans leurs écrits ou leur langage, en disant que l'étoile a tel nom ou bien qu'elle est l'œil, la tête, la main ou le pied de telle constellation. Les hommes étaient alors sous la loi naturelle, et comme ils n'étaient pas assez détournés du mal par la crainte de ce qui est trop admirable ou trop élevé, transcendant ou caché aux sens, les sages durent introduire des fables qui témoigneraient [**106**] de la possibilité d'une puissance dans les corps célestes, et exciteraient ainsi les gentils à faire de bonnes actions et les protégeraient contre d'odieuses corruptions. C'est ce que nous enseigne la parole divine par la bouche de Moïse quand elle dit : Dieu créa le soleil, la lune et les étoiles pour tous les peuples qui sont sous le ciel afin qu'ils leur fussent utiles (1). On raconte qu'*Eratosthène* (2) qui vivait au temps d'Homère et au temps où Saül tua Achimelek et les cent cinquante autres prêtres, et on raconte qu'*Aratus* (3), poète astronome (4), fit le premier une sphère d'airain et y peignit les constellations célestes. Il inventa les fables symboliques, et son livre, qu'on appelle des *Phénomènes*, montre la vérité de ce que nous disons ici. Il prétend que la grande et la petite Ourse furent deux femmes (5); elles furent élevées au ciel parce qu'elles cachèrent Jupiter, le maître des Dieux, dans la

(1) Comparer au texte de la Vulgate, Deutéronome, IV, 19 : « ... videas solem et lunam et omnia astra cœli... quæ creavit Dominus Deus tuus in ministerium cunctis gentibus quæ sub cœlo sunt. »

(2) Voir *Eratosthenis Cyrenæi Catasterismi*. Cet ouvrage, dont on conteste l'authenticité, a eu un grand nombre d'éditions. L'auteur naquit vers 276 av. J.-C.

(3) Vivait vers 278 av. J.-C. (Harles, *Bibliotheca Græca*, t. IV, p. 88.) Le commentaire d'Hipparque sur les *Phénomènes* d'Aratus fut publié par le P. Petau dans l'*Uranologium*, puis imprimé à la fin de la chronique d'Eusèbe dans la *Patrologie grecque* de Migne, enfin dans la collection Teubner.

(4) Il semble y avoir ici une phrase interrompue au sujet d'Eratosthènes; ou plutôt Bar-Hebræus, après avoir écrit Eratosthènes, s'aperçut qu'il fallait écrire Aratus, ce qu'il fit, sans effacer toutefois les lignes précédentes.

(5) Même supposition chez Eratosthène. — Cf. Ovide, *Métamorphoses*, II, v. 495-531.

montagne de Ricton (1) en Crète. Le bélier, le taureau et le lion furent des dévastateurs de régions, ils furent placés dans les cieux pour l'honneur de ceux qui les tuèrent afin que leur souvenir ne se perdît pas. Les Pléiades devinrent la chevelure de Bérénice, femme de Ptolémée Évergète (2), ils lui donnèrent la divinité et la placèrent au ciel. Le poète dont nous avons parlé exalta cela et beaucoup d'autres choses semblables. Enfin l'illustre *Grégoire de Nazianze* prit ces légendes, les mit en contradiction avec elles-mêmes, se moquant des mystères païens. De même le remarquable saint *Sévère* [**107**] *Sabokt* (3), dans le livre où il fait ressortir l'inconvenance de ces figures, dit : « On a donné une longue queue à l'ourse qui est au ciel et on s'est trompé, car l'ours de nos pays n'a pas une longue queue. »

QUATRIÈME SECTION

DE LA GRANDEUR DES ÉTOILES FIXES.

Les sens du spectateur suffisent à lui montrer que les étoiles fixes ont des grandeurs diverses, aussi les anciens les ont-ils disposées en six classes. Ils ont mis dans la première grandeur les plus grandes et les plus brillantes, dans la seconde celles qui viennent après celles-ci, et ainsi de suite jusqu'à la sixième grandeur, et on s'arrête là, parce qu'une étoile de septième grandeur venant après celles-ci, est, à cause de sa petitesse, presque obscure et difficile à voir, elle fatigue la vue de l'observateur à tel point qu'on la juge insuffisante pour fixer sa position. Mais les étoiles de chacun de ces six ordres n'ont pas un égal degré de grandeur qui leur soit commun à toutes : dans toute grandeur il y en a une plus brillante, qui approche, un peu en moins, de la classe supérieure,

(1) Il faut sans doute lire ܩܪܛܝ, car on trouve ἡ Δίκτη ὄρος, Ptol., *Géographie*, éd. Didot, I, p. 568, et Strabon nous apprend que le mont Δίκτη n'est pas près de l'Ida, comme le prétend Aratus, mais en est éloigné de mille stades à l'orient. *Strabon*, X, IV, 22, éd. Didot, p. 411.

(2) Mot à mot : *faisant du bien*. Bar-Hebræus traduit Εὐεργέτης en syriaque. Voir ci-dessous, sect. VIII, *Constellation du Lion*.

(3) Evêque de Qennesrin au VII^e^ siècle. M. Sachau a publié des fragments de ses ouvrages astronomiques : *Inedita syriaca*, p. 127-134. Nous avons publié et traduit en français son *Traité sur l'astrolabe plan;* Paris, Leroux, 1899.

et il y en a une plus petite qui approche de la classe inférieure. La brillante étoile qui est devant le Chien et qu'on appelle Sirius est la plus grande des étoiles de première grandeur. Il n'y a pas d'étoile plus brillante qu'elle, quand elle sort des rayons solaires (1); les Chaldéens fixèrent à cette époque le commencement de leur année ou du mois de Tomouz, et l'astrologie la fit présider à l'abondance qui couronne l'année, ou à la disette (2).

[108] CINQUIÈME SECTION

DES NÉBULEUSES ET DE LA VOIE LACTÉE.

Il existe aussi dans le ciel quelques taches blanches nommées étoiles nébuleuses. Certains pensent qu'elles font partie de la voie lactée parce que, comme elle, elles ressemblent à des nuages. Ils pensent aussi qu'elles sont une multitude d'étoiles très menues et très rapprochées les unes des autres (3), comme cette chevelure, semblable à une feuille de lierre, qui se trouve au-dessus de la queue du signe du Lion (4). Et ceux qui pensent

(1) C'est ce qu'on appelle *lever héliaque* de Sirius. Il avait lieu à Memphis constamment le 20 juillet, l'année étant de 365 jours $\frac{1}{4}$, et fixait ainsi le commencement de l'année fixe des Égyptiens. Voir Letronne, *Mémoires de l'Acad. des inscr.*, t. XXIV, 2. *De l'année vague en Égypte et du lever héliaque de Sirius.* Voir aussi *Mémoires de l'Acad. des inscr.*, 1re série, t. VIII, 1re partie, *Mémoire sur la date historique d'un renouvellement de la période sothiaque, l'antiquité et la constitution de cette période*, par Th.-H. Martin.

Les savants ne sont pas d'accord sur l'existence de cette année fixe précédant ainsi la réforme de Jules César. L'année civile et religieuse avait 365 jours, on la nomme année vague. Elle retardait sur l'année fixe d'un quart de jour par an et revenait en coïncidence avec elle après une période de 1461 ans nommée période sothiaque (de Sothis, nom égyptien de Sirius).

(2) V. Letronne (*loc. cit.*). Diophane de Nicée donne les divers pronostics qui se tirent du lever de Sirius, selon le signe zodiacal où se trouve la lune au moment de son lever, par exemple : « Si le lever du Chien a lieu quand la lune est dans le Lion, il y aura abondance de blé, d'huile, de vin, il y aura troubles, meurtres, apparition d'un roi. » (*Geoponica*, I, VIII, éd. Niclas.)

(3) C'est le cas des nébuleuses appelées *résolubles*.

(4) Elle comprend en particulier les étoiles *c* et *g* du Lion. Voir Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, t. II, p. 274.

ainsi disent encore que la voie lactée tout entière est formée d'étoiles très menues, réunies ensemble (1). Il est évident que la voie lactée n'est pas une vapeur ou une fumée suspendue en l'air comme le disent les péripatéticiens (2), puisque la lune et les cinq planètes ne subissent, en la traversant, aucune altération dans leur lumière et modifient plutôt la voie lactée. Les Pléiades ne font pas partie des nébuleuses, parce que leurs étoiles sont séparées les unes des autres et sont évidemment (3) au nombre de six.

SIXIÈME SECTION

DU PÔLE NORD DE L'ÉQUATEUR (4).

Certains pensent que l'étoile située à l'extrémité de la queue de la Petite Ourse ou Chariot, et nommée parfois le Chevreau, est le pôle nord immobile, c'est-à-dire (l'extrémité de) l'axe invariable sur lequel le monde tourne de l'orient à l'occident d'un cercle entier en vingt-quatre heures. [**109**] En réalité, il n'en est pas ainsi, mais le pôle nord est plus près d'elle que de toute autre étoile et elle décrit autour de lui un très petit cercle. Son lieu en longitude dans les signes du zodiaque est de nos jours à la fin du dix-septième degré des Gémeaux. Sa latitude à partir du zodiaque est de 66°. C'est le complément de l'inclinaison maximum (de l'écliptique), c'est-à-dire la distance du pôle nord de l'équateur au commencement du Cancer. Donc, quand le lieu de cette étoile sera arrivé par le mouvement direct des étoiles fixes au commencement du Cancer, et cela aura lieu à peu près au bout de huit cent soixante ans (5), alors elle sera au pôle nord de

(1) La voie lactée est formée d'étoiles très nombreuses et très éloignées. On sait que, d'après la théorie d'Herschell, la voie lactée forme une nébuleuse résoluble dont le système solaire fait partie.

(2) C'est aussi l'opinion de Tatius (*Isagoge ad Arati Phænomena*).

(3) D'après Eratosthènes, la Pléiade comprend sept étoiles, mais on n'en voit que six... ἡ πλειάς ἐστιν, ἀστέρας ἔχουσα ἑπτὰ, διὸ καὶ ἑπτάστερος καλεῖται. οὐχ ὁρῶνται δὲ εἰ μὴ ἕξ. Cela tient à ce que la septième des Pléiades n'épousa qu'un mortel, tandis que les six premières épousèrent Jupiter, Neptune et Mars.

(4) M. Payne Smith traduit par : *De polo boreali meridiano* (Catal. des mss. syr. d'Oxford), ce qui paraît incompréhensible.

(5) Cela donne 1279 + 860 = 2139 pour l'année dans laquelle, suivant Bar-Hebræus, la polaire sera le plus près du pôle. D'après Lalande (*Astro-*

l'équateur, elle y sera immobile et ne participera plus au mouvement de l'univers, puisque le petit cercle qu'elle décrivait en 24 heures autour du pôle de l'équateur se sera annulé.

Quant au pôle austral de l'équateur, aucun des savants et des croyants n'a pu voir s'il y a des astres autour de lui, combien il y en a, lesquels et dans quel ordre, car son lieu est caché à ceux qui regardent et observent. Il ne s'élève pas assez pour être vu, si ce n'est dans ce pays désert et nu qui est au sud de l'équateur, où l'on n'est pas parvenu ou bien où l'on ne peut parvenir.

Quant à ce conte hindou d'après lequel on aurait autour du pôle sud un chariot comme autour de l'autre, c'est une fable analogue à leurs autres fables (1), car, chez les Hindous, on trouve beaucoup d'erreurs. Les Manichéens (reconnaissent) de la même manière deux Dieux ou êtres (Itié). Ils racontent en effet, que l'un de ces Dieux irrité voulut faire au sud [**110**] de l'équateur un autre monde avec sept climats, semblable à celui qui est au nord; il commença et fit un char avec sept étoiles comme le nôtre; alors les anges, ses amis, et les autres Dieux, ses compagnons, apaisèrent sa colère et il laissa là le char qu'il fit seul (2).

L'observation n'a décelé au pôle nord aucune étoile, remarquable ou non. Il est possible cependant qu'il y ait là quelque astre, mais il serait en dessous des six grandeurs perceptibles et par suite invisible.

SEPTIÈME SECTION

DES CONSTELLATIONS BORÉALES.

Les constellations au nord du zodiaque sont au nombre de 21, à savoir : *la petite Ourse*, appelée le char par les Syriens; elle figure un ours debout qui baisse la tête et étend la queue. Elle comprend sept étoiles (3) dont quatre dans son corps en forme

nomie, I, p. 262), cela aura lieu en 2100 et la polaire sera alors à 28′ du pôle boréal. Le calcul de Bar-Hebræus est donc suffisamment exact.

(1) Cette opinion est énoncée dans Manilius, *Astronomicon*, l. I, vers 440, etc.

(2) Cette fable est encore exposée par Bar-Hebræus dans sa *Chronique ecclésiastique*, I, col. 60.

(3) Ptolémée donne 7 étoiles et une en dehors; Kazwini 7 étoiles et 5 en dehors. — La plupart des notes de cette section et des deux suivantes sont tirées d'Ideler : *Ursprung und Bedeutung der Sternnamen*, Berlin,

de carré incliné et trois sur sa queue en ligne courbe. Parmi les quatre, deux brillantes de seconde grandeur sont appelées les veaux (1); l'étoile du bout de la queue, près du pôle, est celle qu'on nomme le chevreau (2), elle est comptée dans la troisième grandeur; les autres étoiles sont de quatrième. Les Arabes appellent cette constellation les filles du lit (3), ils disent que les quatre sont le lit et les trois ses filles (4).

La grande Ourse comprend vingt-sept étoiles; parmi elles, sept remarquables, quatre dans son corps et trois sur sa queue sont appelées la grande Ourse (5); huit autres sont en dehors de la figure, [**111**] quatre de celles-ci sont peu visibles.

Le *Dragon* comprend trente et une étoiles, le plus grand nombre de quatrième grandeur. Il figure un serpent tortueux très grand et très long, il entoure le pôle nord de l'écliptique et commence par quatre étoiles en carré incliné (6) situées sur sa tête (7).

Céphée (8) comprend onze étoiles et deux en dehors de sa figure (9); c'est (un homme) qui a sur la tête un اصطرانصف (10), c'est-à-dire une tiare (11), qui fléchit le genou et a les mains étendues comme un danseur; sa tête est dans les limites de la voie lactée, ses deux pieds sont près du chevreau en forme d'un triangle très étendu.

1809, in-8°. — Sur les légendes rattachées aux Ourses cf. Ératosthènes, *Catastérismes*, I, 2; Ovide, *Fastes*, II, 153-190; *Tristes*, IV, III, 1, etc.

(1) β et γ; en arabe الفرقدين, les deux veaux.

(2) En arabe : الجدي.

(3) بنات نعش الصغرى, les petites filles de Nasch, ou du lit funéraire sur lequel on porte le mort, nous dirions : du corbillard. C'est le sens de نعش. V. Ideler.

(4) C'est-à-dire les étoiles qui sont près du lit, ou les pleureuses qui suivent le mort. V. Ideler.

(5) En arabe : بنات نعش الكبرى, les grandes filles du cercueil.

(6) En trapèze.

(7) Parmi ces quatre étoiles, β, ν et ξ sont appelées par les Arabes les chamelles, et γ راس التنين, la tête du serpent.

(8) Les Arabes écrivirent aussi قيفاوس, puis modifièrent les points.

(9) Elles font partie de la constellation, mais ne figurent pas sur le corps de Céphée. Les Grecs les appelaient ἀμόρφωτοι, et les Arabes : خارج من الصورة, comme Bar-Hebræus.

(10) Ce mot, que Payne Smith ne traduit qu'en citant ce passage, paraît bien être le mot grec τιάρα.

(11) Sur le globe de Dresde, Céphée porte une vraie tiare (Drechsler, Table I).

Le *Bouvier* (1) a vingt-deux étoiles. Il figure un homme debout, les mains étendues et portant un κολλόροβυς, c'est-à-dire un bâton à bout recourbé, dans sa main droite; il porte une ceinture autour des reins. Entre ses cuisses est cette brillante étoile de première grandeur nommée le rouge « Arcturus (2) », c'est-à-dire gardant le nord (3). Elle est comptée en dehors de la figure.

La *Couronne boréale* comprend huit étoiles, dont une de deuxième grandeur qui est la plus connue; elle a la forme d'un cercle dont la circonférence est ébréchée, aussi le peuple l'appelle plat de mendiant (4).

Ἐνγόνασιν, c'est-à-dire l'agenouillé (Hercule), a vingt-huit étoiles et une en dehors de sa figure. Il représente un homme agenouillé sur son genou droit; l'étoile de troisième grandeur qui est sur sa tête est la plus connue, [**112**] elle est figurée sur l'astrolabe (5).

Λύρα, c'est-à-dire la Lyre, est aussi nommée tortue. Elle comprend dix étoiles; la brillante qui est au-dessus de l'ὄστρακον, c'est-à-dire du haut de la coquille de la tortue (6), est de première grandeur, et elle est appelée l'aigle qui tombe (7), parce que les deux étoiles de quatrième grandeur qui sont près de la première en triangle sont les ailes repliées.

Ὄρνις, c'est-à-dire la Poule (8), comprend 17 étoiles et deux en

(1) حداهص. Il faudrait peut-être lire βοᾶτις ou βοήτης, le crieur. Dans ce cas Bar-Hebræus aurait suivi la version arabe qui porte العوا et non البقار qui serait βοώτης ou le bouvier. Ératosthènes (*Catast.* 8) appelle toute la constellation Ἀρκτοφύλαξ.

(2) Ἀρκτοῦρος ὑπόκιρρος.

(3) Ἄρκτου οὖρος, Arctophylax. Cf. Ovide, *Fastes*, II, 190, et *Tristes*, I, x, 15. Les Arabes appellent Arcturus et l'Epi السماكان, les deux Simaks.

(4) وفي استدارتها ثلثة لاجل ثلثها يقال لها قصعة السماكين. Kazwini.

(5) Voir Acad. des inscr., *Mémoires des savants étrangers*, t. I, M. Sédillot décrit divers astrolabes de la page 149 à la page 183. On trouve p. 167 la liste des 26 étoiles placées sur certain astrolabe. — Voir aussi *Le traité de Sévère Sabokt sur l'astrolabe plan*, Paris, Leroux, 1899.

(6) C'est le bassin couvert de cuir qui donnait chez les anciens la résonance à la lyre.

(7) Qui replie ses ailes comme pour se laisser tomber sur sa proie, النسر الواقع.

(8) C'est le nom arabe الدجاجة. Nous l'appelons le *Cygne* après Ératosthènes (*Catast.* 25), et quelquefois *la Croix du Nord*.

dehors de la figure. La plupart sont dans la voie lactée près de la Lyre. La brillante de deuxième grandeur qui est sur sa queue (1) est figurée sur l'astrolabe.

Κασσιέπεια comprend treize étoiles. Elle figure une femme assise (2) sur un siège qui a un ἀνάκλιτον, c'est-à-dire un dossier, et ses pieds pendent. Elle est à l'intérieur de la voie lactée. La belle étoile de troisième grandeur qui est au milieu du dossier est appelée la bosse du Chameau (3).

Περσεὺς est encore appelé celui qui porte la tête de Gorgone. Il comprend vingt-six étoiles et trois en dehors de sa figure. Il représente un homme qui s'appuie sur le pied gauche, le pied droit étant levé, sa main droite est au-dessus de sa tête, et, dans sa main gauche, il porte une tête coupée monstrueuse qu'on appelle tête de Gorgone et celle-ci est une étoile brillante de deuxième grandeur (4).

Ἡνίοχος, ou celui qui tient les rênes, contient quatorze étoiles. Il représente un homme debout, tenant d'une main un fouet et de l'autre les rênes (5); [**113**] il vient après la tête de Gorgone, et l'étoile brillante de première grandeur qui est sur son épaule gauche s'appelle la Chèvre.

Ὄφις (6), c'est-à-dire le Serpent, comprend vingt-quatre étoiles et cinq en dehors de sa figure.

(1) Cette étoile (α) est appelée الارذى écrit quelquefois ذنب الدجاجة, c'est-à-dire : queue de la Poule. Elle a conservé sur nos cartes le nom arabe Denab (Queue).

(2) C'est le nom arabe ذات الكرسي « die Sitzende », ou ἡ τοῦ θρόνου.

(3) سنام الناقة, parce que, dit Nassir-Eddin, cette constellation représente, pour beaucoup de gens, un chameau, et est appelée de ce nom.

(4) L'étoile (β) de Persée fut appelée par Tizini, après Ptolémée, نير راس الغول, la brillante dans la tête de Goul (les Arabes remplaçaient Gorgone, inconnue d'eux, par *Goul*, nom d'un de leurs démons. Ideler); de là vint : tête de Goul, enfin *Algol*. L'étoile α est appelée par Tizini جنب برشاوش, le côté de Persée, d'où vient notre nom Algenib, puis, à tort, Algeniz.

(5) Il est ainsi représenté sur le globe de Dresde, le fouet est à deux lanières.

(6) Bar-Hebræus écrit ἐφίοχος, ce qui serait intermédiaire entre ὄφις, nom grec de la constellation, qui signifie serpent, et ὀφιοῦχος, mot grec, choisi par les Arabes, qui signifie « qui porte un serpent » et nous est resté sous la forme *Ophiuchus*. — الحوا والحية in marg. A., c'est-à-dire « celui qui porte le serpent et le serpent » ; sur nos cartes : Alava et Alya.

Il représente un homme qui est debout et tient un serpent dans ses mains. Sa tête (1), avec l'aigle qui tombe (Wéga) et l'aigle qui vole (Altaïr), forme un grand triangle. Ses pieds vont jusqu'au Scorpion.

Le Serpent d'Ophiucus comprend dix-huit étoiles. Il représente un serpent dont la tête et la queue sont relevées au-dessus de la tête de celui qui le tient.

Ὀϊστός, c'est-à-dire le trait, comprend cinq étoiles à l'intérieur de la voie lactée, la pointe est dirigée vers l'orient et l'encoche (la fourchette de la flèche) vers l'occident. L'étoile de quatrième grandeur qui, à elle seule, forme la pointe, est la principale.

L'Aigle comprend neuf étoiles et six en dehors de la figure. La belle étoile de deuxième grandeur qui est entre les ailes s'appelle l'Aigle volant (2), parce que les deux étoiles de troisième grandeur placées en ligne droite des deux côtés sont les ailes étendues (3).

Le Dauphin comprend dix étoiles, rassemblées à côté de l'Aigle qui vole. Il représente un animal marin en forme d'outre gonflée. Il est grand ami de l'homme, tellement qu'on l'a vu porter un homme mort pour qu'il ne fût pas mangé des poissons (4). L'étoile de troisième grandeur, première des trois situées dans sa queue, est la principale, et les quatre de troisième grandeur qui forment un rhombe, c'est-à-dire un carré qui semble arrondi, sont appelées Croix de l'Aigle ou Croix [**114**] de Constantin (5).

Le Cheval tronqué (6) comprend quatre étoiles toutes obscures. Il représente une tête de cheval que l'on aurait coupée et vient après les étoiles du Dauphin.

Le Grand Cheval comprend vingt étoiles. Il représente un cheval coupé au nombril, il a la tête et les pieds de devant, mais pas

(1) L'étoile α appelée sur nos cartes *Rasalague* ou *la tête du porteur de serpents*, راس الحوا.

(2) النسر الطاير. Cette étoile a gardé sur nos cartes une partie de son nom arabe (Altaïr).

(3) Par opposition aux étoiles de la Lyre qui figuraient des ailes repliées et encadraient « l'aigle qui tombe ».

(4) C'est le texte d'Aristote, *Hist. des animaux*, l. IX, ch. XLVIII, éd. Didot, t. III, p. 205. Voir aussi Pline l'Ancien, *H. N.*, IX, 8.

(5) Ces étoiles sont α, β, γ, δ. Les Arabes les appellent عقود الصليب, la nœud de la croix. Pour eux une étoile de la queue est alors le pied de la croix.

(6) Pour Ἵππου προτομή, tronc (tête et cou) de cheval. Il faudrait donc [illegible].

les pieds de derrière. Il a des ailes (1) sans cuisses ni pieds de derrière, l'étoile qui est sur son épaule droite et l'étoile de seconde grandeur et brillante qui est sur l'ὑποτομή, c'est-à-dire sur la section, sont les plus remarquables.

Andromède comprend vingt-deux étoiles. On l'appelle encore la femme enchaînée (2) et la femme qui ne vit pas de mari (3). Elle représente une femme debout, étendant les mains et suspendue par des chaînes. L'étoile de troisième grandeur qui est au-dessus de son pied gauche et qu'on appelle ventre du Poisson est la plus remarquable.

Le Triangle comprend quatre étoiles entre celles du Poisson et la brillante qui est sur la tête de Gorgone. Le troisième angle est allongé (plus petit), ses côtés sont égaux. Il y a trois étoiles sur la base.

Ainsi, nous avons trois cent soixante étoiles dans les constellations boréales : trois de première grandeur, dix-huit de seconde, quatre-vingt-une de troisième, cent soixante-dix-sept de quatrième, cinquante-huit de cinquième, treize de sixième, neuf nébuleuses et une nuageuse.

HUITIÈME SECTION

DES CONSTELLATIONS ZODIACALES.

Il y a douze figures appelées signes du zodiaque (4) à savoir :

Le Bélier qui comprend treize étoiles [**115**] et cinq en dehors de sa figure. Il représente un bélier faisant face à l'occident, la queue vers l'orient, et regardant derrière lui comme s'il frottait son dos avec son museau.

(1) Aussi une étoile de cette constellation est encore appelée Algénib (الجناح) l'aile, ou الجانب le côté. Une autre est appelée Markab (مركب), la selle. De même Enif (انف) est le nez (du cheval), Schéat l'épaule et Alpherat (pour الفرس) le cheval.

(2) المراة المسلسة (*sic*) in marg. A. pour المسلسلة.

(3) Voir Soufi traduit par Schjellerup, p. 116.

(4) Les disciples de Bardesane les appelaient : ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; . Land, *Anecd. syr.*, I, p. 32. — On trouve les mêmes noms dans Sergius de Reschaina, sinon que le manuscrit porte presque toujours . Voir Sachau, *Inedita*

WARBURG INSTITUTE UNIVERSITY OF LONDON

Le Taureau comprend trente-deux étoiles et onze en dehors de sa figure. Il représente un taureau coupé près de l'ombilic, dont la partie antérieure regarde l'orient et la postérieure l'occident, et qui incline la tête comme pour transpercer. Les Pléiades, qui comprennent un amas de six étoiles de cinquième grandeur, sont formées par cette constellation ainsi que la brillante de première grandeur des Hyades qu'on appelle Aldebaran (1). De même celle qui, avec quatre petites étoiles, forme pour les Grecs une figure complète à l'extrémité de la patte du Taureau, appartient encore à cette dernière constellation.

Les Gémeaux (2) comprennent dix-huit étoiles et sept en dehors de leur figure. Ils représentent deux enfants debout, nus et qui s'embrassent; la main de chacun d'eux est sur l'épaule de l'autre. Leurs têtes sont vers le nord-est à l'extrémité de la voie lactée et leurs pieds au sud-ouest dans la voie lactée. Les deux brillantes étoiles situées à la tête des deux gémeaux sont de seconde grandeur.

Le Cancer (3) comprend neuf étoiles et quatre en dehors de sa figure. Sa face est vers l'orient et sa partie postérieure vers le sud-ouest. La nébuleuse qui est à son côté s'appelle la Crèche (4). L'étoile sud des deux premières du tétragone qui entoure la nébuleuse, avec la plus boréale des deux étoiles du triangle qui approchent la crèche de plus près, sont appelées les ânes (5) et sont de quatrième grandeur.

syriaca, p. 117, 118, *passim*. Sergius appelle les signes du zodiaque les mansions du soleil, ܡܢܙܠ̈ܐ ܕܫܡܫܐ ܡܙܠ̈ܐ. — A l'occasion de la publication de Sachau, M. Nœldeke publia 2 pages : *Uber Aramäische Namen der Thierkreisbilder*, Z. D. M. G., t. XXV, p. 256, en 1871. L'auteur de *la Cause des Causes* donne les trois synonymes ܡܙܠܬܐ, ܛܝܪܐ et ܩܛܪܐ (p. 192, l. 21). Le dernier mot, qui est le grec Πύργος, tour, fut adopté par les Arabes.

(1) Bar-Hebræus donne ܬܠܝ, mot qui, dans la Peschito, traduit l'hébreu עַיִשׁ. Aldébaran était, chez les Grecs « la brillante des Hyades (ὁ λαμπρὸς τῶν Ὑάδων) ».

(2) Voici la première constellation qui est désignée par le même mot en arabe et en syriaque, التوام et ܬܐܘܡܐ.

(3) Même mot en arabe, السرطان.

(4) Voir Ideler, p. 160. On trouve aussi dans Ératosthène, *Catast.*, 11 : τὸ δὲ νεφέλιόν ἐστιν ἡ ἐν αὐτῷ ὁρωμένη φάτνη (præsepium) παρ' ἣ δοκοῦσιν ἑστάναι.

(5) D'après les *Catastérismes* d'Ératosthène, ce nom vient des montures

Le Lion comprend vingt-sept étoiles [**116**] et huit en dehors de sa figure qui est complète. La brillante de première grandeur qui est sur son cœur est appelée royale (Régulus). Il y a au sud trois autres étoiles de seconde et de troisième grandeur, toutes quatre sont placées en ligne sinueuse. La brillante de première grandeur qui est sur la queue s'appelle Προτρυγητήρ (1). Et celle qui est au nord de la nébuleuse entre les queues du Lion et de l'Ours et qu'on appelle Πλόκαμος, c'est-à-dire Chevelure, brille comme de cinquième grandeur (2). Et les deux prolongements au sud de la Chevelure, l'un et l'autre en forme de φύλλου κισσίνου, c'est-à-dire de grand lierre (3), sont des nébuleuses.

La Vierge, nommée aussi l'Épi, comprend vingt-six étoiles, et six en dehors de sa figure. Elle représente une jeune fille ayant deux ailes qui descendent sur son σύρματος (4), c'est-à-dire jusqu'à l'extrémité de son vêtement.

Sa tête est à côté de Προτρυγητήρ et ses pieds près du plateau (5) de la Balance. L'étoile de troisième grandeur, l'une des trois qui sont sur l'aile droite, fut appelée par Ptolémée « qui précède la vendange » (6). Et l'étoile de première grandeur de sa main gauche est nommée Στάχυς, c'est-à-dire l'Épi (7).

La Balance comprend huit étoiles et neuf en dehors de sa figure. La plus grande est de troisième grandeur et sa forme est celle que son nom indique.

de Bacchus et des satyres qui n'eurent qu'à braire pour mettre les géants en fuite et furent de ce fait placées au ciel.

(1) C'est Dénébola, ذنب الاسد, *la Queue du Lion.* Pour Delambre, *Hist. de l'astr. M. A.*, page XVI, l'étoile de ce nom est *Vindemiatrix* de la Vierge.

(2) Ὀρῶνται δὲ ὑπὲρ αὐτὸν ἓν τριγώνῳ κατὰ τὴν κέρκον ἀμαυροὶ ἕπτὰ, οἱ καλοῦνται πλόκαμοι Βερενίκης Εὐεργέτιδος. (Erat., *Catast.*)

(3) Littéralement : en forme de feuille de lierre. « Ptolémée dit que ces 3 étoiles sont obscures et les nomme al Dhafira, *la Natte de cheveux.* Elles sont toutes de 5e grandeur. Il y a dans leurs intervalles un grand nombre d'étoiles agglomérées dont il est difficile de déterminer le nombre à cause de leur multitude. Ce sont ces étoiles que l'on nomme al-Halba, *les Cheveux.* » (Soufi, page 154.)

(4) Ptolémée écrit : ἐν τῷ προποδίῳ σύρματι, an der langschleppenden Gewande. (Ideler, p. 173.)

(5) En arabe الكفة.

(6) المتقدم للقطاف, ὁ βόρειος αὐτῶν καὶ καλούμενος προτρυγητήρ. (Soufi, p. 159.)

(7) Aratus voit, dans la Vierge, la justice qui, ne trouvant plus place ici-bas, dut se réfugier au ciel. Cf. Ératosthène, *Catastérismes*, 9.

Le Scorpion comprend vingt et une étoiles et trois en dehors de sa figure qui est complète. Et l'étoile qui est au milieu des trois de son corps est appelée Ἀντάρης, c'est-à-dire Cœur du Scorpion (1). Elle est rouge et brillante, de seconde grandeur.

Le Sagittaire comprend trente et une étoiles et ressemble à un homme-cheval, [**117**] car il est formé du corps de cet animal jusqu'au cou, d'où émerge alors une moitié d'homme avec deux écharpes flottantes (2). Il pose une flèche sur son arc et le tend complètement.

Le Bouc (3) comprend vingt-huit étoiles. Une moitié de son corps représente la partie antérieure d'un bouc, l'autre moitié représente la partie postérieure d'un poisson jusqu'à la queue.

L'Amphore (4) (le Verseau) comprend quarante-deux étoiles et trois en dehors de sa figure. Il représente un homme debout, les mains étendues; dans l'une d'elles il porte une amphore (κεραμίς) renversée dont les eaux coulent et se répandent sous ses pieds vers le midi. L'étoile brillante de première grandeur qui est à l'extrémité de l'eau est appelée Bouche du Poisson austral, et inscrite sur l'astrolabe.

Les Poissons comprennent trente-quatre étoiles et quatre en dehors de leur figure. Ils représentent deux poissons dont les queues sont attachées ensemble par les étoiles appelées le fil de lin (5). Le premier poisson est sur le dos du grand cheval et le second au sud d'Andromède.

Il y a ainsi 346 étoiles sur le zodiaque lui-même, 5 de première grandeur, 9 de seconde, 64 de troisième, 133 de quatrième, 105 de cinquième, 27 de sixième, trois nébuleuses et ὁ Πλόκαμος, c'est-à-dire la Chevelure, qui n'est pas comptée dans ce nombre.

(1) En réalité *cœur du scorpion* est la traduction de l'arabe قلب العقرب et non de Ἀντάρης. Ce dernier mot signifierait que le cœur du scorpion est rouge comme Mars, τῷ Ἄρει τὴν χροιὰν ὅμοιος.

(2) پرّ. Sur la sphère de Maraga ce sont les deux bouts du turban qui flottent sur le dos; sur nos cartes ce sont deux écharpes.

(3) Même mot en arabe, الجدي, der Bock (Ideler); en grec Αἰγόκερως, capricorne.

(4) Chez les Grecs Ὑδροχόος (aquarius). Les Arabes emploient aussi ce mot, ساكب الما, ou bien, comme le syriaque, الدلو (dolium).

(5) Grotius, comme notre auteur, appelle ces étoiles *alligamentum linteum;* les Grecs les appellent en général Δεσμοὶ οὐράιοί (vincula caudina). Eratosthène les appelle σύνδεσμον.

SECTION NEUVIÈME

LES CONSTELLATIONS AUSTRALES.

Les constellations australes situées au sud du zodiaque sont au nombre de quinze.

[**118**] *La Baleine* qui comprend vingt-deux étoiles. Elle représente un animal marin à deux pieds ayant une queue d'oiseau (1).

Orion, nommé aussi le Géant (2), comprend trente-huit étoiles. Il représente un homme assis sur un siège et portant en main un κολλόροβος, c'est-à-dire un bâton à bout recourbé. Il porte une ceinture à laquelle pend un glaive.

La brillante étoile de première grandeur qui est sur son épaule droite est appelée Main des Gémeaux. Une autre étoile rouge et brillante, de première grandeur, à l'extrémité du pied gauche, qui est commune à Orion et au Fleuve est appelée Pied des Gémeaux (3), et les trois étoiles de seconde grandeur de son baudrier sont appelées par le peuple la Balance.

Ἠριδανός, c'est-à-dire *le fleuve,* comprend trente-quatre étoiles. La brillante de première grandeur qui est au bout du fleuve est la plus remarquable. Il représente un cours d'eau aux nombreux contours.

Λαγώς, c'est-à-dire *le lièvre,* comprend douze étoiles rassemblées sous les pieds d'Orion. Il représente un lièvre dont la partie antérieure est tournée vers l'occident et la postérieure vers l'orient.

Le Chien comprend dix-huit étoiles et onze en dehors de sa figure. Il représente un grand chien. Et, parce qu'il vient à la suite des étoiles d'Orion, on l'appelle Chien du Géant.

L'étoile brillante de première grandeur située dans sa gueule est Sirius (4). Elle est rougeâtre. On appelle cette étoile tout

(1) Sur le globe de Dresde, cet animal a deux pieds armés de griffes et une queue fourchue droite, d'où elle a semblé être une queue d'oiseau; sur nos cartes célestes la queue forme un repli, et nous montre avec évidence qu'elle est terminée par une nageoire caudale.

(2) Cf. Moïse Bar-Képha, Paris, Fonds syr., ms. n° 319, f. 6.

(3) Rigel (β) en arabe رجل الجبار (Rigel el-gibbar), *le Pied du géant.*

(4) *Mot à mot :* « qui est Sirius, est appelée tout particulièrement le chien et Ὑπόκυφος. » — Ce dernier mot, pour Bar-Hebræus, est donc un nom de Sirius.

particulièrement le Chien parce qu'en la voyant se lever de l'Orient après le géant (1), on imagine facilement qu'elle semble japper après lui ; on l'appelle encore Sirius arabe parce qu'elle se couche dans la direction de l'Arabie.

[**119**] Προκύων, c'est-à-dire qui précède le Chien. On l'appelle aussi le Petit Chien. Il comprend deux étoiles, l'une brillante de première grandeur qu'on appelle encore Sirius syrienne parce qu'elle se couche du côté de la Syrie, et l'autre petite et de quatrième grandeur. Les Sarrasins (2) dans leurs fables féminisent les deux Sirius. Elles seraient sœurs de Canopus. Pour eux, celle qui est la plus proche de l'horizon, la Syrienne, que l'on appelle aussi l'Aveugle (3), est la petite sœur ; Sirius arabe est la grande sœur ; enfin Orion est la jeune fille (4) parée, à cause de l'éclat de ses étoiles. Ils racontent que Canopus (5), quand il l'épousa, s'inclina sur elle et lui brisa les vertèbres du dos. Alors il s'enfuit et se cacha dans le sud. Et parce que sa sœur Sirius d'Arabie ou sa grande sœur, en le cherchant, put passer de la voie lactée au sud, elle put le voir monter et fut consolée, c'est pour cela qu'elle luit davantage. Mais la petite Sirius syrienne, n'ayant pas la force de traverser la voie lactée, demeura au nord-est et pleura jusqu'à ce qu'elle perdit la vue et devint aveugle (6).

Αργώ, c'est-à-dire le navire, comprend quarante-cinq étoiles. Il

(1) Les Arabes l'appellent le chien d'Orion, كلب الجبار. Item Homère, *Iliade*, X, 29.

(2) ܣܪܩܝܢܘܣ correspond à l'arabe سارقينوس (Sarrasin). Pour Maçoudi c'est un nom injurieux qui signifie *esclave de Sarah*, parce que ce fut la condition d'Agar, ancêtre des Arabes. M. de Goeje fait remarquer qu'il faudrait alors lire κτῆνος dans la fin de ce mot. La forme syriaque ne permet pas cette lecture, mais est conforme à l'explication de Sozomène (VI, XXXVIII) d'après lequel les Ismaélites se donnèrent ce nom ὡς ἀπὸ Σάρρας καλομένους. Cf. II, v, 4 (p. 168).

(3) Moins brillante.

(4) On trouve الجوزا (Al Djauzâ), *l'épouse*, dans Soufi, p. 204. Pour Reinaud, Ac. des inscr., *Mémoires*, XVIII, II, p. 365, Djauzâ signifie figure qui dépasse, *qui empiète sur ses voisines*. Cette périphrase semble inexacte.

(5) « On dit que les deux Sirius étaient sœurs de Suhaïl (Canopus), et que Suhaïl épousa Al-Djauzâ (Orion), mais lorsqu'il tomba sur elle, il lui brisa les vertèbres et le dos, c'est pourquoi, craignant d'être obligé de rendre compte de la vie d'Al-Djauzâ, il s'enfuit vers le sud, ne voulant pas se faire voir au milieu du ciel. » (Soufi, p. 220.)

(6) Aussi les Arabes l'appellent الشعرى الغميصا, al-Schirâ al-Gumaisâ, Sirius qui a les yeux chassieux. (Soufi, p. 223.)

représente un navire complet, avec un mât, une poupe et deux gouvernails, c'est-à-dire deux rames (1), et, sur la poupe, un bois de lit et un lit, et, au-dessus du lit, un ciel de lit. La brillante étoile — la première des deux que porte le gouvernail à l'arrière — est Canopus (2) dont nous venons de parler. Il faut savoir que le lieu de Canopus est maintenant la quarante-septième minute [**120**] du quatrième degré du Cancer; sa latitude est de 75° au sud de l'écliptique, et, comme la distance du cinquième degré du Cancer au pôle austral est de 113° 27′, il reste 38° 27′ pour la distance de Canopus au pôle austral. Donc, en tout lieu dont la latitude boréale comptée de l'équateur sera égale à cette quantité, Canopus touchera l'horizon et ne se lèvera pas. Et dans tout autre lieu de moindre latitude, Canopus montera au-dessus de la terre en raison directe de cette diminution. Comme la latitude de Maraga est de 37° 25′ (3), Canopus ne montera là au-dessus de l'horizon sud que de un degré deux minutes. Cela aura lieu quand cette étoile sera au méridien, le Cancer y étant aussi. On la verra le soir si le soleil approche du Bélier, le matin quand il est entré dans la Balance et au milieu de la nuit quand il est au Capricorne.

L'hydre comprend vingt-cinq étoiles et deux en dehors de sa figure. Elle représente un grand serpent très sinueux. La tête ressemble à celle d'un cheval et porte quatre étoiles de quatrième grandeur, sa tête commence à la pince sud du Cancer. Son corps s'étend entre Sirius syrienne et le cœur du Lion; à côté sont les étoiles de la Coupe, et, sur sa queue, celles du Corbeau.

Κρατήρ, c'est-à-dire la Coupe, comprend sept étoiles de quatrième grandeur, [**121**] toutes au nord des étoiles de l'hydre. Elle représente une coupe (4) et quelques-uns l'appellent Urne.

Le Corbeau comprend sept étoiles après la coupe au sud de l'épi (5), on l'appelle encore le trône de l'épi (6).

(1) Une rame de chaque côté remplacent aussi le gouvernail sur le globe de Dresde.

(2) Κάνωβος. Un pilote de Ménélas mort en Égypte aurait donné son nom à cette étoile. V. *G. M.*, éd. Didot, II, p. 219, Eustathii commentarii.

(3) Dans les Tables d'Oloug Beg on lit : 37° 20′, V. Sédillot, *Prolég.*, II, p. 261.

(4) حصر. En arabe on trouve le même mot : الكاس, mais on emploie plus souvent les noms : الباطية ou الپعلف.

(5) Στάχυς.

(6) عرش السپاک الاعزل.

Le Centaure (1) comprend trente-sept étoiles, au sud des étoiles de la Balance. Il représente un cheval-homme. De la tête aux reins c'est le corps d'un homme, et, des reins à la queue, le corps d'un cheval. Sa face est tournée vers l'ouest et la partie postérieure du cheval vers l'est. La brillante étoile qui est sur le sabot du pied droit de devant est de première grandeur. Elle est notée sur l'astrolabe.

La Bête sauvage (2) comprend dix-neuf étoiles rassemblées au sud de la constellation zodiacale du Scorpion, après les étoiles du Centaure et mêlées en partie avec celles-ci. Quelques-uns, à cause de leur groupement, les appellent les Raisins. Le Centaure tient le Loup par les deux pattes de derrière.

Θυτήριον (3), c'est-à-dire l'Encensoir, comprend sept étoiles au sud de la quatrième et de la cinquième vertèbre du Scorpion; deux sont dans la base de l'encensoir, une au lieu où l'on place le feu, trois dans le foyer et une à la pointe de la flamme (4). Toutes sont de quatrième grandeur.

La Couronne australe comprend treize étoiles. Elle précède les deux étoiles de seconde grandeur qui sont sur le talon et le genou gauche du Sagittaire. Elle ressemble à un cône et quelques-uns l'appellent Tente (5).

Le Poisson austral comprend onze étoiles et six en dehors de sa figure. Il ressemble [**122**] à un poisson très grand au sud des étoiles du Verseau. Sa tête est vers l'orient et sa queue vers l'occident, sa tête commence à (l'étoile) brillante qui est la dernière des eaux du Verseau et qu'on appelle Bouche du Poisson.

Telles sont les 316 étoiles des constellations australes : 7 de première grandeur, 18 de deuxième, 83 de troisième, 164 de quatrième, 24 de cinquième, 19 de sixième et une nébuleuse.

(1) C'est le grec Κένταυρος. Les Arabes ont pris le même mot : قنطورس.

(2) Mot à mot : la bête à dent; en arabe السبع, das wilde Thier; en grec Θηρίον. On l'appelle maintenant le Loup.

(3) Signifie surtout autel. Ptolémée emploie Θυμιατήριον, encensoir. المجمرة A in marg.

(4) Voir le globe de Dresde.

(5) Geht vor den beiden am Bein des Schützen her. Einige Araber nennen dieses Bild wegen seiner runden Gestalt القبة (el-kubba). (Kazwini dans Ideler, p. 281.)

Les constellations sont au nombre de 49. Et toutes les étoiles, qui furent étudiées à l'aide des instruments, tant dans les constellations qu'en dehors de leurs figures, sont au nombre de 1022 (1).

SECTION DIXIÈME (2)

DES MANSIONS LUNAIRES.

Les Arabes (3), créateurs des mois lunaires, remarquèrent que la lune n'avait pas de lieu désigné dans le ciel, mais que les saisons et l'air variaient avec le mouvement du soleil; par un certain artifice, mal choisi, il est vrai, ils trouvèrent moyen de fixer la position du soleil au moyen de la marche de la lune (4). Comme celle-ci décrit un cercle à peu près en trente jours, ils donnèrent trente (jours) à chaque mois; mais comme, aux conjonctions, elle est cachée pendant deux jours par les rayons solaires, ils retranchèrent deux de trente et il leur resta vingt-huit mansions; en un jour et une nuit la lune en parcourt une. En divisant le cercle par leur nombre, la valeur de chaque mansion, c'est-à-dire le temps que le soleil demeure en chacune d'elles, atteint à peu près treize jours. Ils obtiennent ainsi en tout 364 jours, c'est-à-dire moins que les jours d'une année.

Ils donnèrent donc quatorze jours à la quinzième mansion. [**123**] Ils rattachaient, à toute mansion qui sortait le matin des rayons solaires, les changements du temps, la chaleur, le froid, les ouragans, la pluie et les gouttes d'eau (5). Ils donnèrent à ces mansions des noms de signes stellaires qui sont les suivants :

(1) 1120 dans *la Cause des Causes*, p. 195, l. 10 du texte.

(2) Le man. (C) porte ici en marge الباب هص : Cette section est remarquable.

(3) Les Hindous auraient créé les mansions lunaires; les Arabes n'auraient fait que modifier leur théorie. (*Ac. des Insç., Mémoires*, XVIII, II, p. 355.) — M. Biot (*Journal des sav.*, 1839 et 1840) voulut attribuer aux Chinois l'invention des mansions lunaires. — On trouve une longue étude sur les mansions lunaires dans *Albirúni*. Voir *Chronologie*, p. 335-357.

(4) L'année des Arabes est lunaire. Voy. *infra* II, ch. v, sect. 5. Ils cherchèrent à lui rapporter l'année solaire qui règle les saisons.

(5) Voir dans l'*Uranologium* de Petau, les prédictions de temps d'après les levers et les couchers des étoiles.

Première mansion. — Deux étoiles brillantes sur les cornes du Bélier (1); la plus brillante est du côté du nord et la petite vers le sud.

Seconde. — Trois étoiles obscures en forme de triangle au côté du Bélier sur le chemin de la lune. Les Sarrasins disent qu'elles sont situées sur le ventre, et appellent cette mansion ventrale (2).

Troisième. — Les Pléiades qui ressemblent à une grappe de six étoiles attachées.

Quatrième. — L'Hyade qui est une brillante étoile (3).

Cinquième. — Trois étoiles formant comme une tache nuageuse sur la tête d'Orion. La lune passe en face d'elles mais ne les atteint pas.

Sixième. — Deux étoiles, l'une obscure, l'autre un peu plus brillante, sur les pieds des Gémeaux au nord; la lune passe près d'elles.

Septième. — Deux étoiles brillantes du nord au sud sur la tête des Gémeaux; les Sarrasins disent que ce sont les bras (4) du Lion et quelques-uns disent que l'une d'elles est Sirius syrienne.

Huitième. — Une tache obscure au côté du Cancer au milieu du quadrilatère incliné qu'on appelle la figure du Lion (5). Dans le voisinage sont les deux ânes (6) que la lune cache tous deux.

Neuvième. — Deux petites étoiles au sud desquelles passe la lune. On dit que ce sont les yeux du Lion (7).

(1) En arabe Xartan الشرطان. Cf. Golius (p. 77). Voir aussi *Prolég. des tables d'Oloug Beg* par Sédillot, I, p. ٤٢٨ et II, p. 194.

(2) البطين, v. Al-Fergani, p. 77.

(3) الدبران, α du Taureau. Cette identification et les suivantes sont tirées d'Ideler, *Ueber Sternnamen.* On les trouve reproduites par Sédillot, *Prolég. des tables d'Oloug Beg,* t. I, p. ٤٢٨.

(4) الذراع et ذراع الاسد. Dans Hyde, *Tabulæ long. ac. lat. stellarum*, Oxford, 1665, notes, p. 6.

(5) Ils (les Arabes) ont nommé les nébuleuses du Cancer le *nez du Lion*, نثرة الاسد. Cf. *Notices*, t. XII, p. 247.

(6) γ et δ du Cancer الحماران.

(7) ξ du Cancer et λ du Lion الطرف.

Dixième. — Quatre étoiles en ligne courbe (1); l'une d'elles est Régulus dont nous avons parlé, les Sarrasins appellent ces étoiles la crinière du Lion. [**124**] La lune passe sur Régulus et sa voisine.

Onzième. — Deux étoiles brillantes derrière la côte du Lion sur sa hanche (2). La lune passe à leur midi.

Douzième. — Une étoile brillante qui est Προτρυγητήρ (3), sur la queue du Lion. La lune passe au midi.

Treizième. — Cinq étoiles brillantes sur les ailes de la Vierge (4). Trois d'entre elles sont sur une droite au sud de Προτρυγητήρ. Deux sont sur une autre droite qui se raccorde avec celle-ci. On dit que ces étoiles représentent ceux qui jappent après le Lion, et la lune passe au milieu d'elles.

Quatorzième. — Une étoile brillante qui est Στάχυς, c'est-à-dire l'Épi, sur le poignet de la Vierge, la lune la cache.

Quinzième. — Trois étoiles obscures à l'extrémité de l'Épi (5). Elles sont disposées du nord au sud du côté de l'extrémité du vêtement de la Vierge sur une ligne courbe dont la concavité est au nord. La lune passe au midi.

Seizième. — Deux étoiles du sud au nord sur les plateaux de la Balance (6) à la distance d'une lance l'une de l'autre. La lune passe au midi.

Dix-septième. — Trois étoiles obscures sur une ligne courbe à la tête du Scorpion (7).

Dix-huitième. — Trois étoiles brillantes dont l'une est le cœur du Scorpion. Elles sont cachées par la lune.

Dix-neuvième. — Deux étoiles réunies et brillantes (8) dans l'aiguillon du Scorpion. Elles semblent éloignées l'une de l'autre d'un spithame.

Vingtième. — Quatre étoiles en tétragone incliné comme un lit (9). La lune en éclipse deux.

(1) α, γ, η, ζ du Lion appelées الجبهة ou le Front, et aussi الخراة ou la Crinière. (Ideler, *Ueber Sternnamen.*)
(2) δ et θ du Lion.
(3) β du Lion ou Dénébola, ذنب الاسد.
(4) β, η, γ, δ, ε de la Vierge.
(5) φ, χ de la Vierge.
(6) α et β de la Balance.
(7) β, δ, π du Scorpion.
(8) λ et υ du Scorpion.
(9) γ, δ, λ, μ du Sagittaire.

Vingt et unième. — Un lieu désert et sans étoile [**125**] nommé en conséquence le désert (1), il vient après les étoiles du turban du Sagittaire (2).

Vingt-deuxième. — Deux étoiles aux cornes du bouc (3). Elles sont éloignées d'une coudée et la lune passe près de celle qui est au midi.

Vingt-troisième. — Deux étoiles brillantes sur le dos du Capricorne, la lune passe près de l'étoile méridionale.

Vingt-quatrième. — Trois étoiles en ligne courbe, dont la concavité est vers l'occident. L'une appartient au Capricorne et les autres au Sagittaire.

Vingt-cinquième. — Quatre étoiles du Sagittaire (4), trois en forme de triangle et la quatrième au milieu, c'est pourquoi ces trois furent appelées *tente* de celle qui est au milieu. La lune passe au midi de ces étoiles.

Vingt-sixième. — Deux étoiles brillantes distantes d'une lance et appartenant au Grand Cheval (5). L'étoile du nord est l'épaule du Cheval et la lune passe loin d'elles.

Vingt-septième. — Deux étoiles brillantes distantes d'une lance et appartenant encore au Cheval (6). L'étoile la plus au nord est son nombril. La lune passe près d'elles.

Vingt-huitième. — Une étoile brillante de troisième grandeur au côté d'Andromède.

Pour introduire dans la langue syriaque les noms de ces mansions, nous suivrons le conseil de Platon qui permet de créer des dénominations quand elles n'existent pas; en conséquence il nous sera permis et même avantageux de former les noms de ces mansions d'après leur position dans les figures qui leur correspon-

(1) Hyde, notes, p. 7, écrit : Est particula cœli stellis destituta estque inter Alnaaïm et Sad al-Dâbih (سعد الذابح). — ܟܪܟܐ signifierait le Bélier comme au chapitre VI, sect. 7. Mais ce mot n'a pas de sens ici.

(2) On pourrait lire ܒܬܡܐ sur la tête au lieu de ܒܬܡܐ, parce que, d'après Sédillot (*Prolég. d'Oloug Beg*, t. I, p. ۴۲۸), les étoiles en question sont ξ, ο, π, du Sagittaire. Or, ces étoiles sont sur la tête. Nous avons traduit ܕܡܚܒܫ ܒܬܡܐ par : les étoiles du lien ou du turban, car le Sagittaire porte une sorte de turban.

(3) α et β du Capricorne.

(4) γ, ζ, π et η du Verseau.

(5) α et β de Pégase.

(6) γ de Pégase et α d'Andromède. (Ideler, p. 289.)

dent (1). Ces noms sont : 1° les Cornes du Bélier, 2° la Queue, 3° les Pléiades, 4° l'Hyade, 5° la Tête, 6° les Pieds, 7° le Bras, 8° les taches, 9° l'Œil, 10° la Côte, 11° la Hanche, 12° la Queue, 13° [**126**] les Ailes, 14° l'Épi, 15° l'Extrémité, 16° la Main, 17° la Couronne, 18° le Cœur, 19° l'Aiguillon, 20° le Lit, 21° le Désert, 22° les Cornes du Chevreau, 23° le Dos, 24° l'Arc, 25° la Tente, 26° l'Épaule (2), 27° l'Ombilic, 28° le Côté.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE DU LIVRE DE L'ASCENSION DE L'ESPRIT SUR LA FIGURE DU CIEL.

Gloire à Dieu qui aide et fortifie (l'écrivain).

(1) Bar-Hebræus paraît créer ces noms. — On les trouve presque identiquement dans le manuscrit syriaque de Paris, n° 299, fol. 206, sur un planisphère céleste que nous avons publié, *Journal Asiatique*, 1896, IX^e^ série, t. VIII, p. 155-166. Aussi nous avons pu conclure que ce planisphère avait probablement été fait d'après Bar-Hebræus.

(2) Il faut ajouter ici dans le texte les mots : ܕ ܣܡܐ qui figurent dans les mss.

[127] SECONDE PARTIE

SUR LA FORME DE LA TERRE ET LES PHÉNOMÈNES CÉLESTES QUI S'Y RAPPORTENT.

Il y aura sept chapitres.

CHAPITRE PREMIER (1)

Divisions de la terre, des mers, des îles et des fleuves.

Il comprend dix sections.

PREMIÈRE SECTION

LIMITES DE LA TERRE HABITÉE EN LONGITUDE ET EN LATITUDE.

Nous avons montré au commencement (2) que la terre est sphérique et située au centre de l'univers; [128] en conséquence si l'on décrit à sa surface un grand cercle parallèle à l'équateur (céleste) (3) elle sera divisée en deux parties égales, et ce cercle est appelé *ligne d'égalité*, parce que le jour et la nuit y sont constamment égaux. Et si l'on décrit un second grand cercle parallèle à celui qui passe par les pôles de l'univers et les deux points est-ouest, la terre est encore divisée en deux moitiés. Ces deux grands cercles déterminent à la surface de la terre quatre quadrants

(1) Ce premier chapitre a été publié avec traduction anglaise par M. R. Gottheil : *Mittheilungen des Ak. Or. Vereins zu Berlin*, 1890, n° 3.

(2) I^re^ partie, ch. I, sect. 3 et 4.

(3) Nous disons maintenant que ce grand cercle est la trace de l'équateur céleste sur la terre. — Quant au second cercle, il faut dire avec Alfergani (ch. VI) qu'il passe par les extrémités est et ouest *de la terre habitée*.

égaux, deux au sud et deux au nord. Toute la terre habitée est contenue dans l'un des quadrants nord. Si l'on décrit un troisième grand cercle (1) par les quatre pôles des deux premiers, il partage la terre habitée en deux parties. Son point d'intersection avec l'équateur terrestre est appelé gibbosité de la terre (2), non parce que cette partie de la terre est plus élevée que les autres, car sur une sphère il n'y a pas de partie qui soit par essence plus élevée qu'une autre (3), mais à cause d'une montagne célèbre (4) qui s'y trouve et surélève tout cet endroit. Les Indous racontent dans leurs fables que ses environs sont redoutés comme étant l'habitation des démons (5). Nous avons démontré ailleurs (6) que des protubérances comme celle-ci ne détruisent pas la sphéricité naturelle de la terre.

On distingue, pour la terre habitée, la longitude et la latitude. La longitude commence au point d'intersection ouest du premier et du second cercle et va jusqu'à leur point est d'intersection. Sa grandeur est donc de 180°, c'est-à-dire de la moitié de l'équateur, parce que les cercles terrestres sont divisés [**129**] en 360° comme les cercles célestes. La latitude commence à la gibbosité de la terre et comprend 66°, c'est-à-dire le complément de l'inclinaison maximum (7). Selon d'autres elle se termine à 63° sur le troisième cercle vers le nord (8). Les anciens trouvèrent la grandeur de la longitude, que nous avons définie ci-dessus, à l'aide

(1) Gagmini considère aussi ces trois cercles, p. 259. Al-Fergani et Kazwini ne se servent que de deux.

(2) Wölbung der Erde, *Gagmini*, p. 260. Totius orbis ombilicum, *Jafredus* cité par Sédillot, *Mém. sur les syst. géogr.*, p. 3. Item Maçoudi. — C'est ce que les Arabes appellent *Coupole d'Arine*, قبة أرين.

(3) Si Bar-Hebræus n'ajoutait cette dernière phrase, le texte précédent ferait croire qu'il connaissait la forme ellipsoïdale de la terre et le bourrelet équatorial.

(4) « Ben al-Ouardi commence l'explication de sa carte par la montagne de Kaf qui environne toute la terre et les mers. Cette montagne est d'émeraude et le ciel est appuyé dessus comme une tente... Quand Dieu ordonne à cette montagne d'agiter ses nerfs d'un côté, il arrive aussitôt un tremblement de terre dans l'endroit qui correspond à ces nerfs. » (*Notices*, II, p. 52.) — Cette fable n'a toutefois aucun rapport avec la *coupole d'Arine*.

(5) Cette dernière phrase est dans Albirouny et Aboulféda. V. Reinaud, *Ac. des inscr.*, *Mémoires*, XVIII, II, p. 372 et 376. Voir aussi Ebn al-Ouardi, *Notices*, II, p. 48 et 52.

(6) I^re^ partie, ch. I, sect. 3; et surtout II, VI, 1.

(7) Obliquité de l'écliptique. Item Al-Fergani, p. 20.

(8) 66° dans Gagmini. $66° \frac{1}{2} + \frac{1}{6}$ dans Al-Fergani, p. 31.

des éclipses de lune (1) ; ils virent que les Orientaux les aperçoivent douze heures seulement avant les Occidentaux. Une circonférence entière correspondant à vingt-quatre heures, si la grandeur de la longitude était de plus d'un demi-cercle, l'éclipse serait vue plus de douze heures plus tôt, et si elle était de moins d'un demi-cercle, il y aurait moins de douze heures de différence.

On reconnut que la plus grande partie des pays habités est au nord de l'équateur parce que, dans tous les climats, au moment où le jour est égal à la nuit, on trouva que les ombres méridiennes des objets étaient inclinées vers le nord. — Quand Ptolémée eut écrit l'*Almageste* (2), des voyageurs lui annoncèrent qu'il y avait des habitants jusqu'à 16° au sud de l'équateur, aussi il rapporta leur témoignage dans sa *Géographie* (3) qu'il écrivit plus tard.

La longitude propre d'un lieu quelconque est l'arc d'équateur compris entre l'intersection occidentale dont nous avons parlé et l'intersection de l'équateur avec le méridien du lieu.

La latitude particulière d'un lieu est l'arc de méridien compris entre l'équateur et le zénith de ce lieu. Cette latitude, égale à l'inclinaison vers le sud de l'équateur sur le zénith, [**130**] l'est aussi à la hauteur du pôle nord au-dessus de l'horizon ou à l'abaissement du pôle sud en dessous. En conséquence, quand la latitude est nulle, il en est de même pour l'inclinaison de l'équateur et la hauteur ou l'abaissement des pôles. Les sages d'entre les Grecs firent commencer la longitude à l'occident parce que le sens direct (4) dans les signes du zodiaque part aussi de l'occident. Ptolémée fit commencer les longitudes aux îles Fortunées qui sont à 10° du rivage de la mer occidentale, d'autres les comptèrent à partir du rivage lui-même. En conséquence la longitude de Babylone est, pour Ptolémée, de 80° et, pour les autres, de 70°. — Certains disent qu'à l'extrémité occidentale en longitude de la terre habitée se trouvent les îles Fortunées, en Grèce ; à l'ex-

(1) Pour Aboul Hassan on obtient la longitude en prenant, dans les tables, le temps du commencement d'une éclipse de lune à « la coupole d'Arine » et en observant son commencement au lieu où l'on est. (Sédillot, *Mém. sur les syst. géogr. des Grecs et des Arabes*, p. 2.)

(2) *Alm.* II, 6. Ptolémée dit que personne « de nos pays » n'a pénétré sous l'équateur « et ce qu'on en raconte a plutôt l'air de vraisemblance et de conjecture que d'une description historique et fidèle ».

(3) Livre I, ch. IX.

(4) Mot à mot : le sens de l'approche (de la marche du soleil).

trémité orientale se trouve un pays nommé Samkout(1) en Chine, à l'extrémité sud en latitude est la forteresse de Kankadid (2) sur la gibbosité de la terre; enfin au nord est l'île de Thulé (3) dont les habitants demeurent dans des bains à cause du froid violent (4).

Puisque la terre est sphérique, que la distance en longitude des points extrêmes est d'un demi-cercle, et qu'à l'arc céleste situé au-dessus de la terre correspond un angle égal situé en-dessous (et de sommet) au centre, il s'ensuit que les habitants des îles Fortunées se trouvent sur le prolongement des habitants de Samkout. S'il y avait un quadrant de cercle entre deux pays à la surface de la terre, il lui correspondrait un angle droit compris entre les deux lignes qui partent du centre de la terre pour aboutir à ces pays; s'il y avait plus ou moins d'un quadrant, il lui correspondrait un angle obtus ou un angle aigu. [**131**] Il est nécessaire que la distance comprise entre les têtes des habitants soit plus grande que la distance comprise entre leurs pieds (5), bien qu'une telle différence soit insensible, d'où la figure ci-contre (p. 116).

DEUXIÈME SECTION

CAUSE DE LA DÉSOLATION DE LA TERRE QUI EST AU SUD DE L'ÉQUATEUR (6)

Puisque le mouvement solaire a lieu au nord et au sud de l'équateur avec les mêmes vicissitudes des deux côtés, puisqu'il y a

(1) En arabe جمكوت (Aboulféda). Pour les Indiens, c'est Yamakoti. (Sédillot, *Mém. sur les syst. géogr.*, p. 13.)

(2) C'est Kankader كنكدر. Voir Séd. *Mém., sur les syst. géogr.* La véritable forme, selon M. Nallino, est Kangdiz, كنكدز.

(3) Pythéas de Marseille visita les Orcades, les Shetlands, et, après deux jours de navigation, parvint à Thulé (Θούλη). Bessel, d'après la description de Pythéas, pense qu'il s'agit de l'Islande : *Ueber Pytheas von Massilien*, Gœttingue, 1858, in-8°. — Cf. : « Tibi serviat *ultima* Thule » (Virgile).

(4) D'après Gagmini (p. 262) on trouve, à 63° de latitude, une île dont les habitants, à cause du froid violent, habitent « in künstlich erwärmten Wohnungen ».

(5) C'est le problème que pose Jules Verne dans l'un de ses romans : un voyageur a fait dix fois le tour de la terre, combien sa tête a-t-elle fait de chemin de plus que ses pieds?

(6) Pour Moïse Bar Képha, le sud n'est pas habité parce que le soleil en passe trop près. (Bibl. Nat., Ms. syr. 319, fol. 75.)

six signes du zodiaque boréaux et six austraux, et puisque l'inclinaison maximum a même mesure et même nature au nord et au sud, nous devons nécessairement chercher ailleurs la cause pour laquelle la terre habitée est au nord [**132**] et non au sud de l'équateur.

On émit à ce sujet diverses opinions : quelques-uns dirent que la cause de la désolation de ces pays est la proximité du périgée du soleil, parce que vers le Capricorne le soleil passe de ce côté et ses rayons seraient plus vifs et plus brûlants à cause de la grandeur de sa sphère qui est à la plus grande proximité de la terre (1). On voit que cette opinion est fausse parce que la diffé-

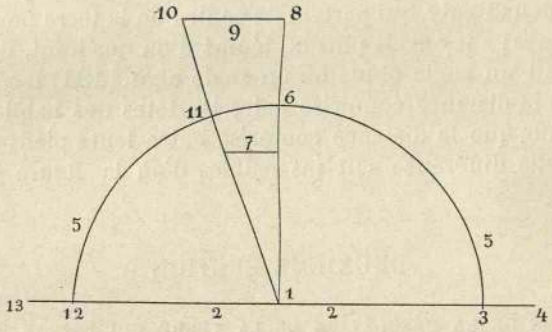


Fig. 19.

1. Centre de la terre. — 2. Diamètre de la terre qui passe par les pieds d'un Bienheureux à l'ouest et d'un habitant de Samkout à l'est. — 3. Pieds des Bienheureux. — 4. Tête des Bienheureux. — 5. Circonférence de la terre. — 6. Pieds d'un habitant de la gibbosité (de la terre) qui sont à 90° des Bienheureux. — 7. Espace entre les pieds (cette ligne devrait joindre 6 à 11). — 8. Tête de celui qui est debout. — 9. Espace entre les têtes. — 10. Tête de celui qui est debout. — 11. Pieds d'un individu qui est à plus de 90° des Bienheureux et à moins de 90° des habitants de Samkout. — 12. Pieds d'un habitant de Samkout. — 13. Tête d'un habitant de Samkout.

rence entre le grand diamètre apparent du soleil au périgée et le petit diamètre apparent à l'apogée est insensible ; aussi, dans les

(1) « Quand le soleil est au zénith dans le quart méridional de la terre, il est dans la partie méridionale du zodiaque, il est à son périgée, donc plus rapproché; son volume est plus grand, ses rayons plus sensibles. Nassir Eddin de Thous a attaqué ce raisonnement, il a dit que la différence de volume du soleil au périgée ou à l'apogée n'est pas accessible aux sens... » (Aboulféda, *Géographie*, trad. Reinaud, t. II, p. 6.)

calculs écliptiques, on ne prend qu'une mesure pour le rayon du soleil à ses deux distances (extrêmes). — D'autres disent que le périgée se trouvant dans les signes du zodiaque situés au sud (de l'équateur), ce côté sera plus chaud que le côté nord ; et, comme la chaleur attire l'humidité libre, il s'ensuit que les mers seront attirées vers le sud à l'exclusion du nord, ainsi le sud sera couvert (d'eau) et inhabitable et le nord sera découvert et habité. Cette opinion n'est pas non plus la véritable, puisqu'elle est fondée sur l'opinion ridicule qui la précède. — D'autres disent que vers le sud tournent « les abaissements (1) » des deux grands astres le soleil et la lune, qui sont la Balance et le Scorpion, et vers le nord leurs deux « exaltations » qui sont le Bélier et le Taureau. [133] A « l'abaissement » correspond la stérilité pour le sud, et à « l'exaltation » correspond l'abondance pour le nord; mais ceci est une fable astrologique qui n'est pas acceptable pour la vraie science. — Enfin les docteurs de l'Église disent, qu'en dehors de la volonté du Créateur et de son ordonnance, il n'y a pas de motifs pour que le nord soit habité. — Et d'après les philosophes, c'est bien la providence de l'être nécessaire qui gouverne l'univers, mais il dirige tout dans sa sagesse et ne fait rien en vain et au hasard. Il y eut donc nécessairement une cause qui lui fit choisir l'abondance pour le nord à l'exclusion du sud, mais cette cause dont on nous demande la connaissance, cette Providence seule la connaît.

(1) Voir ce raisonnement dans Aboulféda, t. II, p. 6. M. Reinaud ajoute en note : « Les astrologues supposent que les sept planètes ont chacune dans le ciel un point où leur influence est plus grande, et un autre où leur influence est plus petite. Le premier est appelé lieu de l'exaltation et l'autre celui de l'abaissement. Dans le premier l'astre est favorable, dans le deuxième il est nuisible. L'exaltation du soleil a lieu dans le 19e degré du Bélier et son abaissement dans la partie opposée vers la Balance. La lune a son exaltation dans le 3e degré du Taureau, son abaissement vers le 3e du Scorpion. » — Voir aussi *Alcabitii ad magisterium judiciorum astrorum Isagoge*. Parisiis, 1521, in-8°, p. 2 : « Sol exaltatur in Ariete hoc est in 19 gradu ejus. Luna in 3 gradu Tauri. Saturnus in 21 Libræ. Jupiter in 15 gradu Cancri... Item. » (*Firmicus Maternus*, l. II, ch. III.)

TROISIÈME SECTION

DE LA MER ENVIRONNANTE (1).

La mer environnante enferme toute la terre habitée dont nous avons parlé (2), tant en longitude qu'en latitude. Et comme il y a huit directions sur la terre, à savoir les quatre points cardinaux et quatre autres comprises chacune entre deux des précédentes, parmi les mers qui leur correspondent, il y en a six remarquables et bien connues; et celles qui sont situées du côté de deux de ces divisions, à savoir vers le sud-ouest et le nord-est, sont moins connues. En effet, beaucoup de voyageurs qui parvinrent jusqu'aux lieux où le pôle austral s'élève de 10° au-dessus de l'horizon, virent seulement et encore de loin la montagne blanche couleur d'argent d'où coulent les eaux du Nil, mais pas la mer. Et au nord-est, à cause des montagnes élevées que le froid rend infranchissables, [**134**] personne ne put savoir s'il y a une mer derrière elles ou s'il n'y en a pas. A cause de sa grande étendue, la mer qui est à l'ouest de la terre habitée est appelée Océan, c'est-à-dire qui entoure la terre. Elle s'étend au nord, entoure l'Espagne, passe au nord-ouest près de la France, et va au nord jusqu'au delà des Scythes (3). Elle s'étend aussi au nord-est, et renferme le pays des Turcs intérieurs qui est Gog et Magog (4).

On pense qu'elle passe ensuite derrière les montagnes infranchissables dont nous avons parlé et se joint à la mer orientale des Mandchoux, c'est-à-dire des Chinois, puis elle entoure tout leur pays, passe au sud-est le long de l'Inde intérieure, atteint

(1) Mot à mot : « De la plus grande mer ». M. Payne Smith traduit : *De mari universali*. Ainsi il traduit محيط par *universelle;* il traduisait ce même mot par *totum* (I, ch. VI, sect. 6). Mais ici comme alors, il faut traduire par maximum. — M. Gottheil traduit par : *the all-encircling sea*.

(2) V. Ibn Khaldoun, *Notices*, t. XIX, 1, p. 91 et 93.

(3) Cf. Nallino, *Al-Huwarizmi*, Rome, 1895, p. 44, note 5.

(4) « La région habitée touche au midi l'équateur et au nord un cercle de la sphère au delà duquel se trouvent les montagnes qui la séparent de l'élément humide et au milieu desquelles se trouve la barrière de Gog et de Magog. » — Voir la copie du planisphère d'Idrisi dans la traduction de la géographie d'Aboulféda par M. Reinaud, t. I, p. 120. — Le pays de Gog et de Magog forme la 10e section du 6e climat chez Ibn Khaldoun, *Notices*, XIX, 1. — Voir aussi *Catal. des man. syr. de Paris*, p. 5, 30°, et p. 199, 4°.

au sud l'Arabie intérieure et le désert des Himyarites en dehors de la montagne de Pharan, puis passe le long de l'Égypte, des terres des Barbares et des Kouschites et de toute l'Afrique. On ne l'a pas vue au voisinage de la montagne d'argent nommée aussi montagne de la lune (1), on pense qu'elle passe derrière, rejoint la mer occidentale où elle commençait et s'y termine.

QUATRIÈME SECTION

DES MERS QUI SONT A L'INTÉRIEUR DE LA TERRE HABITÉE ET DE LEURS ILES.

La mer environnante entoure en cercle la terre habitée comme elle le ferait d'une île. Des langues s'en détachent qui entrent dans les terres. La plus grande est celle qui entre (dans les terres) en face des îles Fortunées par une bouche très étroite de sept milles de large [**135**] près des colonnes d'Hercule. Elle s'étend ensuite dans la terre habitée vers l'est sur un espace de cinq mille milles en longueur et huit cents en largeur. Elle forme cette grande mer qu'on appelle Adrias (2) qui a les îles des Bienheureux à l'occident, la Palestine à l'orient, Rome la grande et Byzance (3)

(1) « On ne s'entend pas sur la manière d'écrire le nom de la montagne de Camr. Quelques-uns écrivent Alcamar et traduisent montagne de la lune (σελήνης ὄρος, Ptol., IV, 8). Nassir Eddin de Thous, dans son traité intitulé *Tadzkiré*, prétend que, d'après le témoignage des personnes qui ont examiné la montagne de loin, sa couleur est blanchâtre, et que cela provient des neiges qui couronnent son sommet. Cette opinion me paraît inadmissible (dit Aboulféda), parce qu'il ne tombe pas de neige à Aden. » (Reinaud, trad. d'*Aboulfèda. Géogr.*, II, p. 82.) On voit que Bar-Hebræus abandonne ici Nassir Eddin. — Cf. *Al-Huwarizmi*, p. 29.

(2) Ibn Khaldoun et les Arabes l'appellent la *mer des Grecs*, بحر الروم, ou *mer Syrienne*. Cf. *Notices*, XIX, 1, p. 93. — Chez les Grecs ὁ Ἀδρίας est à proprement parler *la mer Adriatique*. (Scylax, *Géogr. Min.*, éd. Didot, I, p. 25.) Cependant cette mer est mal délimitée. Elle comprend la mer Ionienne (*Strabon*, VII, v, 9; *Eustathius*, *G. M.*, t. II, p. 235), et pour certains auteurs la mer Ionienne s'étend de Gaza jusqu'à l'Egypte. Son nom lui vient de Io qui eut pour fils Adrias. Les Syriens appelèrent donc Adrias la mer qui va de Gaza à l'Égypte et, par extension, toute la Méditerranée. Cf. Jacques d'Édesse, *Journ. asiat.*, 1888, t. II, p. 426; Moïse Bar Képha, ms. de Paris n° 319, fol. 83, 89; Jacques de Bartela, *Notice sur le livre des trésors*, p. 26-29 du tirage à part.

(3) Al-Fergani (p. 38) distingue aussi Rome la grande de Constantinople. Item Ebn al-Ouardi, *Notices*, II, p. 46.

au nord, enfin l'Afrique au sud. Elle renferme beaucoup d'îles (1), dont cinq grandes : la première est Chypre, de deux cents milles de pourtour. C'est la plus petite. La deuxième est la Sardaigne, de trois cents milles de pourtour. La troisième est la Corse, de trois cent cinquante milles. La quatrième est la Sicile, de cinq cents milles. La cinquième est Crète, de trois cents milles de pourtour. Il y a aussi cinq petites îles qui sont Rhodes, Cos (2), Samos, Eubée, Chio, et deux cent cinquante autres peu connues.

Quatre langues issues de la mer du sud entrent dans la terre; l'une est la mer des Barbares proche de l'occident. Elle a cinq cents milles de longueur et cent milles de largeur à son extrémité. La deuxième est la mer Rouge (3), qui est petite. Elle atteint quatre cents milles en longueur et la largeur de son extrémité qui est la mer de Souf, est de deux cents milles. La troisième est la mer des Élamites dans laquelle l'Euphrate et le Tigre jettent leurs eaux. Elle a 1400 milles de longueur et 500 de largeur. [**136**] La quatrième est la mer des Indiens. Elle a 1600 milles de longueur et renferme 1370 îles dont la plus célèbre est Tirani, nommée Serendib (4) dans la langue du pays. Son pourtour est de 1300 milles. Elle renferme des montagnes élevées d'où coulent de nombreux fleuves, et de là vient la rouge hyacinthe et le reste des pierres précieuses (5).

De la mer orientale sortent aussi de nombreuses langues dont

(1) Voir une énumération d'îles dans Land, *Anecd. syr.*, I, p. 23.

(2) Gottheil traduit ainsi ܩܘܢܘܣ. Ne serait-ce pas Καῦνος? On trouve ἔνθα δὲ Καῦνος καὶ Σάμος ἠμερόεσσα, Πελασγίδος ἔδρανον Ἥρης, καὶ Χίος... (*Dionysii orbis descriptio. G. M.*, II, p. 136.) De même : Hic juxta Caunus, Samus hic Saturnia juxta, tumque Chius... » (Festus Avienus, *Geographi Minores*, II, p. 183.) Il est vrai qu'on ne sait trop où placer cette île. *Le Livre des rayons* de Bar-Hebræus, *Hebraïca*, t. VII, p. 54, donne : ܩܘܢܘܣ ܪܕܘܣ ; (ܡܘܟܘܢܘܣ donnerait Μύκονος, île connue).

(3) Pour les Arabes, بحر القلزم, *mer de Qolzoum*. C'est le nom d'une ville située vers Suez et ce nom vient de κλύσμα, *Notices*, VI, p. 352.

(4) Nom très connu; se retrouve dans *le Livre des rayons* de Bar-Hebræus, *Hebraïca*, p. 53; chez Ebn al-Ouardi et Ibn Khaldoun, *Notices*, II, p. 48 et 57, et XIX, 1, p. 120; dans les *Prolégomènes des tables astr. d'Oloug Beg*, II, p. 270. Oloug Beg place cette île par 130° de longitude (celle de Rome étant de 55°) et 10° de latitude. C'est *Ceylan*, nommée par les Grecs Taprobane ou Palæsimundu ou Salica. Cf. *Géogr. Min.*, I, p. 301, 521, 525; II, p. 142, 500. — Sur les Maldives et Ceylan, lire les *Voyages d'Ibn Batoutah*, t. IV, p. 110-192.

(5) Pour Ebn al-Ouardi, Serendib est l'île où il y a le plus de pierres précieuses, *Notices*, II, p. 58.

le nombre et les dimensions ne sont pas désignés dans les livres.

De la mer du nord sort cette langue célèbre nommée γαλατικόν (1), elle contient dix-neuf îles nommées Britanniques dont la plus célèbre est l'île froide de Thulé (2).

Les îles Fortunées sont au nombre de sept grandes, situées en latitude depuis l'équateur jusqu'au troisième climat. On raconte que leurs habitants étaient plongés dans l'idolâtrie, quand un saint vint près d'eux et leur annonça la parole de l'Évangile; ils crurent et furent baptisés. D'autres disent que ce sont les fils de Réchab dont il est question dans le prophète Jérémie et qu'ils suivent la loi de Moïse (3).

CINQUIÈME SECTION

DES LACS.

Tout amas d'eau qui ne communique pas avec la mer environnante, quand bien même il pourrait porter un petit navire, est appelé lac. — Cependant parmi ceux-ci, le lac du Pont, c'est-à-dire de Trébizonde (4), est appelé mer et non lac, à cause de sa grandeur. [**137**] Sa longueur est de 1.300 milles et sa largeur de 300. Une petite langue qui passe sous les murs de Byzance lui appartient. Il se jette dans la mer Adrias qui se jette dans l'Océan. Certains appellent cette langue brèche d'Alexandre, fils de Philippe, comme s'il l'avait ouverte.

Au nord-est de cette mer est le Méotide, lac des habitants de la Caspienne, c'est-à-dire des Hyrcaniens (5). Ptolémée l'appelle

(1) C'est une variante pour *Atlantique,* mot qui figure seul dans le *Candelabrum sanctorum* de Bar-Hebræus. Mais dans *le Livre des rayons*, on trouve : l'Océan ܐܛܠܢܛܝܩܐ, dans lequel se trouvent les 19 îles de la Bretagne, qui entoure la France et comprend les îles des Bienheureux. C'est donc encore l'Atlantique.

(2) Eustathius mentionne dix îles Cassitérides, deux Britanniques et plus au nord Thulé. (*Géogr. Min.*, II, p. 327, 329.) — Pline connaît beaucoup plus d'îles dans cette mer (*Hist. Nat.*, IV, XXX, 2).

(3) Voir *les fils de Jonadab, fils de Réchab, et les îles Fortunées*, où nous avons édité avec introduction et traduction française la version syriaque de cette légende, Paris, Leroux, 1899.

(4) Jacques d'Édesse appelle cette mer ܝܡܐ ܕܦܘܢܛܘܣ, le Pont-Euxin, *J. A.*, t. II, 1888, p. 428. De même Jacques de Bartela, *Notice sur le Livre des trésors*, p. 29.

(5) Dans *le Livre des rayons*, *Hebraïca*, t. VII, p. 54, Bar-Hebræus

mer d'Hyrcanie, et d'autres, mer des Ibères. Une langue comme un fleuve en sort vers le Pont et de celui-ci vers l'Adrias (1). — Il y a encore bien d'autres lacs renommés, comme les lacs d'Apamée, de Tibériade et de Maréotis près d'Alexandrie et le lac célèbre d'Arkestia (2) entre la grande et la petite Arménie; et celui qui est privé de poissons : Génésareth (3); on l'appelle Asphaltite. Le bitume en sort à certains moments, en forme de taureau sans tête; il ne peut être taillé ou brisé ni par le fer ni par la pierre, mais est dissous uniquement par les eaux fétides ou le sang menstruel (4).

Outre ces lacs, il y en a encore beaucoup en divers pays dont il n'est pas nécessaire que nous fassions mention.

SIXIÈME SECTION

DES FLEUVES.

Il y a beaucoup de fleuves qui coulent dans la terre habitée et en traversent les régions qu'ils arrosent de leurs eaux : — Le Nil

écrit encore : ܗܘ ܕܒܚܪ ܩܣܦܝܐ ܗܘ ܕܐܬܡܪ ܒܝܬ ܚܪܟܢܝܐ ܗܘ ܕܐܬܡܪ ܒܝܬ ܚܙܪ ܗܘ ܕܐܬܡܪ. « Le lac Caspien, c'est-à-dire des Kanaio, nommé par les anciens Ourkania et des Ibériens et de nos jours Khazar. » Ce texte montre que ܒܝܬ n'est pas une faute d'un scribe. On trouve le nom de mer de Khazars, خزر, dans Maçoudi, *les Prairies d'or*, t. I, p. 263, et la locution : ܒܚܪ ܕܩܣܦܝܐ ܐܘ ܕܚܙܪ, dans S. Éphrem, *Explic. Geneseos*, I, 10; Jacques d'Édesse, *Journ. As.*, 1888, II, p. 429; Moïse Bar Képha, ms. 319, fol. 89; Jacques de Bartéla, *Notice sur le Livre des trésors*, p. 29.

(1) D'après Strabon, la mer Caspienne est, selon quelques-uns, reliée à la mer d'Azov, XI, VII, 4. Maçoudi cite et réfute cette opinion : *Les prairies d'or*, I, p. 273; II, p. 24.

(2) C'est le lac de Van. Il est nommé par Strabon Θωνῖτις et aussi *Thospitis* et Arsissa.

(3) Il faut lire *la mer Morte*. Mais la faute est imputable à Bar-Hebræus et non aux scribes, car elle est reproduite identiquement dans le *Candelabrum sanctorum*. Dans *le Livre des rayons*, *Hebraïca*, p. 55, Bar-Hebræus mentionne le lac de Tibériade, puis le lac de ܒܝܬ (Génésareth) et attribue à ce dernier les caractères du lac Asphaltite. La même faute se trouve dans *Das Buch der Naturgegenstände*, publié par Ahrens, Kiel, 1892, p. 47.

(4) Ce texte de Bar-Hebræus se trouve déjà dans Diodore de Sicile, livre II : « Le bitume en sort tous les ans en morceaux de la grandeur de deux ou trois plèthres. Les habitants appellent les plus gros *taureau* et les moindres *veau* », puis dans Josèphe, *Bell. Jud.*, IV, 8, § 4. On le

ou le fleuve Schihor (noir) (1), dont les sources sont abondantes et les bienfaits nombreux. La loi de la disposition de ses inondations [138] remplit tout le monde d'admiration. De la montagne d'argent, d'où sortent de grandes masses d'eau, se séparent deux grands fleuves. L'un, appelé le Brhumitos (2), coule au nord et arrose tout le pays d'où l'on apporte l'or pur. Tous les nègres qui habitent sur ses rives boivent ses eaux. L'autre fleuve, appelé simplement le Nil, coule à l'orient et arrose toute la terre d'Égypte lors de son inondation qui arrive tous les ans. Aussi les livres saints l'appellent Gihon (3).

Parmi les fleuves les plus célèbres de nos pays est l'*Euphrate*, qui descend de la montagne « Pranasos » (4), au-dessus de Théodo(sio)polis dans la petite Arménie, et traverse la Syrie d'où il va au pays de Sennaar. *Le Tigre* descend des montagnes d'Amida, coule dans les montagnes du Kurdestan, traverse l'Assyrie et va au pays de Sennaar où il se mêle à l'Euphrate au-dessus de Maischan (5). Puis tous deux jettent dans la mer des Élamites les eaux qui leur restent après avoir arrosé tous ces pays.

retrouve plus développé dans Ahrens, *loc. cit.*, p. 47. Cf. Pline, *Hist. nat.*, VII, 13 et XVIII, 23. Enfin Strabon XVI, 42, attribue une propriété analogue au lac Σιρβώνις. D'après saint Basile, la mer Morte et le lac Σερβώνις, situé entre la Palestine et l'Égypte, sont privés de poissons. (*In hexaem.*, hom. IV, 4.)

(1) Cette traduction est imposée par le passage correspondant du *Livre des rayons* (*Hebraïca*, p. 55) : ܘܗܝ ܕܓܝܚܘܢ ܗܘ ܕܢܓܕ ܒܟܘܫ ܘܡܨܪ ܗܘ ܫܝܚܘܪ. *Le Gihon, ou le Nil, arrose la terre des Kouschites et l'Égypte; on l'appelle Schihor* (noir). C'est l'hébreu שִׁחוֹר, Jérémie, II, 18.

(2) Ce doit être le χρεμέτης d'Aristote, *Météorol.*, I, XIII, (21). On le retrouve dans l'*hexaemeron* de saint Basile, hom. III, éd. Gaume, t. I, p. 39. — Ibn Khaldoun (*Notices*, XIX, I, p. 97), dit que le Nil prend sa source dans une montagne, située à 60° au sud de l'équateur, et que de là part aussi *le Nil des noirs* (le Niger) qui coule vers l'ouest et se jette dans l'Atlantique.

(3) גִּיחוֹן, Genèse, II, 13. Cf. Land, *Anecd. syr.*, I, 24.

(4) Cf. Maçoudi, *Av. et Rev.*, p. 79. Cette montagne est appelée dans *les Prairies d'or*, t. I, p. 214, أفردحس (Afradohos) et par Ibn Sérapion أقردخس (Akradkhos) par une simple addition de points diacritiques. M. de Gœje se rallie à cette dernière leçon et voit dans ce mot une altération de Καρδοῦχοι. Nous proposons de voir ici la montagne Παρυάδης, qui est située en Arménie au-dessus de Théodosiopolis. Cf. Ptolémée, *Géographie*, V, XIII, 5, 9. — Les mss. B et C portent « Afranasos ».

(5) Dans Land, Tigre est donné comme un nom de l'Euphrate, ܕܓܠܬ ܗܝ, *loc. cit.*

Le Phison descend des montagnes du nord de la Turquie; il descend au sud et arrose toute la terre de Ḥevilah (1) qui est l'Inde extérieure. Les Grecs l'appelent l'Indus et les Indous Moukran (2).

Un autre fleuve sort aussi de ces montagnes, passe au nord de la terre des Sogdiens et verse ses eaux dans la mer d'Hyrcanie. On l'appelle en Asie le Giḥoun (l'Oxus). Dans la mer d'Hyrcanie se jette aussi l'Héthli (3) qui descend des montagnes situées au nord des Scythes.

[**139**] De ces mêmes montagnes descend un fleuve également très grand, nommé Phasis (4), qui jette ses eaux dans le Pont, et la montagne d'où il sort est appelée Caucase. On raconte qu'elle est plus élevée que toutes les montagnes du nord, et que, pendant quelques heures de la nuit seulement, on ne voit pas le soleil du haut de cette montagne (5).

Des montagnes de Cappadoce descend le fleuve *Géḥon* (6), il entre en Cilicie et se jette dans la mer Adrias.

Dans la même mer se jettent encore deux grands fleuves, le Tartessos et l'Istros (7), qui descendent des Pyrénées, montagnes situées vers l'ouest. Au pays de Cousch commencent aussi les

(1) Cf. Genèse, II, 11.

(2) Maçoudi écrit : « Le Mihran (مهران) ou Indus », *Notices*, VIII, p. 152 et, *les Prairies d'or* (trad. Barbier de Meynard), t. I, p. 204, 207, 239. Pour Ibn Khaldoun, *Notices*, XIX, I, 124, Mekran est le nom d'une province de l'Inde. — Bar-Hebræus a confondu ces deux noms.

(3) C'est le Volga appelé par Ibn Khaldoun Itil. Cf. Maçoudi, *Notices*, VIII, 154, où il dit que le fleuve des Khazars traverse la capitale nommée Atel (اتل).

(4) Sur ce fleuve bien connu, cf. Arrien, *Géogr. Min.*, t. I, p. 375-377.

(5) Cette phrase est dans Aristote, *Météorol.*, I, XIII, 17.

(6) Bar-Hebræus nous donne ainsi trois Géḥon. Le Giḥon de la Bible est le Nil, mais il y a encore deux fleuves de ce nom en Asie. Cf. Nöldeke, *Z. D. M. G.*, 1891, 1er cahier, p. 160 et 1890, 4e cahier, p. 699. Pour Ibn Khaldoun, *Notices*, XIX, I, 143, « le fleuve Djihon (Géhon) sort de l'Arménie..., se dirige d'abord vers le sud, puis il traverse le Daroub, passe devant Tarsous, et tombe dans la mer Romaine au midi de Seloukija (c'est le Pyrame) ».

(7) Ces deux noms se trouvent dans Aristote, *Météorol.*, I, XIII, 19, et saint Basile *in hexaem.*, III, 6, éd. Gaume, I, p. 39. Des géographes grecs croyaient aussi que l'Ister (Danube) se jetait partiellement dans l'Adrias (Adriatique), Aristote, *De mirabil. ausc.*, CV; Scylax, *Géogr. Min.*, I, 26; Scymnus, *ibid.*, I, 203. Ces auteurs regardaient le Quielo en Istrie comme une branche du Danube.

fleuves Αἰγών et Νύσης (1). On raconte que dans l'Espagne intérieure, il y a un fleuve nommé BTOS (Bœtis?) (2) dont les eaux coulent pendant les six premières heures du jour et dont le lit est à sec pendant le reste de la journée ; et un fleuve qui est à sec pendant six heures et dont les eaux coulent abondantes durant la septième ; et un fleuve à sec durant six jours et coulant le septième. On raconte aussi d'une rivière qu'elle entraîne avec une grande force du sable sec et ne peut être traversée ni à pied ni en bateau. Mais on peut la traverser le samedi jusqu'au coucher du soleil, son sable s'étant solidifié comme de la terre ferme.

SEPTIÈME SECTION

DIVERSES DIVISIONS DE LA TERRE.

On trouve dans les livres des Hébreux trois divisions de la terre en latitude, d'après le nombre des enfants de Noé : le sud où sont les noirs, le nord où sont les blancs et le milieu où se trouvent les hâlés. La première est la part de Cham, la seconde [**140**] celle de Japhet et la troisième celle de Sem. Les Indous la divisent en neuf parties en longitude et en latitude : l'orient, l'occident, le nord, le midi, le nord-est, le nord-ouest, le sud-ouest, le sud-est, et le milieu de tout. Afridoun, athlète (3) persan, la divisa, en longitude, en trois parties d'après ses trois fils (4),

(1) Se trouvent dans Aristote, *Météorol.*, I, XIII, 21, et dans saint Basile, *loco citato*.

(2) Sur les prodiges suivants, cf. Josèphe, *De Bell. Jud.*, VII, v, 1, mais surtout : British Museum, Oriental ms. n° 3337, fol. 149-150, où l'on trouve tout ce que nous donne ici Bar-Hebræus, avec quelques variantes, sous le titre de ...ܐܪܥܐ ܕܚܕ ܡܢ ܐܪܥܬܐ ܕܡܥܪܒܐ ܕܐܣܦܢܝܐ, le fleuve ܒܛܘܣ est appelé ܓܒܝܟܣ. Le texte de Bar-Hebræus se trouve encore chez Jacques de Bartela, *le Livre des trésors*, p. 31-33. — On ne peut voir ici le fleuve Βαῖτις de Ptolémée (*Géographie*, VI, 16,3) qui est situé en Chine. Cf. *Al-Huwarizmi* par M. C.-A. Nallino dans *Reale Acad. dei Lincei* 15 avril 1894, p. 44. M. Nallino publie actuellement l'*opus astronomicon* d'Al-Battani (Albategni) dont la comparaison avec Bar-Hebræus ne pourrait manquer d'être intéressante. La troisième partie, renfermant le texte arabe, est seule publiée (in-4°, Milan, 1899).

(3) Les Perses nomment leurs héros athlètes, پهلوان. *Al-Fergani*, p. 179. Toutefois, dans le persan ancien, ce mot signifiait *héros*.

(4) D'après une fable persane, la terre fut partagée entre les trois fils de *Féridoun : Salm* eut en partage le pays de Roum, *Toudj* celui des Turcs,

la partie orientale des Chinois, Indiens et Turcs, la partie occidentale des Grecs, des Romains et des Scythes, enfin celle du milieu des Syriens, des Arabes et des Perses. — Les *mages* la divisèrent en sept royaumes, à savoir : des Indous, des Arabes, des Syriens, des Perses, des Romains, des Turcs, des Chinois. — Les premiers Grecs la divisèrent en trois parties inégales : l'Asie, l'Europe et la Libye (1). L'Asie comprend tous les pays à l'orient de la mer Adrias. L'Europe comprend tous les pays au nord de la mer Adrias, et la Libye tous les pays au sud de cette mer. Et comme la première partie est plus grande que les deux autres, ils en détachèrent la Palestine, la Syrie, Assur, Babylone; ils appelèrent tout cela Asie Mineure, et le reste Grande Asie. — Les philosophes partagèrent la terre habitée en sept parties en latitude et pas en longitude, parce que c'est en conséquence du mouvement en latitude du soleil au nord et au sud qu'ont lieu les changements de l'année (saisons) et que croissent ou diminuent les jours et les nuits; le mouvement en longitude qui a lieu de l'orient à l'occident n'y fait rien, ces changements peuvent affecter tout le jour. [**141**] Ils appelèrent climat (2) chacune des sept parties. Et comme les pays habités ne sont pas bien connus depuis l'équateur jusqu'à la latitude de 12° 40', ils firent commencer le premier climat à cette latitude où le jour maximum est de douze heures et demie.

L'augmentation de l'heure pour le milieu d'un climat est de une demi-heure sur celui qui le précède, et la différence entre le jour du milieu du climat et celui de la fin est de un quart d'heure. On voit ainsi dès maintenant que le jour maximum au milieu du septième climat sera de seize heures, et de seize heures un quart à son extrémité extérieure. Ainsi tout climat s'étend, en longitude, de l'occident à l'orient, et, en latitude, dans sa plus petite dimension, du sud au nord.

et *Iredj* l'Irak. (Maçoudi, *Notices*, VIII, 148; *les Prairies d'or*, II, 114, et *Avert. et Revision*, trad., p. 59.)

(1) Cf. Jacques de Bartela, *le Livre des trésors*, p. 25-27.

(2) Moïse Bar Képha nous donne l'étymologie de ce mot climat : ܟܠܝܡܐ ܕܐܡܪ ܐܝܬ ܠܗ ܕܫܡܐ ܟܠܝܡܐ ܡܢ ܗܕ

HUITIÈME SECTION

VALEUR DES HEURES ET DES LATITUDES DES SEPT CLIMATS (1).

Le premier climat commence quand le jour maximum est de douze heures et demie et un quart, et la latitude, c'est-à-dire la hauteur du pôle nord, de 12° 2/3. En son milieu, le jour maximum est de 13 heures et la latitude 16° 1/2 1/8.

Le second climat commence quand le jour maximum est de 13 heures 1/4 et la latitude de 20° 1/4 1/5. En son milieu, le jour maximum est de 13 heures et demie et la latitude de 24° 1/2 1/6.

Le troisième climat commence quand le jour maximum est de 13 heures 1/2 1/4 et la latitude de 27° 1/2. [**142**] En son milieu, le jour maximum est de 14 heures et la latitude de 30° 2/3.

Le quatrième climat commence quand le jour maximum est de 14 heures et la latitude de 33° 1/2 1/8. En son milieu, le jour maximum est de 14 heures 1/2 et la latitude de 36° 1/5 1/6.

Le cinquième climat commence quand le jour maximum est de 14 heures 1/2 1/4 et la latitude de 39° moins 1/10. En son milieu, le jour maximum est de 15 heures et la latitude de 41° 1/4.

Le sixième climat commence quand le jour maximum est de 15 heures 1/4 et la latitude de 43° 1/4 1/8. En son milieu, le jour maximum est de 15 heures 1/2 et la latitude de 45° 1/4 1/10.

Le septième climat commence quand le jour maximum est de 15 heures 1/2 1/4 et la latitude de 47° 1/5. En son milieu, le jour maximum est de 16 heures un quart et la latitude de 50° 1/3.

L'heure du commencement d'un climat quelconque est celle de la fin du précédent. De même pour la latitude.

NEUVIÈME SECTION (2)

GRANDEUR DES JOURS DANS LES PAYS EN DEHORS DES CLIMATS.

Dans les pays en dehors des climats, c'est-à-dire au nord du septième climat, le nombre des heures du jour maximum croît

(1) Ptolémée ne donne pas ces climats, mais divise la terre habitée par une trentaine de parallèles (*Alm.*, II, 6). Il donne aussi le jour maximum et la latitude des lieux qui leur correspondent.

(2) Cette section et la précédente se trouvent dans Aboulféda, *Géographie*, trad. Reinaud, II, p. 10-12.

encore avec la latitude. [**143**] Ainsi le jour maximum est de dix-sept heures quand la latitude est de 54° plus une fraction; de 18 heures quand la latitude est de 58°, de 19 heures quand la latitude est de 61°; de 20 heures quand la latitude est de 63°; de 21 heures à 64° 1/2; de 22 heures à 65° et une fraction; de 23 heures à 66° [**144**] et de 24 quand la latitude est de 66° 25', c'est-à-dire le complément de la déclinaison maximum du soleil. Le jour maximum est de un mois à la latitude de 67° 1/4; de deux mois à

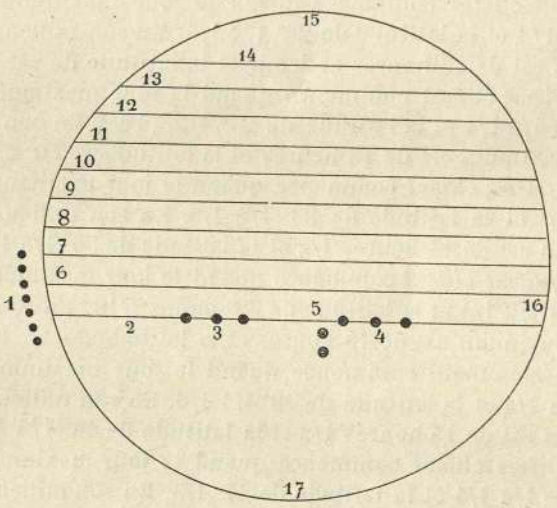


Fig. 20.

1. Les sept îles des Bienheureux. — 2. Équateur. — 3. Montagne d'argent, source du Nil; trois villes des nègres barbares au sud de l'Équateur, dans l'une desquelles est le siège de l'empire des Koufiens; ils sont anthropophages. — 4. Trois villes des Hindous sur l'équateur et une au sud; l'une des trois est Kandidah (Kankadid) sur la gibbosité et l'autre Samkout à l'extrémité est. Là sont de grandes îles. — 5. Dix-huit villes, d'après certains, entre l'équateur et le premier climat. — 6. Occident. — 7. Premier (climat). — 8. Second. — 9. Troisième. — 10. Quatrième. — 11. Cinquième. — 12. Sixième. — 13. Septième. — 14. Deux villes, d'après certains, après le septième climat au nord. Là se trouvent les Scythes sauvages. — 15. Nord. — 16. Est. — 17. Sud.

70° moins 1/4; de trois mois à 73° 1/2; de quatre mois à 78° 1/2; de cinq mois à 84°; de six mois à 90°, lieu où le pôle nord est au zénith. Quelques-uns placent la limite de la terre habitée à 66° de

latitude, d'autres à 63°. Cette dernière hypothèse est plus proche de la vérité (1).

La figure ci-contre montre les dimensions des climats en longitude et les terres désertes qui sont au nord et au sud. On voit sur cette figure les sept climats que nous avons énoncés.

DIXIÈME SECTION

OPINIONS AU SUJET DE LA LIGNE D'ÉGALITÉ (L'ÉQUATEUR TERRESTRE).

Les anciens et les modernes avaient deux opinions opposées au sujet de la possibilité d'habiter l'équateur. Quelques-uns pensèrent qu'en dehors des causes qui rendent l'habitation impossible, comme les montagnes, les collines, la prédominance des animaux féroces ou autre chose semblable, ce lieu est plus que tout autre favorable à la vie des hommes à cause de la mesure de sa température. On le voit par ce fait que le soleil ne demeure pas au zénith en ces lieux, à cause de la rapidité de son mouvement d'inclinaison, à l'inverse du lieu où sa latitude est égale à l'obliquité (de l'écliptique), [**145**] par exemple les points qui ont au zénith le commencement du Cancer, où le soleil demeure très longtemps près du zénith (2). Il arrive que le soleil au zénith échauffant (la terre), sa chaleur est plus que doublée à cause de sa continuité. C'est pour cela que la chaleur de l'été est plus grande dans le Lion qu'au commencement du Cancer qui est plus proche du zénith. De même la chaleur est plus grande dans l'après-midi qu'à midi même. De même l'égalité des jours et des nuits à l'équateur diminue la violence de la chaleur ou du froid par le mélange des deux. — Tels sont les arguments de la première opinion.

D'autres professent une seconde opinion et affirment que la chaleur est plus forte à l'équateur qu'en tout autre lieu, ce qui

(1) Gagmini (p. 262) adopte la première : à 64° vit un peuple Slave peu connu, dit-il, et à 66° se trouvent des habitants semblables à des animaux sauvages.

(2) Cette raison figure textuellement dans Ptolémée, *Almageste*, II, ch. VI. διὰ τὸ τὸν ἥλιον, μήτε τοῖς κατὰ κορυφὴν σημείοις ἐγχρονίζειν, ταχείας γινομένης τῆς περὶ τὰ ἰσημερινὰ τμήματα κατὰ πλάτος παραχωρήσεως, le soleil n'y demeurant pas longtemps vertical, attendu que, dans les équinoxes, le mouvement en latitude (en déclinaison) est rapide.

le rend inhabitable. Ils disent que cela résulte de ce que, si l'on considère un lieu dont la latitude est double de l'inclinaison maximum (1), quand le soleil est au commencement du Cancer, il est équidistant de ce lieu vers le sud et de l'équateur vers le nord. Il est alors à sa distance la plus petite, ou estivale, de ce lieu, et à sa distance la plus grande, ou hibernale, de l'équateur. Il faut donc que la chaleur estivale de ce pays soit égale à la chaleur hibernale à l'équateur, et si l'hiver y est tellement chaud, il est juste que les autres saisons le soient encore plus. Il en est bien ainsi, de sorte que la température (à l'équateur) est plus forte qu'en toute autre région.

Mais l'un des dialecticiens de notre temps répondit [**146**] qu'en des lieux également distants du soleil on n'a pas nécessairement même température pour l'été et l'hiver. En effet, la présence du soleil au-dessus de l'horizon à l'équateur où le jour n'est que de douze heures, est moindre que sa présence en un lieu de latitude non nulle durant l'été où les heures du jour maximum sont au nombre de seize. En conséquence, il convient que la chaleur estivale de ce lieu soit plus grande que la chaleur hibernale à l'équateur. Ce savant ne remarqua pas que si la présence prolongée du soleil au-dessus de la terre produisait simplement une élévation de température, il s'ensuivrait que la chaleur estivale du septième climat serait plus grande que celle du premier climat, ce qui n'est pas et ne sera pas. Ce qui est raisonnable, c'est que si nous comparons les diverses saisons de l'année à l'équateur, nous devons trouver entre elles une grande ressemblance, puisque, durant l'été, le soleil ne s'éloigne pas beaucoup de la position qui correspond à l'hiver. Il ne s'en éloigne en effet que d'une quantité égale à l'inclinaison maximum, tandis que pour les autres lieux il s'en éloigne du double de cette inclinaison (2); en conséquence les saisons se ressemblent plus à l'équateur; et parce que, durant toute l'année, le soleil est ou bien au zénith ou bien dans les environs du zénith, il y fera donc plus chaud que dans tout autre lieu. On le reconnaît à la noirceur de la peau, à la raideur des cheveux, à la dureté du caractère des Couschites qui habitent près de l'équateur dans le premier climat. Et un

(1) De l'obliquité de l'écliptique.

(2) Par exemple le soleil est au solstice d'été à 25° 23′ du parallèle de Paris (48° 50′ — 23° 27′). Il en est, au solstice d'hiver, à 72° 17′. La différence des deux positions du soleil est de 46° 54′, le double de l'obliquité de l'écliptique, que Bar-Hebræus appelle l'inclinaison maximum.

homme illustre de nos contemporains dit avec vérité (1) : [147] Comment pourrait donc être tempéré un pays où le soleil fait bouillonner deux fois par an le cerveau des habitants?

En effet, si l'on fait dépendre la mesure de l'état de l'air (la température) de l'égalité des jours et des nuits, personne ne discutera sur la température à l'équateur, et il serait absurde d'y demander une chaleur modérée.

En un mot, le grand nombre des habitations et des habitants dans les sept climats suffit à montrer qu'ils sont aptes à être habités plus que toutes les terres en dehors d'eux, et celui du milieu, le quatrième, l'emporte encore sur tous, parce qu'il est également éloigné de la chaleur brûlante et du froid aigu qu'on trouve aux deux extrémités.

CHAPITRE SECOND

Diversité de l'aspect du ciel aux divers lieux de la terre.

Il y aura six sections.

PREMIÈRE SECTION

PROPRIÉTÉS DE L'ÉQUATEUR.

En tous les points de l'équateur, le plan de l'horizon divise en deux parties égales l'équateur et tous les cercles parallèles, car les deux pôles de l'équateur sont sur l'horizon; il n'y aura donc pas en ces lieux des étoiles constamment visibles ou constamment cachées, mais chacune aura un lever et un coucher [148] et sera aussi longtemps au-dessus de la terre qu'en dessous.

Le jour est constamment de douze heures ainsi que la nuit, parce que, en vertu du mouvement de l'univers, le soleil se meut des deux côtés de l'équateur dans les plans des cercles parallèles, et comme les arcs de ces cercles situés au-dessus de l'horizon sont égaux aux arcs situés en dessous, il s'ensuit que les temps de visibilité ou non-visibilité du soleil sont égaux (2).

(1) Mot à mot : donna proprement et dit.
(2) Cf. Jacques de Bartela, *le Livre des trésors*, p. 19-21.

Parmi les propriétés de ces points figure encore l'égalité des ombres méridiennes du soleil quand il est au commencement du Cancer ou du Capricorne. Je parle de l'ombre des objets verticaux.

Quand le soleil est aux équinoxes, l'ombre méridienne est nulle pour tous les points de l'équateur, car le soleil passe alors à leur zénith. Parmi les propriétés de ces points, citons encore l'égalité entre les élévations des pôles du zodiaque au-dessus de la terre et leurs abaissements au-dessous. Pour le pôle nord, l'élévation maximum a lieu quand le commencement du Capricorne est au méridien et l'abaissement maximum quand c'est le commencement du Cancer. C'est l'inverse pour le pôle austral. De plus, la distance au zénith (quand il passe au méridien) est égale à l'inclinaison totale (1) et le maximum de ces deux quantités est le même. Quant aux abaissements des pôles du zodiaque au-dessus ou au-dessous de la terre, quand le commencement de la Balance est au méridien, le pôle nord du zodiaque se lève et le pôle sud se couche; c'est l'inverse au commencement du Bélier. En douze heures, la moitié nord du zodiaque passe au méridien, c'est alors le pôle austral qui est visible. En douze heures [**149**] passe aussi la moitié sud, et c'est alors le pôle boréal qui est visible. Et comme en un lieu quelconque l'été commence quand le soleil est le plus près possible du zénith et l'hiver quand il en est le plus loin possible, deux étés commencent à l'équateur, aux moments où le soleil est au commencement du Bélier ou de la Balance, puisque, à ces deux moments, le soleil passe au zénith. De même, deux hivers commencent quand le soleil est au commencement du Cancer ou du Capricorne, puisque, en ces deux tropiques, le soleil est à la distance maximum du zénith. Et comme entre l'été et l'hiver se trouve l'automne (2) et entre l'hiver et l'été le printemps, il y a en tout huit saisons.

Comme l'équateur n'est pas incliné sur le zénith, on l'appelle lieu de la sphère droite (3).

(1) C'est la déclinaison du point de l'écliptique où est le soleil.
(2) Les deux mois de Teschri : octobre et novembre.
(3) Ptol., *Alm.*, VII, 1, περὶ τὴν ὀρθὴν καὶ τὴν ἐγκεκλιμένην σφαῖραν.

SECONDE SECTION

PROPRIÉTÉS DES RÉGIONS SITUÉES AU NORD DE L'ÉQUATEUR.

Nous avons déjà montré que les sept climats sont situés entièrement au nord de l'équateur; aussi, pour tous, l'équateur est incliné sur le zénith vers le midi, et, à cause de cela, on les appelle « à horizons inclinés ».

Le plan de l'horizon d'un lieu quelconque partage l'équateur en deux parties égales, [**150**] parce que ce sont deux grands cercles, et les parallèles à l'équateur en deux parties inégales. Les arcs de ces parallèles situés au-dessus de l'horizon sont plus grands que ceux situés au-dessous pour tout l'hémisphère boréal; c'est l'inverse pour les arcs de l'hémisphère austral.

En conséquence, tant que le soleil est dans les signes boréaux le jour est plus grand que la nuit; l'excès de temps pendant lequel il est au-dessus de la terre est proportionnel à la grandeur de l'arc supérieur du parallèle que décrit le soleil, et le temps durant lequel il est sous la terre est proportionnel à la petitesse du reste de ce parallèle. Il en est de même dans les signes austraux pour le temps plus long durant lequel il est au-dessous de l'horizon et le temps plus court durant lequel il est au-dessus. Pour deux parallèles également éloignés de l'équateur et situés de part et d'autre, l'arc supérieur de l'un est égal à l'arc inférieur de l'autre, ainsi le jour qui correspond à la fin du quinzième degré du Bélier est égal à la nuit qui correspond à la fin du quinzième degré des Poissons et, de même, le jour maximum qui correspond au commencement du Cancer est égal à la nuit maximum du commencement du Capricorne. Pour deux parallèles boréaux, le rapport de la partie visible à la partie cachée de celui qui est le plus éloigné de l'équateur est plus grand que ce même rapport pour l'autre parallèle. Et ainsi de proche en proche la partie visible augmente avec la distance (à l'équateur) jusqu'à ce que ces parallèles dépassent le cercle qui est tangent à l'horizon en dessus et dont aucune partie n'est cachée, ce cercle est toujours visible avec l'étoile qu'il porte. C'est l'inverse pour les parallèles austraux. L'arc situé sous l'horizon augmente avec la distance à l'équateur [**151**] jusqu'à ce que ces parallèles dépassent le cercle tangent à l'horizon en dessous. Aucun arc de ce cercle n'est visible, il est toujours caché avec l'étoile qu'il porte.

TROISIÈME SECTION

PROPRIÉTÉS DES LIEUX DONT LA LATITUDE EST MOINDRE QUE LE COMPLÉMENT DE L'OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE (1).

Les lieux dont la latitude est moindre que 66° sont divisés en trois régions, selon que leur latitude est moindre que l'obliquité de l'écliptique, ou égale à cette obliquité, ou plus grande mais moindre que son complément.

Première région. — Dans les lieux dont la latitude est moindre que 24°, le soleil passe deux fois au zénith sur le cercle méridien, une fois avant le commencement du Cancer, quand il arrive au degré dont l'inclinaison (sur l'équateur) est égale à la latitude du lieu, et une autre fois quand, après le Cancer, il revient à la même inclinaison. Il est évident que ces deux points sont équidistants du commencement du Cancer et font partie des signes boréaux du zodiaque.

Alors s'annulent les ombres méridiennes des objets et les deux pôles du zodiaque sont sur l'horizon. Quand le soleil se meut de son mouvement direct entre les deux points dont nous avons parlé, les ombres penchent au midi, et pendant que cet arc passe au méridien dans le mouvement diurne rétrograde, le pôle austral du zodiaque est visible et le pôle boréal est caché. Quand le soleil se meut de son mouvement direct en dehors des deux points dont nous avons parlé, les ombres sont inclinées vers le nord, et pendant que cet arc [**152**] passe au méridien dans le mouvement diurne, le pôle nord est visible, et le pôle sud caché. En ces lieux il y a huit saisons de durées inégales; car l'arc compris entre le premier été et l'hiver qui le suit, au commencement du Cancer, est égal à l'arc compris entre cet hiver et le second été,

(1) M. Payne Smith traduit : De rebus quæ iis terris propriæ sunt quarum latitudo minor est quam *tota solis declinatio* e linea æquatoria. (*Catal. des mss. syr. d'Oxf.*) Il ne traduit pas ܟܠ ܫܡܫܐ et traduit mal ܕܟܝܢ. De plus, il donne en note : ܕܟܝܢ ܕܫܡܫ ܪܝܫ revera est *linea ecliptica* quæ Solis declinationis ultimus terminus est. — Mais *la ligne écliptique* est le grand cercle que le soleil paraît décrire en une année. Ce grand cercle coupe l'équateur aux deux points équinoxiaux. Quand le soleil s'éloigne de l'équinoxe du printemps, sa distance à l'équateur (ܪܝܫ), nulle d'abord, augmente constamment jusqu'au solstice d'été où elle atteint son maximum (ܪܝܫ ܕܫܡܫ), qui est de 23° 27′; c'est *l'obliquité de l'écliptique.*

mais il est plus petit que l'arc compris entre le second été et l'hiver qui le suit au commencement du Capricorne, parce que le commencement du Cancer est plus près du zénith que le commencement du Capricorne, à cause de la latitude boréale du lieu considéré.

Seconde région. — Dans les lieux dont la latitude est égale à l'obliquité de l'écliptique (maximum), le soleil passe une fois au zénith quand il est au commencement du Cancer. Alors les ombres méridiennes s'annulent. Le reste de l'année les ombres sont inclinées au nord. Le pôle nord du zodiaque est constamment visible et le pôle austral constamment caché; ils touchent l'horizon une fois par jour, le pôle boréal en dessus et le pôle austral en dessous, au moment où le commencement du Cancer est au zénith. Comme le soleil ne passe qu'une fois au zénith, les saisons ne sont pas doublées, mais sont au nombre de quatre.

Troisième région. — Dans les lieux dont la latitude est plus grande que l'obliquité de l'écliptique, mais moindre que son complément comme dans nos pays, le soleil ne passe jamais au zénith, mais reste constamment au sud. Il y a deux hauteurs (remarquables), la plus grande au commencement du Cancer et la plus petite au commencement du Capricorne, [**153**] au moment où ces deux points passent au méridien. La plus grande est la somme de l'inclinaison totale et du complément de la latitude du lieu. La plus petite est l'excès du complément de la latitude sur l'inclinaison totale. Le pôle nord (1) est à sa plus grande hauteur quand le commencement du Capricorne est au méridien, et à sa moindre hauteur quand c'est le commencement du Cancer; si la latitude de l'une des sept planètes est précisément égale à l'excès de la latitude (géographique) d'un lieu quelconque de cette région sur l'obliquité de l'écliptique, cette planète, quand sa latitude est boréale, passe une fois au zénith.

Et si l'excès dont nous venons de parler surpasse la latitude de la planète, celle-ci passe deux fois au zénith.

Le premier cas se présente pour la lune, dont la latitude maximum est de cinq degrés, dans les lieux de 29° de latitude (géographique) et le second aussi pour la lune dans les lieux de 26° de latitude.

(1) De l'écliptique.

QUATRIÈME SECTION

PROPRIÉTÉS DES LIEUX DONT LA LATITUDE EST ÉGALE AU COMPLÉMENT DE L'OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE (1).

Dans les lieux dont la latitude est de 66°, le parallèle sur lequel se meut le commencement du Cancer est toujours visible, et le parallèle du commencement du Capricorne est toujours caché.

En effet, comme le pôle nord de l'équateur est élevé de 66° sur l'horizon nord et que le pôle du zodiaque fait avec lui un angle de 24°, ce pôle nord du zodiaque sera au zénith quand il arrivera à sa hauteur maximum au méridien en vertu du mouvement diurne. [**154**] Alors le zodiaque avec ses douze signes sera sur l'horizon. L'ordre de ces signes est inverse, comme dans leur position en dessous de la terre (2); ainsi le commencement du Cancer est au nord, celui de la Balance à l'ouest, celui du Capricorne au sud et celui du Bélier à l'est. Dès que le pôle du zodiaque s'éloigne un peu du zénith vers l'occident, six signes du zodiaque, au milieu desquels est le commencement du Bélier, c'est-à-dire s'étendant du commencement du Capricorne à la fin des Gémeaux, se lèvent aussitôt à l'orient. Les six autres, au milieu desquels est le commencement de la Balance, c'est-à-dire du commencement du Cancer à la fin du Sagittaire, se couchent aussitôt à l'occident (3). Puis la moitié qui s'est levée subitement se couche peu à peu, chacun de ses 180° se couche sur l'un des 180° de l'horizon ouest, à partir du point sud jusqu'au point nord; quant à la moitié qui s'est couchée subitement, chacun de ses 180° se lève peu à peu sur chacun des 180° de l'horizon est, à partir du point sud jusqu'au point nord; après quoi le zodiaque se confond de nouveau avec l'horizon. Il est remarquable que la moitié du zodiaque se lève en un instant imperceptible, tandis que l'autre moitié met 24 heures à se lever. Cela tient à ce que, sur la moitié du cercle du mouvement diurne, pendant que le commencement du

(1) M. Payne Smith traduit : It. terris, quarum latitudo fini totius declinationis æquiparat h. e. quæ sub tropico vel Cancri vel Capricorni sitæ sunt (*Catal. des mss. syr. d'Oxford*). C'est un contre-sens, puisqu'il s'agit, au contraire, des pays situés sous le cercle polaire arctique.

(2) L'ordre des signes du zodiaque suit la marche du soleil, il est donc opposé au mouvement diurne.

(3) Ce qui précède est dans Al-Fergani, ch. VII, p. 26.

Cancer monte du point nord qui est sur l'horizon jusqu'au méridien où sa hauteur est double de l'obliquité de l'écliptique vers le sud du zénith, pendant ce temps [**155**] le Cancer, le Lion et l'Épi se lèvent. Et durant l'autre moitié du mouvement diurne, pendant que le commencement du Cancer va du cercle méridien jusqu'au point nord qui est sur l'horizon et que sa hauteur diminue et s'annule, la Balance, le Scorpion et le Sagittaire se lèvent. Enfin comme, en tête du Cancer, le soleil ne se couche pas, les ombres font (ce jour-là) le tour des objets pendant qu'il décrit son cercle au-dessus de la terre.

CINQUIÈME SECTION

PROPRIÉTÉS DES LIEUX DONT LA LATITUDE EST PLUS GRANDE QUE LE COMPLÉMENT DE L'OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE ET MOINDRE QU'UN QUADRANT (1).

En tout lieu dont la latitude est plus grande que 66° et moindre que 90°, le commencement du Cancer est élevé au-dessus du point nord (de l'horizon) et ne le touche pas. En conséquence le (dernier) parallèle qui est constamment visible en ce lieu est plus grand que le parallèle du commencement du Cancer, et celui qui est toujours caché est plus grand que le parallèle du commencement du Capricorne (2). En conséquence le commencement du Cancer a deux hauteurs (extrêmes) : la plus grande est la somme de l'obliquité de l'écliptique et du complément de la latitude du lieu, elle est atteinte au-dessus de l'horizon sud. Et la plus petite, atteinte au-dessus de l'horizon nord, est l'excès de la latitude du lieu sur le complément de l'obliquité de l'écliptique. Par exemple : pour une latitude de 70° le pôle sud de l'équateur est de 70° en dessous de l'horizon et l'équateur s'élève de 20° au-dessus de l'horizon sud. En ajoutant à ces 20° les 24° de l'obliquité de l'écliptique, on obtient 44° pour la hauteur maximum du commencement du Cancer au-dessus de l'horizon sud. [**156**] De même le pôle nord de l'équateur étant élevé de 70° au-dessus de

(1) M. Payne Smith ne traduit toujours pas le mot ܦܠܓܐ, et fait un contre sens : It. terris, quarum latitudo major est quam tota declinatio sed minor quam quarta pars, scilicet circuli. (*Catal. des mss. syr. d'Oxford.*)

(2) C'est-à-dire : ces deux parallèles sont situés entre les tropiques.

l'horizon nord, l'équateur lui-même sera de 20° en dessous, et, comme l'inclinaison maximum du commencement du Cancer sur l'équateur est de 24° (1), il restera seulement 4° pour sa hauteur au-dessus de l'horizon nord. A cette latitude de 70°, le premier parallèle qui est constamment visible coupe le zodiaque en deux points du côté du pôle nord de l'équateur et celui qui est constamment caché le coupe en deux autres points du côté du pôle sud; ainsi le zodiaque est partagé en quatre arcs. L'un est

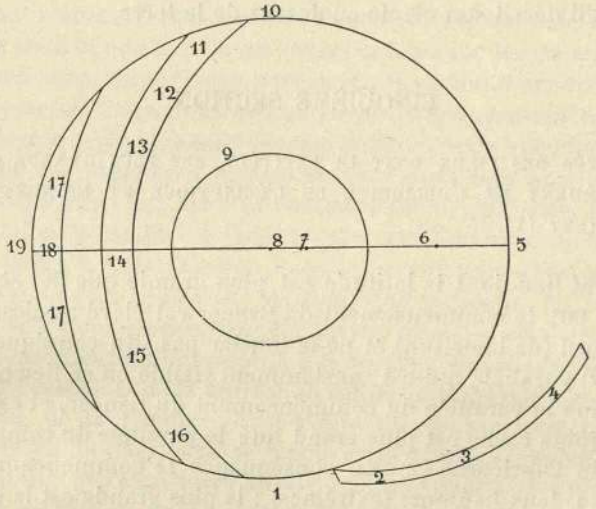


Fig. 21.

1. Est. — 2. Balance. — 3. Scorpion. — 4. Sagittaire. — 5. Nord. — 6. Pôle du zodiaque. — 7. Zénith. — 8. Pôle de l'équateur. — 9. Parallèle. — 10. Occident. — 11. Bélier. — 12. Taureau. — 13. Gémeaux. — 14. Cancer. — 15. Lion. — 16. Épi. — 17. Équateur. — 18. Méridien. — 19. Sud.

toujours visible, ses extrémités touchent le dessus de l'horizon nord et ne sont jamais cachées. Cet arc va du commencement des Gémeaux à la fin du Cancer (2). Le deuxième est constamment caché. Les extrémités touchent le dessous de l'horizon sud et ne sont jamais visibles. Il s'étend du commencement du Sagittaire à la fin du Capricorne et les deux tropiques sont respectivement au milieu de ces deux arcs. Quant au troisième et au quatrième arc,

(1) C'est l'inclinaison maximum, ou l'obliquité de l'écliptique.

(2) Cela a lieu, selon Al-Fergani, à 69° 45′ de latitude. Dans tout ce chapitre Bar-Hebræus donne des nombres ronds. Cf. Al-Ferg., p. 27.

ils se lèvent et se couchent; cependant le troisième se lève d'un mouvement rétrograde (1) et se couche d'un mouvement direct, il s'étend du commencement du Verseau à la fin du Taureau, tandis que le quatrième se lève d'un mouvement direct, se couche d'un mouvement rétrograde et s'étend du commencement du Lion à la fin du Scorpion. Enfin ces deux derniers arcs sont partagés en deux parties égales par les points équinoxiaux. Afin que tout cela soit clairement exposé, on nous permettra d'allonger ce chapitre et de dire : Quand le commencement du Cancer est arrivé à sa hauteur (2) australe, le pôle boréal du zodiaque est à sa plus petite hauteur au nord, le commencement de la Balance se lève à l'orient [**157**] et celui du Bélier se couche à l'occident, la moitié supérieure des signes du zodiaque depuis le commencement du Bélier jusqu'à la fin de l'Épi est située vers le sud, de l'occident à l'orient dans le sens direct, comme le montre la figure ci-jointe (*fig.* 21), puis le commencement du Cancer descend du cercle méridien vers le nord-ouest, le pôle nord du zodiaque monte vers l'est, la Balance et le Scorpion se lèvent dans le sens direct jusqu'à ce que le commencement du Sagittaire touche l'horizon au point sud pour se coucher, parce que les 60° de la Balance et du Scorpion se lèvent sur tout le quadrant est-sud de l'horizon (3). Le Bélier et le Taureau se couchent aussi dans le sens direct [**158**] jusqu'à ce que la fin du Taureau touche l'horizon au point nord pour se lever (4), parce que les 60° du Bélier et du Taureau se couchent sur tout le quadrant ouest-nord de l'horizon, et la moitié visible des signes du zodiaque, depuis le commencement des Gémeaux jusqu'à la fin du Scorpion, est située vers l'occident depuis le nord jusqu'au midi, comme le montre la seconde figure (*fig.* 22).

(1) C'est-à-dire : le premier signe du zodiaque se lève le dernier. On sait que l'ordre des signes est donné par les deux vers suivants :

Sunt, Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

(2) Méridienne.

(3) Car quatre signes : les Gémeaux, le Cancer, le Sagittaire et le Capricorne, sont constamment visibles ou constamment cachés à cette latitude, c'est-à-dire ne se lèvent ni ne se couchent. Les huit autres signes du zodiaque se lèvent donc sur les 360° de l'horizon, c'est-à-dire deux par quadrant.

(4) Ou se coucher. La fin du Taureau se couche au méridien. Elle est donc alors à sa plus petite hauteur et commence immédiatement à remonter, c'est-à-dire à se lever.

Ensuite, tandis que le commencement du Cancer descend jusqu'à ce qu'il arrive à sa plus petite hauteur sur le cercle méridien vers le nord, le pôle du zodiaque s'élève à sa plus grande hauteur méridienne vers le sud. Le commencement des Gémeaux qui touche l'horizon et ne se couche pas commence à monter; avec lui se lève au point nord la fin du Taureau qui le suit, puis

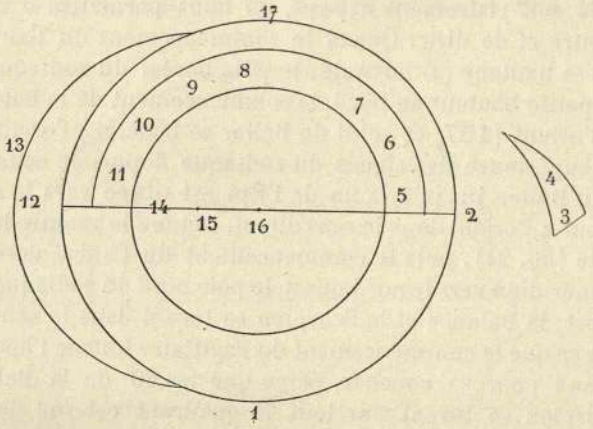


Fig. 22.

1. Est. — 2. Nord. — 3. Bélier. — 4. Taureau. — 5. Gémeaux. — 6. Cancer. — 7. Lion. — 8. Épi. — 9. Balance. — 10. Scorpion. — 11. Sagittaire. — 12. Sud. — 13. Horizon. — 14. Méridien. — 15. Zénith. — 16. Pôle de l'équateur. — 17. Occident.

son commencement; puis la fin du Bélier, puis son commencement au point est. Car les 60° du Taureau et du Bélier se lèvent sur tout le quadrant nord-est. [**159**] Et, à cause de l'élévation des Gémeaux, le commencement du Sagittaire qui touche l'horizon et ne se lève pas descend, et après lui se couche au point sud la fin du Scorpion qui le suit, puis son commencement, puis la fin de la Balance, puis son commencement, jusqu'à ce que la fin de l'Épi arrive au point ouest, parce que les 60° du Scorpion et de la Balance se couchent sur tout le quadrant sud-ouest.

La moitié supérieure des signes du zodiaque depuis le commencement du Bélier jusqu'à la fin de l'Épi se trouve du côté nord, et se meut contre leur ordre aussi bien qu'en dessous de la terre, comme le montre cette troisième figure (*fig.* 23).

Puis le commencement du Cancer, partant de sa plus petite

hauteur (du méridien), monte vers l'orient, et le pôle du zodiaque, de sa plus grande hauteur, descend vers l'occident.

[**160**] La fin des Poissons se lève au point est, puis leur commencement (puis la fin du Verseau, puis son commencement) au point sud, parce que les 60° des Poissons et du Verseau se lèvent sur tout le quadrant sud-est. La fin du Capricorne touche l'horizon au point sud et ne se lève pas. La fin de l'Épi se couche au point nord, puis son commencement; puis la fin du Lion, puis son commencement au nord. Car les 60° de l'Épi et du Lion se couchent

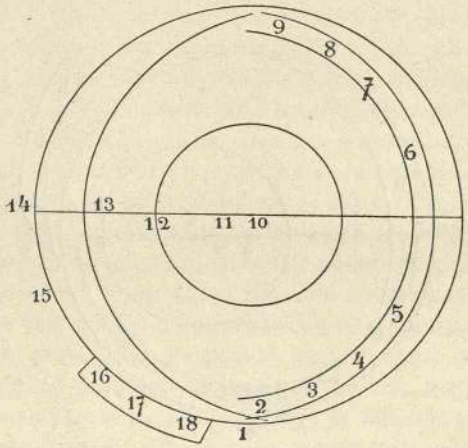


Fig. 23.

1. Est. — 2. Bélier. — 3. Taureau. — 4. Gémeaux. — 5. Cancer. — 6. Lion. — 7. Épi. — 8. Balance. — 9. Scorpion. — 10. Pôle de l'équateur. — 11. Zénith. — 12. Pôle du zodiaque. — 13. Méridien. — 14. Sud. — 15. Horizon. — 16. Capricorne. — 17. Verseau. — 18. Poissons.

sur tout le quadrant nord-ouest de l'horizon; la fin du Cancer touche l'horizon au point nord et ne se couche pas.

Et la partie supérieure des signes du zodiaque depuis le commencement du Verseau jusqu'à la fin du Cancer est du côté de l'est, du sud jusqu'au nord, comme le montre cette quatrième figure (*fig.* 24).

Puis le commencement du Cancer monte encore et arrive à sa plus grande hauteur sur le méridien sud, tandis que le pôle du zodiaque descend [**161**] jusqu'à sa plus petite hauteur sur le méridien nord. Le commencement du Lion se lève au point nord, puis sa fin; puis le commencement de l'Épi, puis sa fin, qui est le

commencement de la Balance, au point est. Car les 60° du Lion et de l'Épi se lèvent sur tout le quadrant nord-est. Le commencement du Verseau se couche, puis sa fin, puis le commencement des Poissons, puis leur fin, qui est le commencement du Bélier, au point ouest. Car les 60° du Verseau et des Poissons se sont couchés sur tout le quadrant sud-ouest. Et la partie visible des signes du zodiaque, depuis le commencement du Bélier jusqu'au commencement de la Balance, est du côté sud, de l'ouest à l'est, comme dans la première position.

Les figures ont montré qu'aux latitudes supérieures à 66° et in-

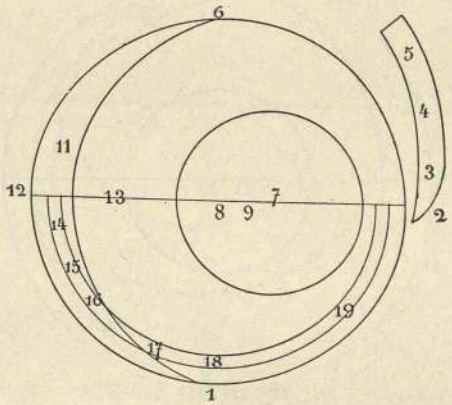


Fig. 24.

1. Est. — 2. Nord. — 3. Lion. — 4. Épi. — 5. Balance. — 6. Ouest. — 7. Pôle de l'équateur. — 8. Zénith. — 9. Pôle du zodiaque. — 10. Parallèle. — 11. Équateur. — 12. Sud. — 13. Méridien. — 14. Verseau. — 15. Poissons. — 16. Bélier. — 17. Taureau. — 18. Gémeaux. — 19. Cancer.

férieures à 90° les Gémeaux et le Cancer sont toujours visibles, le Sagittaire et le Capricorne qui leur sont opposés sont toujours cachés. Le Lion, l'Épi, le Scorpion et la Balance se lèvent dans le sens direct et se couchent dans le sens inverse. Le Verseau, les Poissons, le Bélier et le Taureau, qui leur sont opposés, se lèvent en sens inverse et se couchent dans le sens direct. Quand le soleil est sur le premier arc, aux Gémeaux et dans le Cancer, il ne se couche pas et donne ainsi un grand jour de deux mois.

Et quand il est sur le second arc dans le Sagittaire et le Capricorne, il ne se lève pas et il y a une grande nuit de deux mois. Ainsi, avec la latitude du lieu, croissent les jours et les nuits.

SIXIÈME SECTION

PROPRIÉTÉS DU LIEU QUI A POUR LATITUDE UN QUART DE CERCLE.

Cette latitude de 90° ne convient qu'à un seul lieu, celui qui a le pôle nord de l'équateur au zénith. [**162**] Ici l'équateur tombe sur l'horizon et tourne sur lui comme une roue. La moitié du zodiaque, c'est-à-dire les six signes boréaux, est constamment au-dessus de la terre et les six autres signes sont toujours en dessous. Aussi quand le soleil parcourt les signes du Bélier à la Balance, durant six mois, règne un jour continu. Et durant les six autres mois, pendant qu'il va de la Balance au Bélier, règne une nuit continue. Ainsi l'année entière ne forme qu'un seul jour. On ne peut pas distinguer sur l'horizon le levant et le couchant, parce que, quand le soleil est au Bélier et commence à apparaître, il ne le fait pas en un point déterminé, mais en un endroit quelconque; en effet, le soleil au Bélier parcourt tout l'horizon en vertu du mouvement diurne, il en fait autant au commencement de la Balance avant de se cacher. D'après ce qui a été dit dans ce chapitre, on voit qu'il y a trois espèces de mouvement pour l'équateur, l'un droit pour les points de l'équateur lui-même (1), le second incliné pour les points dont l'horizon est incliné, enfin le troisième *en forme de roue* (2) pour la latitude de 90°. Et ici la plus grande hauteur du soleil au-dessus de l'horizon est égale à l'obliquité de l'écliptique. De même pour sa descente en dessous de l'horizon.

CHAPITRE TROISIÈME

Des ascensions et de leurs propriétés (3).

Il y aura huit sections.

(1) Il s'agit, semble-t-il, du mouvement de l'équateur et des parallèles par rapport à l'horizon. Il a lieu à angle droit pour les points situés sur l'équateur, car leur horizon passe par la ligne des pôles.

(2) Cf. Jacques de Bartela, *Le livre des trésors*, p. 22 : « Le mouvement a lieu comme celui de l'axe d'une meule ».

(3) Ce chapitre contient le développement des chapitres X et XI d'Al-Fergani, في مطالع البروج, De ascensionibus signorum (zodiaci), ch. X,

[163] PREMIÈRE SECTION

DU LEVER ET DE CE QUI S'Y RAPPORTE.

« Le lever » est la partie du zodiaque qui est sur l'horizon est, et « le coucher » est la partie située sur l'horizon ouest. Le septième (signe) après le lever, le dixième qui est situé sur le méridien au milieu du ciel et le point diamétralement opposé qui est le quatrième signe situé sous la terre, ces quatre points (1) sont appelés pivots (2).

L'arc diurne du soleil est l'arc d'équateur qui s'élève (au-dessus de l'horizon), depuis le lever jusqu'au coucher du soleil. La moitié de l'arc diurne est l'arc d'équateur qui monte depuis le lever du soleil jusqu'à son passage au méridien.

Et l'arc parcouru sur l'intersphère est la partie de l'arc diurne comprise entre le soleil et l'horizon. L'excès de *l'arc parcouru* est la partie de l'arc diurne comprise entre le soleil et le méridien, de sorte que *l'arc parcouru* avec son excès égale la moitié de l'arc diurne.

Les ascensions (3) sont les degrés de l'équateur qui montent dans le mouvement diurne avec les degrés du zodiaque. Ces derniers sont appelés degrés d'égalité (4), parce que les degrés d'un signe sont en même nombre que ceux du signe voisin, à savoir trente pour chacun ni plus ni moins. On démontre que les ascensions d'un signe ne sont pas toujours égales à celles des autres, parce que les ascensions changent avec les horizons : celles qui ont lieu à l'équateur sont appelées ascensions de la sphère droite, [164] pour le reste de la terre, elles prennent le nom du lieu au-dessus duquel elles s'élèvent.

trad. Golius, p. 39. Dans Ptolémée, *Alm.*, II, ch. VII. — M. Payne Smith traduit : De stellarum ortibus, ce qui n'est pas le sujet du chapitre.

(1) Ils portent chez les Grecs les noms de ἀνατολή, δύσις, μεσουράνημα, ὑπόγειον. Cf. Ptolémée, *Alm.*, VIII, IV. — Firmicus Maternus, II, XIII, XVII, XVIII. — Sévère Sabokt, *Traité sur l'astrolabe plan*, p. 97.

(2) En latin *Cardines*. Cf. Sédillot, *Prolégomènes d'Oloug Beg*, II, p. 195.

(3) Cette définition n'est dans aucun traité moderne. Ebn-Younis donne les formules necessaires pour déterminer l'ascension. Delambre, *Histoire de l'astronomie au moyen âge*, p. 134.

(4) Aboul Hassan (XIII^e siècle) leur donne le même nom. Del., *ibidem*, p. 185.

DEUXIÈME SECTION

DES ASCENSIONS A L'ÉQUATEUR.

A l'équateur, un quadrant du zodiaque, compris entre un équinoxe et un tropique, monte en même temps qu'un quadrant de l'équateur céleste.

En effet, dès que le point équinoxial qui, sur l'horizon, était commun à l'équateur et au zodiaque, arrive au zénith, c'est-à-dire au pôle de l'horizon, alors l'horizon passe aussi nécessairement par les pôles de l'équateur et du zodiaque et coupe ces deux cercles à angle droit. Sur chacun d'eux il y a un quadrant entier entre l'horizon et le cercle méridien, et de plus, les deux tropiques sont situés sur l'horizon. Ainsi les ascensions correspondant à 90° du zodiaque sont aussi de 90°. Les ascensions qui correspondent à des arcs de zodiaque moindres qu'un quadrant ne leur sont pas égales, à cause de l'inclinaison du zodiaque sur l'équateur; mais, avec un certain arc du zodiaque, par exemple avec un ou deux signes avant l'équinoxe ou après, montent des ascensions moindres que les degrés d'égalité (1); et, avec un signe ou moins d'un, avant ou après le tropique, montent des ascensions plus grandes que le nombre des degrés du zodiaque.

[165] En effet, dans le triangle formé par le Bélier et le Taureau quand ils s'élèvent, par leurs ascensions et par l'arc d'horizon qui joint les extrémités, l'angle compris entre l'équateur et l'horizon est droit, les deux autres angles sont aigus; l'arc formé par le Bélier et le Taureau est opposé à l'angle droit, et l'arc de leurs ascensions est opposé à un angle aigu (2), donc les ascensions sont moindres que les degrés sur le zodiaque. En revanche cette diminution pour les ascensions du Bélier et du Taureau se repor-

(1) C'est-à-dire du zodiaque. Voir la définition des ascensions (p. 144).
(2) Voici la figure qui correspond à ce cas :

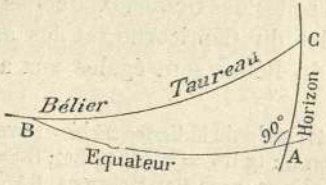


Fig. 24 bis.

tera sur le reste du cercle et c'est un arc plus grand qu'un signe du zodiaque qui montera avec les Gémeaux. Ici les ascensions l'emporteront sur les degrés du zodiaque. On a trouvé 2° 13′ pour cet accroissement, parce qu'aux 60°, comptés sur le zodiaque, du Bélier et du Taureau, correspondent [166] 57° 47′ d'ascensions sur l'équateur (1); si nous les retranchons de 90°, les 32° 13′ qui restent représentent les ascensions des 30° des Gémeaux. On verra sur la figure ci-jointe et à première vue ce que nous venons de dire.

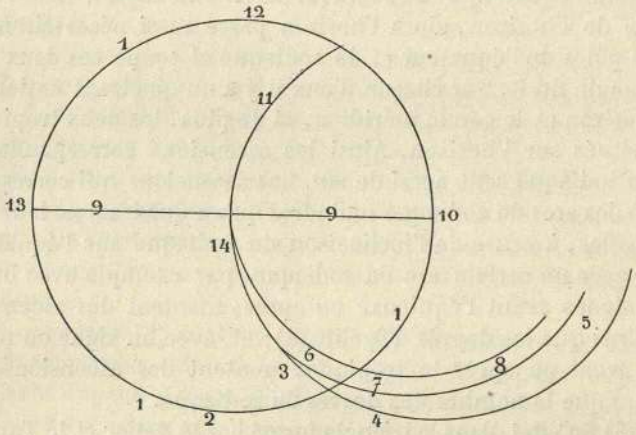


Fig. 25.

1. Horizon. — 2. Est. — 3. Ascensions du Bélier et du Taureau. — 4. Ascensions des Gémeaux. — 5. Point tropical du commencement du Cancer. — 6. Bélier. — 7. Taureau. — 8. Gémeaux. — 9. Méridien. — 10. Pôle nord de l'équateur sur l'horizon. — 11. Équateur. — 12. Ouest. — 13. Pôle de l'équateur sur l'horizon. — 14. Point équinoxial du commencement du Bélier.

Deux arcs du zodiaque, équidistants d'un équinoxe ou d'un tropique, ont des ascensions égales. Ainsi, les ascensions du Bélier sont égales à celles des Poissons, les ascensions de la Balance à celles de la Vierge, celles des Gémeaux à celles du Cancer, celles du Sagittaire à celles du Capricorne, et les ascensions dans le sens direct de 10° du Bélier sont égales aux ascensions en sens

(1) En résolvant le triangle de la figure 24 bis et prenant 24° pour l'obliquité de l'écliptique, on a : tg BA = cos B tg BC; B = 24°; BC = 60°, d'où BA = 57° 43′. Pour trouver, avec Bar-Hebræus, BA = 57° 47′, il faudrait prendre pour l'obliquité de l'écliptique B = 23° 37′.

rétrograde de 10° de la fin des Poissons. Ainsi les ascensions d'une partie quelconque sont égales à celles de la partie diamétralement opposée, c'est-à-dire celles du Bélier à celles de la Balance, celles des Poissons à celles de l'Épi, celles du Cancer à celles du Capricorne et ainsi de suite.

TROISIÈME SECTION

ASCENSIONS DES HORIZONS INCLINÉS (1).

Dans les pays où l'équateur ne passe pas au zénith, la moitié de l'équateur monte avec la moitié du zodiaque qui est comprise entre les deux points équinoxiaux. Ainsi les ascensions de 180° du zodiaque, depuis le commencement du Bélier jusqu'au commencement de la Balance, forment aussi 180° sur l'équateur (2).

[**167**] Il en est de même entre le commencement de la Balance et celui du Bélier. Avec la moitié du zodiaque comprise entre les deux tropiques monte plus ou moins de la moitié de l'équateur. En effet, avec la moitié qui est comprise entre le commencement du Cancer et le commencement du Capricorne montent 217° de l'équateur à la latitude de 36° (3). Et avec l'autre moitié, du commencement du Capricorne au commencement du Cancer, montent 143°. Avec un quadrant du zodiaque ne monte pas un quadrant de l'équateur, mais plus ou moins, parce que le plan de l'horizon ne coupe plus à angle droit le plan de l'équateur comme cela avait lieu pour les points de l'équateur terrestre. Ainsi, avec l'un des deux quadrants nord du zodiaque montent des ascensions de

(1) M. Payne Smith traduit : De ortibus ad lineæ eclipticæ horizontem (*Catal. des mss. syr. d'Oxford*), ce qui est un contresens.

(2) Mot à mot *en temps*, car on a vu que les degrés de l'équateur sont aussi nommés temps.

(3) Vers Maraga dont la latitude est de 37° 25′. Voir p. 105. Bar-Hebræus ne donne que des nombres ronds. On trouve en prenant 24° pour l'obliquité de l'écliptique (Voir II, ch. II, sect. 5) :

$$\text{tg BC} = \frac{\text{tg A}}{\sin \text{B}} \quad \log \text{tg BC} = 0,\ 52943.$$

Car l'angle en A, extérieur au triangle (v. fig. 25 bis), est le complément de la latitude, ou égale 54°, d'où BC = 106° 27′, donc à 90° de l'équateur correspondent 106° 27′ du zodiaque, et aux 180° de l'équateur compris entre les deux solstices correspondent 212° 54′. Bar-Hebræus donne 217°.

l'équateur moindres qu'un quadrant, et avec l'un des deux quadrants sud du zodiaque montent des ascensions de l'équateur plus grandes qu'un quadrant.

En effet, dans le premier cas, le quadrant du zodiaque est la corde opposée à l'angle obtus, dans le triangle qu'il forme avec l'arc d'équateur et l'horizon, tandis que l'arc d'équateur est opposé à un angle aigu (1), et dans le second cas, le quadrant du zodiaque est l'arc opposé à un angle aigu, tandis que l'arc d'équateur est opposé à l'angle obtus (2), comme le montre la figure ci-jointe :

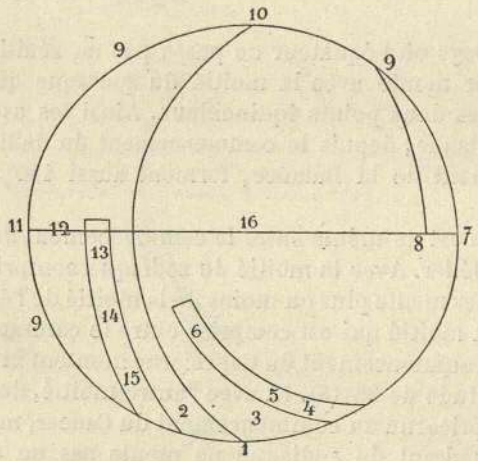


Fig. 26.

1. Est. — 2. Triangle des ascensions. — 3. Triangle. — 4. Gémeaux. — 5. Taureau. — 6. Bélier. — 7. Nord. — 8. Pôle nord. — 9. Horizon. — 10. Ouest. — 11. Sud. — 12. Méridien. — 13. Balance. — 14. Scorpion. — 15. Sagittaire — 16. Zénith.

(1) Voir ci-dessous la figure 25 bis.

(2) Ici B est l'équinoxe d'automne. Voir ci-dessous la figure 25 ter.

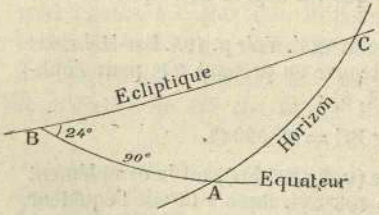


Fig. 25 bis.

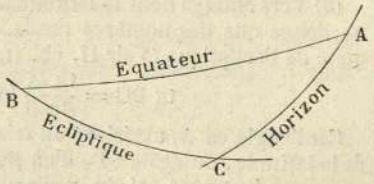


Fig. 2 ter.

Deux arcs, équidistants d'un équinoxe, ont aussi des ascensions égales, ainsi celles du Bélier sont égales à celles des Poissons, celles de la Balance à celles de l'Épi. [**168**] Il n'en est pas de même pour les arcs équidistants des tropiques, c'est-à-dire : les ascensions des Gémeaux ne sont pas égales à celles du Cancer, ni celles du Taureau à celles du Lion, ni celles du Sagittaire à celles du Capricorne, ni celles du Scorpion à celles du Verseau. De même, les ascensions des parties diamétralement opposées ne sont pas égales, c'est-à-dire : celles du Bélier ne sont pas égales à celles de la Balance, ni celles du Cancer à celles du Capricorne, mais les ascensions de deux arcs équidistants du point du printemps sont moindres que les ascensions correspondantes sur l'équateur terrestre, et celles de deux arcs équidistants du point automnal sont plus grandes, [**169**] mais l'excès des uns est égal à la diminution des autres, de sorte que la somme des ascensions du Bélier et de la Balance est toujours la même que la somme de leurs ascensions sur l'équateur terrestre.

QUATRIÈME SECTION

QUE LES ASCENSIONS S'ANNULENT A CERTAINES LATITUDES.

Il est évident que les ascensions des signes du zodiaque varient avec la latitude, ainsi, plus la latitude du lieu augmente et plus les ascensions de deux parties équidistantes du point du printemps diminuent; enfin elles s'annulent aux lieux dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, parce que le zodiaque étant en ces lieux situé sur l'horizon, en un clin d'œil la moitié des signes, du commencement du Capricorne au commencement du Cancer, s'élève et apparaît sans qu'aucune ascension ne monte avec ses degrés, et de même l'autre moitié, du commencement du Cancer au commencement du Capricorne, disparaît en un instant (1). Aux latitudes plus grandes, par exemple à celle de 70°, les Gémeaux et le Cancer, qui sont toujours visibles, n'ont pas d'ascensions, mais les signes qui se lèvent et se couchent en ont comme pour tout autre horizon. Et à 90° de latitude, où ce mouvement a lieu comme celui d'une roue (2), les ascensions finissent par s'annuler parce qu'en ce

(1) Voir supra, II, ch. II, sect. 4 (p. 136).
(2) Voir ci-dessus II, ch. II, sect. 6 (p. 143).

point il n'y a ni lever ni coucher pour les degrés du zodiaque. On ne peut donc voir monter avec eux les degrés de l'équateur qui sont les ascensions. La moitié [**170**] nord des signes du zodiaque, du commencement du Bélier au commencement de la Balance, est constamment levée et visible; la moitié sud, du commencement de la Balance au commencement du Bélier, est constamment couchée et invisible.

CINQUIÈME SECTION

QUE LE MÉRIDIEN D'UN LIEU QUELCONQUE EST L'HORIZON D'UN POINT DE L'ÉQUATEUR (1).

Comme le méridien d'un lieu de latitude quelconque passe par les deux pôles de l'équateur, et que les horizons des points de l'équateur passent aussi par ces mêmes pôles, il s'ensuit nécessairement que les degrés (temps) de l'équateur qui passent sur le cercle méridien avec les degrés du zodiaque dans les sept climats, sont égaux aux ascensions (levers) de l'équateur qui montent avec les degrés du zodiaque sur l'horizon d'un point de l'équateur. Aussi les astronomes substituent dans les tables, comme équivalentes, les ascensions sur l'horizon d'un point de l'équateur aux ascensions au milieu du ciel, c'est-à-dire du dixième et du quatrième (lieu) qui sont sur le méridien (2). Et pour exposer clairement l'objet que nous avons en vue, nous dirons comme démonstration : Comme il y a un quadrant ou 90° entre le zénith et l'horizon, le méridien, en un climat quelconque pour un lieu situé à 90° de longitude, sera nécessairement l'horizon de ceux qui habitent à la fois sur l'équateur des deux côtés de l'orient et de l'occident (3), et le cercle méridien en un lieu quelconque incliné de 110° de longitude terrestre, sera l'horizon des points de l'équateur qui ont vingt degrés de longitude [**171**] et ainsi de suite. Cela tient à ce qu'il y a un quadrant de cercle, entre le

(1) M. Payne Smith donne le mot à mot suivant : *De eo quod circulus meridiei ubique horizon est secundum lineam æquatoriam.* (*Catal. des mss. syr. d'Oxford.*)

(2) Voir ci-dessus, II, ch. III, sect. 1. On compte les « lieux » à partir de l'horizon est vers le méridien inférieur. Cf. Le *Traité sur l'astrolabe plan* de Sévère Sabokt, p. 97 du tirage à part.

(3) A 180 ou 360 degrés de longitude.

méridien d'un lieu en dehors de l'équateur et le méridien (1) sur cette dernière ligne.

SIXIÈME SECTION

DE L'AMPLITUDE ORTIVE ET DE L'ÉQUATION DU JOUR (2).

L'amplitude ortive (3) est l'arc d'horizon compris entre le lever du point équinoxial et le lever d'un autre degré correspondant au soleil. *L'amplitude occase* est de même l'arc d'horizon compris entre le coucher du commencement du Bélier ou de la Balance et celui du soleil.

L'équation du jour est la moitié de l'excès du jour égal sur un autre. On appelle *jour égal* celui qui a lieu quand le soleil est à l'un des points équinoxiaux, parce que l'arc nocturne est alors égal à l'arc diurne. On voit par là que l'arc diurne sera plus grand ou plus petit que l'arc nocturne du double de l'équation du jour. Pour montrer clairement tout cela, nous dirons : Imaginons deux cercles de déclinaison dont l'un passe au point de l'horizon où se lève le soleil, et l'autre au point où il se couche; avec l'horizon et l'équateur ils forment deux triangles, l'un sous l'horizon est et l'autre sous l'horizon ouest dans les signes du zodiaque boréaux, ou bien l'un au-dessus de l'horizon est et l'autre au-dessus de l'horizon ouest dans les signes du zodiaque australx. [**172**] Un côté de chacun d'eux est la déclinaison du soleil et elle est portée sur des cercles de déclinaison; un second arc est l'amplitude ortive ou occase, c'est un arc d'horizon; enfin le troisième est l'équation du jour, et c'est un arc d'équateur comme le montre la figure (fig. 27) ci-après (voir aussi fig. 27 bis).

(1) *C'est-à-dire :* et le méridien du point de l'équateur, qui admet le premier méridien pour horizon.

(2) *L'équation* en astronomie est ce qu'il faut ajouter à une quantité pour en avoir une autre. Ex. *l'équation* du temps est la quantité qu'il faut ajouter au temps vrai pour avoir le temps moyen. C'est bien le cas ici. Cf. Sédillot, *Prolég. d'Oloug-Beg*, t. II, p. 94, et voir ci-dessous, ch. v, sect. 2. On aurait pu traduire aussi : « de l'inégalité du jour », comme nous l'avons fait à propos du soleil, I, ch. II, sect. 4.

(3) Cette locution est consacrée. On peut encore dire : L'amplitude ortive est l'arc d'horizon compris entre le point où se lève le soleil et l'orient (l'orient est défini par l'intersection de l'équateur et de l'horizon, c'est-à-dire par une perpendiculaire à la méridienne). M. Payne Smith donne le mot à mot suivant : De plagæ orientalis spatio et de diei longitudine. (*Catal. des mss. syr. d'Oxford.*) Voir la même définition de l'amplitude ortive dans Aboul-Hassan, t. I, ch. LVIII.

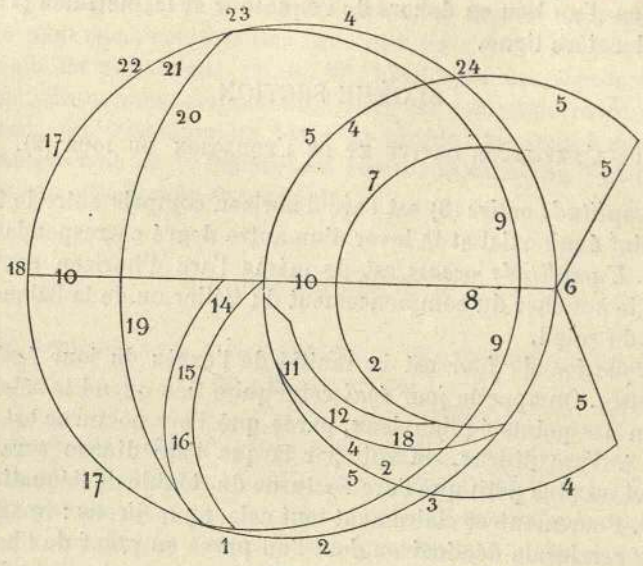


Fig. 27.

1. Lever du commencement du Capricorne. — 2. Amplitude ortive. — 3. Lever du commencement du Bélier. — 4. Équation du jour. — 5. Cercle de déclinaison du soleil (parallèle diurne). — 6. Nord. — 7. Parallèle sur lequel tourne le commencement du Cancer. — 8. Pôle nord. — 9. Cercle de déclinaison. — 10. Cercle méridien. — 11. Bélier. — 12. Taureau. — 13. Gémeaux. — 14. Balance. — 15. Scorpion. — 16. Sagittaire. — 17. Horizon. — 18. Sud. — 19. Parallèle sur lequel tourne le Capricorne. — 20. Inclinaison du soleil. — 21. Amplitude occase. — 22. Coucher du commencement du Capricorne. — 23. Coucher du commencement du Bélier. — 24. Coucher du commencement du Cancer.

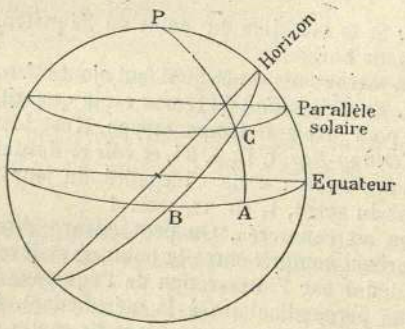


Fig. 27 bis.

BAC est le triangle situé sous l'horizon est. CA est la déclinaison du

SEPTIÈME SECTION

DU DEGRÉ DU PASSAGE.

Le degré du passage est le point du zodiaque qui est sur le méridien [**173**] quand l'astre considéré est au méridien (1). On l'appelle aussi degré du milieu, parce qu'il est au milieu du ciel en même temps que l'étoile et passe avec elle au cercle méridien. Si donc l'étoile n'a pas de latitude, le degré du passage est son *époque* (2) sur le zodiaque; si l'étoile a une latitude, quand son *époque* est l'un des deux points tropicaux, le degré de son passage est identique à son *époque,* parce que le cercle méridien est alors un cercle de latitude, et, en conséquence, l'étoile arrive et passe au méridien en même temps que son *époque* sans la précéder ni en être précédée à ce passage. Supposons maintenant que l'étoile ne corresponde pas aux points tropicaux; si son *époque* est entre le commencement du Cancer et celui du Capricorne, par exemple au commencement de l'Épi, et si sa latitude est boréale, son *époque,* c'est-à-dire le commencement de l'Épi, passe d'abord au méridien, puis vient l'astre lui-même, parce que le pôle boréal du zodiaque est alors à l'orient du méridien et, en conséquence, le cercle de latitude de cette étoile qui passe par les pôles du zodiaque rencontre d'abord l'étoile, puis son *époque.* Si sa latitude était australe, l'étoile passerait d'abord au méridien, puis viendrait son *époque,* parce que le cercle de latitude rencontre d'abord l'époque puis l'étoile.

Si l'*époque* de l'étoile était entre le commencement du Capricorne et celui du Cancer, [**174**] par exemple au commencement des Poissons, et si sa latitude était boréale, l'étoile passerait

soleil à son lever. BC est l'arc d'horizon appelé amplitude ortive. Enfin BA est l'équation du jour. C'est *la rectification du jour* de Gagmini, p. 237-238. BA est bien la moitié de l'excès *du jour sur la nuit* (pour cette figure). — La figure 27 est une projection stéréographique sur le plan de l'horizon. Mais 22 doit prendre la place de 23; 23 celle de 24; 21 celle de 4; 4 doit être un peu plus bas sur le cercle 9, et 24 au point d'intersection de 7 avec l'horizon. — La figure 27 bis n'est pas dans Bar-Hebræus.

(1) Item dans Aboul-Hassan, t. I, ch. XLVIII.

(2) *Époque* (ἐποχή) est ici l'intersection du cercle de latitude de l'étoile avec l'écliptique. Delambre emploie aussi ce mot, *Histoire de l'astronomie ancienne,* II, p. 575.

d'abord au méridien, puis viendrait son *époque,* parce que le pôle du zodiaque est à l'ouest du méridien, et le cercle de latitude rencontre d'abord l'étoile puis son *époque.*

Si la latitude de l'étoile est australe, l'*époque* passe d'abord au méridien puis l'étoile, parce que le cercle de latitude passe d'abord par l'*époque,* puis par l'étoile. Et ce que nous venons

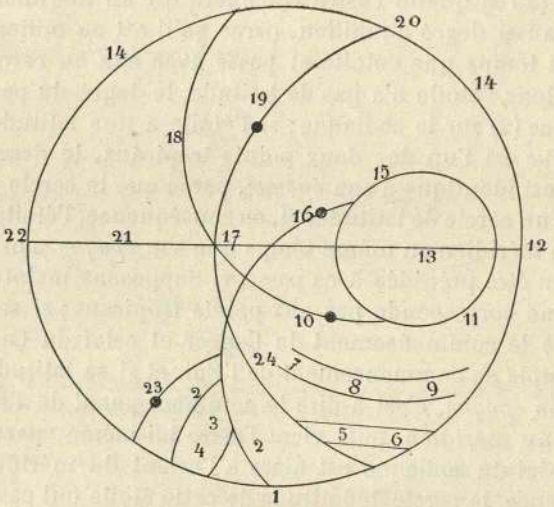


Fig. 28.

1. Orient. — 2. Poissons. — 3. Balance. — 4. Scorpion. — 5. Balance. — 6. Scorpion. — 7. Bélier. — 8. Taureau. — 9. Gémeaux. — 10. Étoile de latitude boréale (occidentale) au commencement de l'Épi qui passe au méridien après son époque. — 11, 15. Pôle du zodiaque. — 12. Nord. — 13. Pôle de l'équateur. 14. Horizon. — 16. Étoile de latitude boréale au commencement des Poissons qui passe au méridien avant son époque. — 17. Zénith. — 18. Équateur. — 19. Étoile de latitude australe au commencement de l'Épi qui passe au méridien avant son époque. — 20. Occident. — 21. Cercle méridien. — 22. Sud. — 23. Étoile de latitude australe au commencement des Poissons qui passe au méridien après son époque. — 24. Épi.

d'énumérer s'applique à l'équateur [**175**] comme aux lieux de latitude terrestre quelconque. Tout cela est montré sur la figure ci-contre. Regarde et vois.

HUITIÈME SECTION

DU COASCENDANT D'UN ASTRE ET DU CODESCENDANT (1).

Le coascendant d'un astre est le point auquel le zodiaque coupe l'horizon est quand l'astre arrive à cet horizon; et le codescendant est le point auquel le zodiaque coupe l'horizon ouest quand l'astre arrive à cet horizon. Les levers et couchers des astres pour les points de l'équateur terrestre sont identiques aux passages au méridien pour les horizons inclinés, parce que les méridiens sont des horizons pour les points de l'équateur terrestre comme nous l'avons montré auparavant (2). C'est-à-dire : si l'astre n'a pas de latitude ou si, en ayant une, il est à l'un des deux points tropicaux, le coascendant ou le codescendant est son *époque* même (3). Si l'astre n'est pas aux solstices, mais à une latitude boréale, entre le commencement du Cancer et celui du Capricorne, son *époque* se lève d'abord, puis vient l'astre. Si sa latitude est australe, c'est l'inverse. — Si l'étoile est entre le commencement du Capricorne et celui du Cancer, et que sa latitude soit boréale, l'étoile se lève d'abord, puis son *époque*. Si sa latitude est australe, c'est l'inverse.

Et dans les pays dont la latitude est moindre que l'obliquité de l'écliptique, c'est-à-dire où le pôle nord du zodiaque se lève et se couche, si ce pôle nord est au-dessus de la terre à l'orient ou à l'occident du méridien, et si la latitude de l'étoile est boréale, elle se lève d'abord, [**176**] puis vient son *époque*, parce que le cercle de latitude rencontre d'abord l'étoile puis son *époque*. Quand la latitude de l'étoile est australe, c'est l'inverse. — Si le pôle nord est en dessous de la terre et que la latitude de l'étoile soit boréale, l'*époque* se lève d'abord puis l'étoile; si la latitude

(1) Dans Oloug-Beg : در مطالع طالع وغروب كوكب, *Prolégomènes*, éd. Sédillot, I, p. ٣٦١. Ce que M. Sédillot traduit par : Des coascendants du point d'ascension et de disparition des étoiles, t. II, p. 105. M. Payne Smith traduit par le mot à mot : De puncto ortus et occasus luminaris. *Catal. des mss. syr. d'Oxford.* Le mot à mot est exact, mais ne rend pas ce que veut exprimer Bar-Hebræus. M. Sédillot traduit le passage correspondant d'Aboul-Hassan par : Du point d'ascension et du point de descension, t. I, ch. XLIX.

(2) Voir la 5e section, ci-dessus (p. 150).

(3) Voir ci-dessus, la 7e section (p. 153).

est australe, c'est l'inverse. — Et si le pôle du zodiaque est sur l'horizon, l'étoile et son *époque* se lèvent et se couchent simultanément, parce que le cercle de latitude se confond alors avec l'horizon.

Et dans les pays dont la latitude est supérieure à l'obliquité de l'écliptique, pour lesquels le pôle nord du zodiaque est constamment visible, toute étoile de latitude boréale se lève avant son

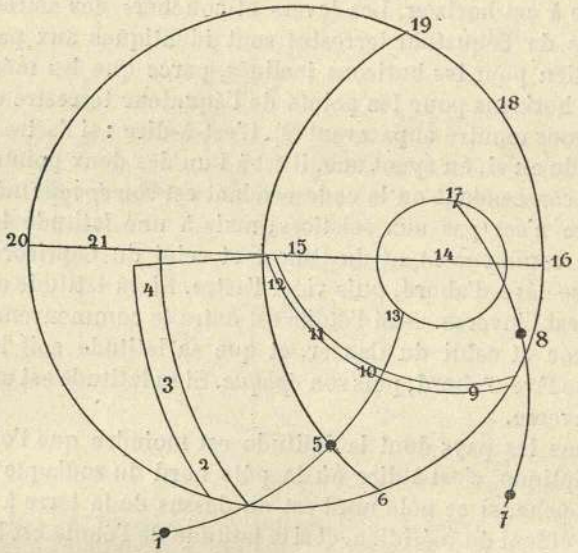


Fig. 29.

1. Étoile de latitude australe, dans le Sagittaire, qui se lève plus tard et se couche plus tôt. — 2. Sagittaire. — 3. Scorpion. — 4. Balance. — 5. Étoile de latitude boréale, dans le Sagittaire, qui se lève plus tôt et se couche plus tard. — 6. Orient. — 7. Étoile de latitude australe dans le Cancer, qui se lève plus tard et se couche plus tôt. — 8. Étoile de latitude boréale dans le Cancer, qui se lève plus tôt et se couche plus tard. — 9. Cancer. — 10. Gémeaux. — 11. Taureau. — 12. Bélier. — 13, 17. Pôle du zodiaque. — 14. Pôle de l'univers. — 15. Zénith. — 16. Nord. — 18. Horizon. — 19. Occident. — 20. Sud. — 21. Méridien.

époque, que le pôle du zodiaque soit à l'orient ou à l'occident du méridien, parce que le cercle de latitude passe d'abord par l'étoile, ensuite par son *époque*. C'est l'inverse pour une étoile de latitude australe.

Si, pour une étoile, le lever arrive plus tard, son coucher arrive plus tôt et inversement.

Pour une étoile qui n'a pas de latitude, le coascendant sur le zodiaque se confond avec l'*époque* (1).

Éclaircissement. — Il faut savoir qu'on mentionne dans cette section trois espèces d'horizons : d'abord l'horizon des points de l'équateur terrestre, en second lieu l'horizon des lieux dont la latitude est moindre que l'obliquité de l'écliptique, enfin l'horizon des lieux dont la latitude surpasse l'obliquité de l'écliptique. Comme le premier n'offre pas de difficulté, la figure ne représente que le second et le troisième.

CHAPITRE QUATRIÈME

[177] Des ombres.

Il y aura trois sections.

PREMIÈRE SECTION

DE L'OMBRE VERSE ET DE L'OMBRE DROITE (2).

Il y a deux ombres principales, l'une verse ou première, et l'autre droite ou seconde. L'ombre *verse* est engendrée par un objet parallèle [**178**] à la surface de la terre, comme un style dans une muraille.

C'est une ligne qui part du pied de l'objet et s'étend sur la muraille vers le bas; elle augmente peu à peu, jusqu'à ce que son accroissement arrive aux dernières limites pour la plus grande hauteur du soleil au méridien. On l'appelle verse, parce que son accroissement a lieu de haut en bas à l'inverse des autres. On l'appelle encore *première*, parce que dans la première partie du jour, quand le soleil se lève, elle apparaît toute petite; ensuite à mesure que le soleil se lève, elle grandit et augmente.

L'ombre *droite* (3) est celle d'un objet fixé à angle droit sur la

(1) Bar-Hebræus l'a déjà dit un peu plus haut.

(2) Voir dans Oloug-Beg, II, 2e partie, ch. III, les mêmes définitions avec des compléments mathématiques.

(3) Mot à mot : *simple.*

terre, comme une colonne. C'est la ligne qui part du pied de l'objet et s'étend à la surface de la terre. Quand le soleil se lève, elle est très grande; ensuite, à mesure que le soleil s'élève, elle diminue et se rapetisse peu à peu, jusqu'à ce que sa diminution atteigne ses extrêmes limites pour la plus grande hauteur du soleil au méridien. Elle fut nommée *droite,* parce qu'elle se prolonge en étendue à la surface de la terre. On la nomme aussi *seconde* par opposition à la première. Et le style de l'ombre droite est divisé en 60 parties ou quelquefois en 12 ou 7. Les soixante parties sont appelées « degrés », les douze « doigts », et les sept

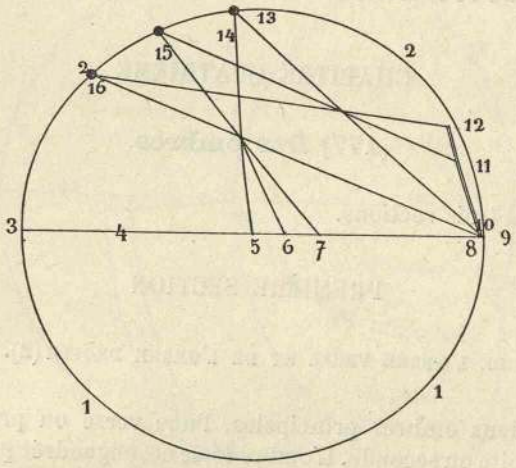


Fig. 30.

1. Cercle méridien au-dessous de la terre. — 2. Cercle méridien au-dessus de la terre. — 3. Sud. — 4. Surface de la terre. — 5. Style de l'ombre simple (droite). — 6. Extrémité de l'ombre simple du Cancer. — 7. Extrémité de l'ombre simple du Bélier. — 8. Extrémité de l'ombre simple du Capricorne. — 9. Nord. — 10. Extrémité de l'ombre verse du Cancer. — 11. Extrémité de l'ombre verse du Bélier. — 12. Extrémité de l'ombre verse du Capricorne. — 13. Zénith. — 14. Cancer. — 15. Bélier. — 16. Capricorne.

« *podioto* », c'est-à-dire mesure du pied (1). L'ombre droite qui est la plus longue et la plus étendue vers le nord est celle du commencement du Capricorne, la plus faible et la plus contractée [**179**] est celle du commencement du Cancer.

(1) Pour Oloug-Beg, la seconde ombre seule s'évalue en doigts et en pieds, mais toutes deux s'évaluent en parties sexagésimales du style.

D'après l'enseignement de *Denys* (1) qui fut près du roi Philippe, l'ombre méridienne du commencement du Cancer en Macédoine était de deux pieds (son gnomon avait le nombre de pieds de tout autre gnomon), celle du commencement des Gémeaux et du Lion était de trois, du Taureau et de la Vierge de quatre, du Bélier et de la Balance de cinq, des Poissons et du Scorpion de six, du Verseau et du Sagittaire de sept, du commencement du Capricorne de huit. Et, en sus du nombre de pieds de l'ombre à la fin de la sixième heure, il faut ajouter un pied pour la fin de la cinquième et de la septième (2), trois pour la quatrième et la huitième, cinq pour la troisième et la neuvième, dix pour la seconde et la dixième et vingt pour la première et la onzième. Quant au commencement de la première et à la fin [180] de la douzième, on ne peut mesurer les ombres, parce que leur longueur est infinie.

La figure ci-contre montre les deux genres d'ombres.

DEUXIÈME SECTION

COMMENT ON TROUVE LA MÉRIDIENNE.

Parmi les choses nécessaires à la délimitation des climats est la connaissance des temps et des heures, et celle-ci découle elle-même de la connaissance *de la méridienne,* il nous font donc dire d'abord comment on la trouve (3). Nous dirons qu'il faut avant tout aplanir une partie de la surface de la terre ou une pierre bien polie; toute la surface devra être horizontale et non inclinée, de sorte que si l'on y verse un corps fluide comme du mercure, il ne coulera pas d'un côté mais demeurera en place. Sur cette surface polie on décrira un cercle, et on élèvera en son centre un style conique d'airain de grand poids (4), on pourrait aussi

(1) Auteur inconnu. Voir cependant : Scaliger, *De emend., temp.*, Genève, 1629, p. 268.

(2) C'est à la fin de la sixième heure (au méridien) que la longueur de l'ombre est minimum. Les longueurs sont symétriques par rapport au méridien.

(3) Voir des détails analogues, mais beaucoup moins complets, dans Proclus, *Hypot.*, éd. Halma, p. 81 et 82.

(4) « Ce style sera de cuivre ou de bois; s'il est de cuivre, il se tient par son propre poids; s'il est de bois, vous le creusez à sa base, et vous y cou-

le faire en bois. On le fixe toujours au centre de la base, et cela pour qu'il ne tremble pas entre les mains de celui qui le tiendrait, mais se tienne droit de lui-même sans être soutenu.

Il convient de décrire, du centre du cercle dont nous venons de parler, un petit cercle égal à la circonférence de base du style ou un peu plus grand, de sorte que le style, enfermé à l'intérieur de ce petit cercle, soit exactement au centre du grand cercle.

Il convient aussi que la longueur du style soit le quart du diamètre du grand cercle, afin que le soleil passant par un signe quelconque du zodiaque, [**181**] l'ombre entre à l'intérieur avant et après midi. L'extrémité du style ne sera pas très aiguë, afin qu'elle ne cache pas l'extrémité de l'ombre. Ensuite on observera l'entrée de l'ombre dans le cercle avant midi et sa sortie après midi. On fera des signes sur les points d'entrée et de sortie, et on divisera l'arc qu'ils comprennent en deux parties (égales). Par le point milieu on mènera un diamètre jusqu'à sa rencontre avec l'autre partie du cercle, c'est *la méridienne*. Son extrémité nord est le point nord, et son extrémité sud le point sud. Puis, à ce premier diamètre, on en adjoint un second perpendiculaire sur le premier au centre du cercle. C'est la ligne équinoxiale (1). Son extrémité orientale est le point est équinoxial et son extrémité occidentale le point ouest équinoxial. Ainsi sont déterminées quatre directions. C'est sur le second diamètre qu'on place les autels dans les églises (2). Quand cette fixation (du passage) de l'ombre a lieu à trois et à neuf heures, c'est très avantageux, car avant trois heures, pour l'entrée, et après neuf heures, pour la sortie, les extrémités de l'ombre ne sont pas bien terminées et sont difficiles à percevoir. De même, entre trois et neuf heures, le mouvement de l'ombre se ralentit et les moments où elle entre et sort ne sont pas instantanés. A trois et à neuf heures on échappe aux deux inconvénients du peu de visibilité et du retard.

Aux environs du point solsticial, quand le mouvement oblique

lez du plomb, pour qu'il ne vacille point. » Mouvayad-al-Oredhi, *Ac. des insc., Mém. des savants étrangers*, t. I, p. 98 à 104. M. Sédillot rapporte en cet endroit ce que plusieurs auteurs ont dit du cercle indien.

(1) Ce nom signifie seulement que la ligne en question est parallèle à l'intersection de l'horizon et de l'équateur.

(2) Tous les prêtres qui célèbrent la messe et les fidèles qui y assistent sont ainsi tournés vers l'orient. Les Musulmans se tournent vers la Mecque.

du soleil s'annule, l'observation est excellente (1), parce qu'à cet endroit le parallèle du soleil à la sortie de l'ombre ne diffère pas beaucoup, en vertu du mouvement direct du soleil, du parallèle d'entrée. [**182**] Le solstice d'été, où la lumière est très brillante et sépare mieux l'ombre de la clarté (2), convient plus que le solstice d'hiver.

Le cercle que nous venons d'étudier est appelé *cercle indien* (3). Voici sa forme :

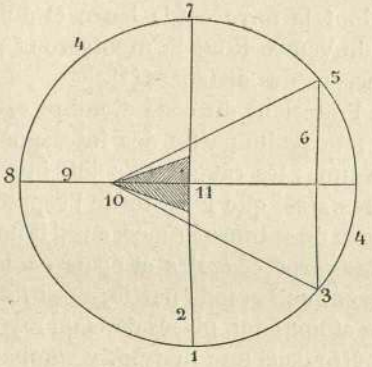


Fig. 31.

1. Orient. — 2. Ligne équinoxiale. — 3. Extrémité de l'ombre. — 4. Cercle indien. — 5. Limite de l'ombre à l'entrée (quand le soleil monte). — 6. Ligne qui joint les deux limites de l'ombre. — 7. Occident. — 8. Sud. — 9. Méridienne. — 10. Extrémité du style. — 11. Base du style.

(1) Au solstice, le soleil se meut un instant parallèlement à l'équateur, il paraît donc cesser de monter sur son orbite, de là vient du reste le nom de solstice (*sol stat*).

(2) On remarquera ces détails précis. C'est parce que la pointe du gnomon n'est pas bien terminée en projection, qu'on l'a remplacé par le gnomon *à trou*. Ebn Younis l'aurait déjà fait. V. Sédillot, *Matériaux*, t. I, 322-331 et 357 à 364.

(3) Sur le cercle indien, voir *Aboul-Hassan*, t. II, p. 417; *Oloug-Beg*, t. II, ch. XV; enfin on trouvera des considérations générales sur son origine, etc., dans Sédillot, *Mém. des sav. étr.*, publiés par l'Acad. des Inscriptions, t. I, p. 97 et suivantes.

TROISIÈME SECTION

DE L'AURORE ET DU CRÉPUSCULE (1).

L'aurore est la demi-lumière (2) qui apparaît près de l'horizon oriental le matin avant le lever du soleil.

Le crépuscule est la lumière rouge que l'on voit près de l'horizon ouest le soir (3) après le coucher du soleil. Comme la sphère du soleil est plus grande que celle de la terre, l'ombre de celle-ci forme un cône dont la terre est la base, et dont le sommet atteint la sphère de Vénus. Nous le montrerons plus tard, quand nous nous occuperons des distances (4).

L'air qui est à l'intérieur du cône d'ombre est seul [**183**] dans l'obscurité avec une petite partie des intersphères de Vénus, de Mercure et de la lune; les rayons du soleil inondent toujours les autres intersphères ainsi que le reste de l'espace qui ne nous les réfléchit pas à cause de sa transparence, aussi il ne peut pas éclairer durant la nuit; les corps coagulés et épais comme la terre et la lune en réfléchissent une grande partie, aussi ils brillent et éclairent. De même ces atomes qui, placés dans un rayon de soleil pénétrant par une fenêtre dans une maison, y combattent l'obscurité, réfléchissent aussi les rayons, bien qu'ils soient très petits; en effet, en comparaison de la subtilité de l'air, ils sont solides, épais et du genre de la terre, en conséquence ils brillent et éclairent les bords du cône d'ombre, et c'est leur lumière pâle qui apparaît de grand matin à l'horizon oriental et tard le soir à l'horizon occidental (5). Comme cette lumière est faible, elle ne pénétrera pas dans le cône d'ombre quand il est au-dessus de la terre durant la nuit; c'est pourquoi, au milieu de la nuit, l'ombre est plus épaisse, jusqu'à ce que le soleil se rapproche de l'horizon est et

(1) V. Sédillot, *Instruments astronomiques des Arabes*, p. 92, dans les *Mém. de l'Ac. des inscr., Savants étrangers*, t. I. M. Payne Smith traduit à l'aide de la périphrase suivante : De obscurâ in diluculo luce, et rubore quæ post solis occasum in occidente apparet. (*Catal. des mss. syriaques d'Oxford.*)

(2) *Mot à mot :* la lumière obscure.

(3) On trouve identiquement dans Aboul-Hassan, t. I, ch. LV : « Le crépuscule, suivant les imans Malek et Chafeïe, 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] ».

(4) *Infra*, ch. VI, sect. 4.

(5) C'est bien la réflexion de la lumière sur les couches supérieures de l'atmosphère qui est la cause principale de l'aurore et du crépuscule.

que ce cône s'incline du zénith vers l'occident. Alors les atomes qui brillent sur les bords du cône d'ombre se rapprochent de la vue, leur lumière pâle monte avant le matin, faible, longue et droite comme une colonne tant que le soleil est encore éloigné et enfoncé sous l'horizon. Quand le soleil monte, la lumière blanchit et s'élargit en demi-cercle, elle augmente peu à peu jusqu'à ce que l'horizon rougisse et que le soleil se lève.

[184] Il en est du crépuscule comme de l'aurore qui lui correspond, mais l'ordre est renversé. Ainsi, quand le cône d'ombre incline vers l'orient, l'horizon commence à rougir après le coucher du soleil, puis sa lumière s'élargit, puis elle diminue et devient longue et droite. L'observation a montré qu'au commencement de l'aurore et à la fin du crépuscule le soleil est à 18° au-dessous de l'horizon (1). Ainsi, en tout lieu dont la latitude est de 48°, le commencement de l'aurore correspond à la fin du crépuscule si le soleil est au commencement du Cancer. En effet, le soleil, au commencement du Cancer, ne descend que de 18° au-dessous de l'horizon, ainsi, à la fin du crépuscule commence l'aurore, et il n'y a pas de véritable nuit entre les deux (2).

CHAPITRE CINQUIÈME

Diverses mesures du temps.

Il y aura sept sections.

PREMIÈRE SECTION

DES HEURES.

Il y a deux espèces d'heures : les heures équinoxiales [185] ou égales, et les heures καιρικαί, ou inclinées (3).

(1) C'est encore la valeur moyenne admise maintenant. Voir Wolf, *Astronomie et géodésie*, p. 144. Aboul-Hassan donne 16° pour le crépuscule et 20° pour l'aurore, t. I, ch. LV.

(2) Le manuscrit porte en note : *Remarque :* Le complément de la latitude de ce pays est de 41° $\frac{1}{2}$, c'est la quantité dont l'équateur est en dessous de l'horizon nord et en dessus de l'horizon sud. Si nous retranchons de cette quantité l'obliquité de l'écliptique, qui est de 23° $\frac{1}{2}$, il nous reste 18° pour l'inclinaison sous l'horizon du commencement du Cancer. C'est bien la limite de la fin du crépuscule et du commencement de l'aurore.

(3) Al-Fergani et Oloug-Beg appellent ces heures : *Heures inégales ou*

Les heures équinoxiales sont une partie quelconque de l'arc diurne ou nocturne divisé par quinze. Ainsi la mesure de chaque heure égale sera 15° du cercle (1), c'est-à-dire du mouvement diurne, de l'équateur. Chez les Hindous, l'heure égale est le temps nécessaire à un homme de tempérament sain pour respirer neuf cents fois modérément. Les astronomes divisent toute heure égale en 60m. On a appelé ces heures *égales* pour deux motifs : le premier est que si le soleil se trouve aux équinoxes, elles ont une mesure *égale* à celle des heures inclinées et l'inclinaison n'a (ici) aucune influence; le second est que la grandeur d'une heure diurne est constamment égale à celle d'une heure de la nuit, quand bien même la nuit serait plus longue ou plus courte que le jour.

Les heures obliques sont celles qui divisent constamment le jour et la nuit en douze parties égales ni plus ni moins, que le jour soit long ou court, et de même pour la nuit. On divise en douze parties chaque arc diurne et nocturne et les parties sont les heures *inclinées* du jour et de la nuit. On appelle ces heures « inclinées » parce que la somme des heures de tout jour, en dehors du commencement du Bélier et de la Balance, est plus grande ou plus petite que la somme des heures [**186**] de la nuit qui correspond à ce jour; — on les appelle aussi *heures de temps* parce que les changements de temps de l'année augmentent ou diminuent aussi leur grandeur. Il n'en est pas de même pour les grandeurs (des heures) égales. Les heures inclinées sont celles qui sont marquées sur l'astrolabe, et sur le reste des instruments à l'eau et au sable qui ont rapport aux heures (2). Et comme le nombre des parties des heures égales ne dépasse jamais quinze (3) et que le nombre des heures inclinées est invariablement de douze, il est évident que la longueur des jours et la petitesse des nuits dépendra du nombre des heures égales et des parties des heures inclinées, puisqu'il ne peut arriver aucun changement dans les parties des heures égales et le nombre des heures inclinées.

heures de temps, الساعات المعوجة والزمانية, *Proleg.*, t. I, p. ٢٩٣. M. Sédillot traduit aussi : *Heures obliques*, t. II, p. 96; et Delambre : « Ὧραι καιρικαί, heures temporaires ou heures des différentes saisons », *Astronomie*, t. III, ch. XXXVIII, p. 686.

(1) Mot à mot : 15 temps.

(2) Sans doute horloge à eau et clepsydre.

(3) Quinze degrés de l'équateur.

DEUXIÈME SECTION

DES JOURS.

Il y a aussi deux espèces de jours : le jour vrai et le jour moyen. — *Le jour vrai* est le temps qui s'écoule depuis le passage du soleil à l'horizon ou au méridien, jusqu'à son retour en ce point en vertu du mouvement diurne. Sa mesure est un cercle d'équateur, plus un accroissement provenant de l'arc que décrit chaque jour le soleil d'un mouvement direct sur le zodiaque. Et comme, vers l'apogée, les arcs décrits par le soleil comptés sur le zodiaque, sont plus petits que comptés sur l'excentrique (c'est l'inverse vers le périgée), comme de plus les ascensions de l'équateur avec les arcs boréaux du zodiaque sont plus petites que ces arcs, mais sont plus grandes si elles correspondent aux arcs australx, [**187**] il s'ensuit nécessairement que la durée des jours vrais ne sera pas constante, à cause de la variation des arcs du zodiaque et de l'excentrique et de la différence variable entre les arcs du zodiaque et leurs ascensions (1).

Cette inégalité est nommée *excès des jours sur leurs nuits* (2). Et comme elle est très petite, elle devient sensible pour un grand nombre de jours mais ne l'est pas pour un ou deux.

Le jour moyen est un cercle d'équateur avec un accroissement égal au mouvement moyen du soleil en un jour et une nuit. Les astronomes, qui ont besoin d'un jour de longueur uniforme pour lui rapporter dans leurs tables les mouvements uniformes des astres, prirent 59′ 8″, comme arc supplémentaire à ajouter à un cercle d'équateur, pour représenter le moyen mouvement diurne du

(1) C'est-à-dire l'influence de l'arc décrit chaque jour par le soleil dépend 1° de la position du soleil sur son orbite; 2° de l'horizon de l'observateur : « At quia ascensiones obliquæ variant bifariam, tum propter differentes zodiaci partes, tum propter differentes climatum horizontes. » (Al-Fergani, ch. XI.)

(2) C'est *l'équation du temps*, qui est ce qu'on doit ajouter au jour vrai pour avoir le jour moyen. On trouve le même nom en persan (Oloug-Beg, I, p. ٣٨٧), معرفت تعديل الايام بلياليها.) M. Sédillot traduit par : « équation des jours ». Il vaudrait mieux traduire par « équation du temps », parce que c'est notre locution, et pour ne pas confondre cette inégalité avec celle que M. Sédillot (II, p. 94) et Bar-Hebræus (ch. III, sect 6, ci-dessus, p. 151) appellent « équation du jour » et qui est toute différente.

soleil (1), puis ils appelèrent ces jours de longueur constante « jours moyens ». — Et parce que les ascensions qui montent sur l'horizon en des lieux de latitudes différentes ne sont pas identiques, tandis que pour un lieu quelconque elles ont toutes leur milieu sur le méridien, les astronomes firent commencer le jour au moment où le soleil est sur le méridien (2).

Les Hébreux, les Tyriens et les Sarrasins commencent le jour le soir, au moment où le soleil arrive à l'horizon ouest, et placent la nuit avant le jour parce que la lumière est un commencement et, dans tout commencement, la privation est avant la possession (3). [188] Les Grecs (4), les Égyptiens, les Hindous, les Perses et les Arméniens commencent le jour au matin quand le soleil est à l'horizon est, et placent le jour avant la nuit pour deux raisons, la première est que la lumière l'emporte sur les ténèbres, et la seconde est, qu'avant la création de la lumière, l'obscurité était éternelle; mais une nuit n'est pas éternelle (5). — Il convient de placer le commencement du jour et de la nuit au moment où le centre du soleil est à l'horizon. — Un homme illustre a dit que le jour commence au moment où toute la sphère du soleil est au-dessus de la terre et la nuit au moment où elle est tout entière au-dessous de la terre. La suffisance de sa science astronomique faussa sa pensée; mais il n'est pas de créateur qui ne se trompe et on pardonne aux habiles une faute commise une fois par hasard (6).

(1) Même valeur chez Ptolémée et tous les Arabes. Oloug-Beg ajoute *le jour naturel*, du lever au coucher du soleil. (*Prolégomènes*, II, p. 8.)

(2) Voir Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, II, p. 139.

(3) Bar-Hebræus, dans sa théologie, prouve, avec saint Basile et saint J. Chrysostome contre saint Éphrem, que la nuit précède le jour. Il dit cependant que les nations qui se servent de mois lunaires mettent la nuit avant le jour, parce que la nouvelle lune apparaît le soir et non parce que la nuit a été faite avant le jour. (Dans *Assemani*, *B. O.*, t. II, p. 285.)

(4) Les opinions ne sont pas absolument unanimes sur ce point. Quelques auteurs grecs ont pu, en effet, adopter les usages d'une autre nation. Voir là-dessus, Letronne, *Mém. de l'Acad. des inscriptions*, t. XXIV, 2e partie, p. 32 et 33.

(5) *C'est-à-dire :* le jour a existé avant la nuit, car ce qui précédait ne peut pas s'appeler une nuit.

(6) Nous voudrions connaître les raisons de cet homme illustre. Car, en tenant compte de la réfraction horizontale qui est de près de 35′, il est vrai que le bord supérieur du soleil touche à peine l'horizon quand tout le globe apparaît déjà au-dessus.

TROISIÈME SECTION

DES SEMAINES.

L'assemblage de jours le plus simple est appelé la semaine. C'est un sujet d'admiration qu'avec toutes les discordances qui existent entre les nations au sujet des mois, des années, du nombre de leurs jours, de l'époque de leur commencement, cette période de sept jours ait pu réunir, par une chaîne de consentement, tous les peuples si différents de langue et de religion, de l'occident jusqu'au couchant. Et ce n'est pas seulement sur le nombre sept, mais encore sur le commencement qu'il y a identité complète entre les peuples, selon la parole : Sa renommée a rempli toute la terre [**189**] et sa puissance a rempli tout l'univers (1).

Une telle unanimité n'est pas le résultat d'une division purement naturelle, mais aussi divine. C'est ce que conclura tout chercheur qui ne s'éloigne pas de la vérité. Une désignation antique appela ces jours, jours divins, comme le rapporte le moine Anianus dans sa chronique. Quant au premier jour, les anciens, dès le commencement, le consacrèrent au soleil; ensuite d'après la position de leurs intersphères, ils affectèrent une planète à chaque jour. Le second jour était consacré à la lune, le troisième à Mars, le quatrième à Mercure, le cinquième à Jupiter, le vendredi à Vénus et le septième à Saturne.

QUATRIÈME SECTION

DES MOIS.

Dans les livres anciens, ce n'est pas seulement chez les peuples de langue différente, comme les Grecs, les Romains, les Égyptiens, les Syriens (2), les Hébreux, les Sarrasins, les Indiens, les Perses, les Arméniens, les Sogdiens, que l'on trouve des mois

(1) Ps. XIX, ŷ. 5. — D'après Dion Cassius (XXXVII, 18), les Grecs et les Romains ne connaissaient pas la semaine avant le règne des Antonins.

(2) Désigne les Assyriens et les Chaldéens. Quant au mot Chaldéen qu'on trouve quelquefois dans Bar-Hebræus, il désigne le plus souvent une école : les astrologues. Voir *Al-Fergani*, notes de Golius, p. 17.

différents, mais, même les habitants de chaque pays, se servirent séparément de mois particuliers à certains moments (1) comme en témoignent les chroniques, à savoir les Tyriens, les habitants de Sidon, les Cypriotes, les Cappadociens, les Athéniens, les habitants de l'île de Rhodes, les Bithyniens, les Éphésiens, les Lyciens, les Séleuciens, les Macédoniens, ceux de Balbek et beaucoup d'autres. Comme une description détaillée sur ce sujet appartient à un autre traité, il suffira de dire que tout mois [**190**] est solaire ou lunaire.

Les *mois solaires* sont artificiels et pas naturels; on le voit par ce fait que, selon le degré de perfection des divers peuples, le nombre des jours des mois solaires changea aussi; quelques-uns donnèrent trente jours au mois, d'autres plus que trente et d'autres moins que trente. Parmi les derniers nous citerons les Romains, les Grecs, les Édesséniens et les Syriens (2).

Les Édesséniens reçurent des Hébreux les noms de leurs mois, mais quant au nombre des jours de chaque mois, ils l'empruntèrent aux Grecs et aux Romains et non aux Hébreux. Et parmi les peuples qui donnèrent trente jours à chaque mois solaire, ni plus ni moins, nous citerons les Égyptiens, les Perses et les Arméniens.

Les *mois lunaires* sont fondés sur la nature et non sur une convention. On le voit par ce fait qu'ils vont d'une conjonction lunaire à la suivante ou d'une phase (3) à la suivante, aussi on trouve la même mesure pour tout mois lunaire. Entre deux conjonctions avec le soleil, il y a vingt-neuf jours et demi et un petit accroissement. Aussi, on compte un mois de trente jours, et le suivant de vingt-neuf. Les peuples à mois lunaires sont les Hébreux, les Sarrasins (4), les Hindous, les Chinois, les Turcs,

(1) Voir dans Al-Fergani, p. 3, etc., les noms des mois arabes, syriens, perses, égyptiens.

(2) Avant Ptolémée Philadelphe, roi d'Égypte (an 28 d'Alexandre), les Syriens se servaient de mois lunaires. (Land, *Anecdota syriaca*, I, p. 45.)

(3) Nouvelle lune. « Les Mahométans comptent les mois de l'hégire d'une nouvelle lune à la nouvelle lune suivante. » (Oloug-Beg, *Prolégomènes*, II, p. 11. Voir aussi une note de Golius sur Al-Fergani, p. 12 à 15. Voir ci-dessus, I, ch. VII, sect. 3, la définition de la *phase* : c'est *la première apparition de la lune à sa sortie des rayons solaires.*)

(4) D'après quelques-uns, شرقي vient du chaldéen סַרְקָא, d'où l'arabe الشرقي, l'Oriental. Assemani en fait le nom d'une région de l'Arabie, *B. O.*, III, II, 567. Voir ci-dessus, I, VIII, 9 (p. 104).

et d'autres barbares. Et tous commencent le mois à la conjonction, à l'exception des Sarrasins qui comptent les mois et règlent les jeûnes et les fêtes d'une phase à la suivante.

[191] CINQUIÈME SECTION

DES ANNÉES.

Les années sont solaires ou lunaires. *L'année solaire* est le temps que met le soleil, partant d'un point du zodiaque, pour revenir en ce même point en vertu de son mouvement direct d'occident en orient (1). Comme cette année est naturelle, il serait juste de mettre son commencement au point du printemps, mais les peuples, allant contre la loi de la nature, mirent le commencement de l'année à d'autres époques. Les Romains mettent leurs calendes au commencement du second Conoun (2), les Grecs, durant la gentilité, commencèrent l'année avec le premier Teschri (3) et, depuis le christianisme, avec le mois d'Élul (4); les Syriens, avec le premier Teschri; les Égyptiens, le vingt-neuvième jour de Ob (5), les Perses avec le mois Ferverdin (6), et les Arméniens, le sixième jour de ce mois.

On reconnaît que cette année est naturelle et pas artificielle, à ce fait qu'elle est déterminée par un cercle complet du mouvement propre du soleil. Aussi, on lui trouva pour unique grandeur, sans aucune divergence, 365 jours un quart à peu près. Quant à ces cinq jours, les Grecs, les Romains et les Syriens les ajoutèrent à l'un et à l'autre des mois de l'année. Quant au quart de jour, tous les quatre ans (qui constituent une Olympiade), ils ajoutèrent un jour au mois de Schebat (7). Et cette année de 366 jours était nommée intercalaire (8). Les Égyptiens, les Perses

(1) On la définit aussi, et Ptolémée (*Almageste*, III, 2) la définit déjà, par le retour du soleil *au même équinoxe*. Les deux définitions diffèrent de la précession des équinoxes.

(2) Janvier.

(3) Octobre.

(4) Septembre.

(5) Août.

(6) V. Al-Fergani, p. 4 : فرور دين ماه; Albirûni, p. 82. et Al-Battâni, ch. XXXII.

(7) Février.

(8) Le manuscrit porte en marge : « (Pour savoir si une année est bissextile). On ajoute un aux années d'Alexandre et on divise par quatre : si la

et les Arméniens ajoutèrent les cinq derniers jours à la douzième lune, [**192**] et les nommèrent ἐπαγομεναί, c'est-à-dire ajoutés. Et à cause du quart de jour complémentaire, ils avaient tous les quatre ans un jour en moins (1). Aussi, quand César Auguste subjugua les Égyptiens, il leur fit ajouter aux épagomènes un jour tous les quatre ans. D'autres, qui ne se servaient pas d'Olympiades, ajoutaient tous les cent vingt ans un mois à la dernière année. En effet, les quarts de jour oubliés forment alors trente jours. D'autres ajoutaient, tous les 1460 ans (2), une année formée des quarts de jour négligés.

L'année lunaire est la réunion de douze mois lunaires. Sa grandeur est de 354 jours $+\frac{1}{5}+\frac{1}{6}$, c'est-à-dire + 22′, si le jour en comptait soixante. La somme de ces deux fractions nous donne le rapport $\frac{11}{30}$. Ainsi, tous les trente ans, ce résidu donnait onze jours qu'on appelait intercalaires (3).

Aussi les savants allongent (d'un jour) onze années lunaires sur trente, et donnent trente jours à leur douzième mois qui sans cela n'en aurait que 29.

Comme les Sarrasins musulmans commencent leurs mois à la phase (4) de la lune, ils ne fixèrent pas de règle pour ces accroissements, [**193**] mais il leur arriva de donner trente jours à deux ou trois mois de suite ou de les diminuer d'un jour. — Aussi leur comput lunaire est défectueux et peu s'en faut que les habitants de deux villes ne s'entendent pas quand ils s'en servent, parce qu'ils ne voient pas la nouvelle lune au même instant. On voit que cette année n'est pas naturelle mais artificielle, par

division est parfaite, c'est une année intercalaire ; s'il y a un reste, ce n'en est pas une. Cette règle est véritable, éprouvée, brève et belle. »

(1) Geminus (*Uranol.*, p. 33) affirme qu'ils ont fait cela à dessein, afin que les fêtes n'eussent pas lieu toujours à la même époque, mais pendant toutes les saisons et tous les jours de l'année. En effet, en quatre ans, elles retardent d'un jour sur le soleil, en 120 ans, d'un mois, etc. Voir d'autres causes dans Al-Fergani, notes, p. 28. Voir aussi *Mém. de l'Acad. des inscr.*, t. XXIV, 2e partie, p. 10. Cf. *supra* p. 92, note 1.

(2) C'est la période sothiaque, ainsi nommée de Sothis ou Sirius. Voir *Mém. de l'Acad. des inscr.*, t. XXIV, 2e partie. On y trouvera un mémoire de Letronne sur l'année vague des Égyptiens et les levers héliaques de Sirius.

(3) On lit en marge du manuscrit : « Les années intercalaires sont la 2e, la 5e, la 7e, la 10e, la 13e, la 15e, la 18e, la 21e, la 24e, la 26e et la 29e. Si nous divisons une année arabe par 30, et que le reste soit l'un de ces nombres, l'année est intercalaire ; sinon, elle ne l'est pas. »

(4) Voir ci-dessus, I, ch. VII, sect. 3.

ce fait qu'elle ne correspond pas à une révolution complète de la lune partant d'un certain point pour y revenir. Ainsi l'année solaire qui est naturelle a des mois artificiels, et l'année lunaire qui est artificielle a des mois naturels.

Comme l'année lunaire a à peu près onze jours de moins que l'année solaire, tous ceux qui cherchent à faire une année solaire avec des mois lunaires ajoutent un mois tous les trois ans, quand la déficience de l'année lunaire a formé un mois lunaire. Les Juifs doublent le mois Adar. L'année du redoublement, ils ont le premier et le second Adar, et quelquefois ils font cela au bout de deux ans, parce qu'en trois ans il ne manque pas seulement un mois lunaire, mais trois jours et demi en plus; quand les trois jours et demi ont constitué un mois, ils doublent un mois au bout de deux ans. Enfin les chrétiens, pour la détermination de leur jeûne, décrétèrent qu'il se terminerait à la Pâque des Juifs qui est proche de la pleine lune du Bélier et de la Balance (1).

[194] SIXIÈME SECTION

DES CYCLES (2).

La réunion des années qui s'ajoutent à elles-mêmes est appelée cycle, et ces cycles sont de trois genres, suivant qu'on les a établis pour désigner plus facilement un certain nombre d'années qui s'ajoutent entre elles, ou parce que, durant un certain intervalle de temps, une déficience se complète, ou parce que, durant un certain temps, deux ou plusieurs astres reviennent à leur première position.

Premier genre de cycles : par exemple le cycle de quinze ans nommé *indiction* qui commence le six de Pachon (3), c'est-à-dire le premier de Ior (4); et le cycle de douze ans dont se servent les Chinois et les Turcs. Ils donnent à ses années des noms d'animaux comme le rat, le taureau (5), le lièvre, le dragon, le serpent,

(1) Pâques est fixé au dimanche après la pleine lune qui suit l'équinoxe du printemps.

(2) Albirûni (p. 63) cite les cycles de 8, 19, 76, 95, 532 ans.

(3) Παχών, neuvième mois des Égyptiens.

(4) Mai.

(5) Bar-Hebræus omet ici le léopard (ou le tigre). Ces douze « tschi » des Chinois ou « tschagh » de Nassir-Eddin et d'Oloug-Beg désignent les douze

le cheval, l'agneau, le singe, la poule, le chien, le porc (1).

Second genre de cycles : par exemple le cycle de quatre ans nommé *Olympiade,* durant lequel le quart de jour en trop des années solaires fait un jour complet; et le cycle de 19 ans (2), durant lequel les jours de 19 années lunaires avec sept mois lunaires et leurs fractions (3), sont égaux aux jours de dix-neuf années solaires; et le cycle de 76 ans, c'est-à-dire de quatre multiplié par 19 [**195**], il est décrit dans l'*Almageste* et nommé *cycle de Calippe* (4). Durant ce cycle les trois quarts de jour qui sont en excès tous les 19 ans (du cycle précédent) font trois jours complets, et conservent l'égalité des jours de 78 années lunaires et quatre mois avec 76 années solaires.

Et le cycle de 20 ans qui ramène le même jour de la semaine au même jour de l'année, c'est-à-dire qu'on a alors un second commencement tout semblable au premier. Et cette période de 532 ans célèbre entre toutes, c'est-à-dire de 28 multiplié par 19 (5), après laquelle les quantités des deux ères, ses parties, arrivent à former un accord, c'est-à-dire un résultat entier; je veux dire qu'on obtient l'égalité des jours des années lunaires et de leurs mois, avec les années solaires et leurs jours intercalaires ainsi que l'identité des jours de la semaine (6). — Il sert à vérifier l'exactitude du comput de la Pâques.

heures du jour, ou les douze lunes, ou, comme ici, douze ans. Voir Sédillot, *Prolég. d'Oloug-Beg*, t. II, p. 9 et 230.

(1) Ce cycle d'années et ces noms se retrouvent au Cambodge. Voir Adhémar Leclère, *Le zodiaque cambodgien,* dans la *Revue scientifique* de décembre 1897, p. 715.

(2) De Méthon.

(3) Le manuscrit porte en marge : « *Remarque.* On appelle soixantième (fraction) les trois quarts de jour qui en 19 années solaires s'ajoutent aux jours complets; car en 16 ans, il y a quatre jours complets, et les trois autres années leur ajoutent trois quarts de jour. »

(4) Voir Hœfer, *Hist. de l'astr.*, p. 126. Méthon (433 av. J.-C.) avait rapporté d'Asie le cycle de 19 ans, appelé nombre d'or, pour établir une concordance entre les années solaires et lunaires. On s'aperçut qu'il n'était pas exact et Calippe le corrigea. Ce dernier cycle commença le 28 juin 330 av. J.-C. — Sur ces périodes de 19 et 76 ans, voir aussi Geminus, *Uranol.*, p. 37.

(5) Cette période fut imaginée en 562, par Moyse II Eghivartetsi et les savants de son temps. Elle est encore usitée en Arménie. V. *Nouvelle Biogr. générale* de Hoefer, art. Moyse. — Elle est décrite dans le manuscrit syriaque de Paris n° 277, intitulé : Calendrier selon le cycle de 532 ans.

(6) Cf. Delambre, *Astronomie*, t. III, p. 704 : Le cycle de *Méthon* (19 ans) ramène les nouvelles lunes aux mêmes jours de l'année solaire. Le

Troisième genre de cycles : par exemple le cycle de 20 ans, durant lequel les planètes supérieures Saturne et Jupiter viennent en conjonction dans l'un des signes du zodiaque. Cette conjonction a quelquefois lieu en dix-neuf ans (1); et le cycle de 240 ans, durant lequel ces deux planètes supérieures font douze conjonctions dans l'un de ces quatre triangles du zodiaque, [**196**] puis elles passent à un autre, c'est-à-dire du triangle du feu à celui de la terre, puis de l'air, puis de l'eau (2); et le cycle de 960 ans après lequel ces deux planètes supérieures se réunissent au commencement du Bélier; et le cycle de 30 ans, après lequel les deux mauvaises planètes (3), Saturne et Mars, se réunissent dans le Cancer qui est la maladie de Saturne et l'abaissement de Mars (4); et cette ère de 360.000 ans, après laquelle les sept planètes se réuniront au commencement du Bélier (5); et cette invention des Mages sur la fin du monde, quand il sera arrivé à la fin et à la consommation il recommencera à être, et, d'après leur calcul, en cette année 1590 de Séleucus, se sont écoulées 184.380 années depuis le commencement de la création (6).

Les Chinois tracent à leurs ères des limites plus larges que les Mages. Ils les font de 360 mille myriades d'années, et, d'après leur calcul, en cette année dont je viens de parler, 800.864 my-

cycle de 28 ans ramène les jours du mois aux mêmes jours de la semaine, le cycle de 532 ans ramène les nouvelles lunes aux mêmes jours du mois et de la semaine. C'est la période *Dionysienne*, ainsi appelée du nom de Denys le Petit.

(1) C'est à ce cycle que Bar-Hebræus rattachait les grands événements de sa vie, y compris sa mort. (*Chronique ecclésiastique*, II, col. 466-468.)

(2) Le manuscrit porte en marge : « *Remarque.* Le triangle du feu se compose du Bélier, du Lion et du Sagittaire. Celui de la terre se compose du Taureau, de l'Épi et du Capricorne; celui de l'air, des Gémeaux, de la Balance et du Verseau; et celui de l'eau, du Cancer, du Scorpion et des Poissons. »

(3) Voir Sextus Empiricus, *Adversus mathematicos,* ch. XXI, *adversus astrologos*. Jupiter et Vénus étaient bienfaisants, Mars et Saturne malfaisants et Mercure l'un et l'autre.

(4) Voir ci-dessus, p. 117. — Voir Firmicus, liv. II, ch. III : « De altitudinibus et dejectionibus ».

(5) Voir *Chronique syriaque*, éd. Bedjan, p. 369. Les sept planètes à l'exception de Mars se réunirent, en 1497, dans la Balance.

(6) On trouve des détails analogues dans Akber. Cf. Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, p. 229. Il appelle cette ère l'ère astrologique. Bardesane (cf. *Le livre des lois des pays*, p. 57 de notre édition, chez Leroux, Paris) donne aussi les durées des révolutions des diverses planètes et les rattache à ses idées eschatologiques.

riades d'années moins 247 ans se sont accomplies depuis la création. — Mieux que tout cela encore, les Hindous barbares prétendent follement que la nature est le créateur. Celui-ci a vécu cent ans : chaque année a 360 jours. Le jour comprend 400.000 myriades d'années humaines, et la nuit en comprend encore autant. Ils disent que durant le jour il meut les astres [**197**] et entretient les animaux et les plantes. La nuit il se repose, et repose aussi les créatures du mouvement et des soucis. Puis il met de nouveau tout en mouvement et en repos jusqu'à la fin de sa vie. Les cent grandes années sont appelées par eux années *divines*. Après cela viendra une autre nature semblable à la précédente, la fin de l'une sera le commencement de l'autre, et ainsi les natures créatrices s'engendrent les unes les autres à l'infini. — Les Égyptiens aussi, dans le paganisme, avaient une grande quantité de fables et d'inepties. Ils affirmaient l'existence de dieux et de demi-dieux, de mânes et de mortels (1).

Je ne crois pas que celui qui connaît les fantaisies indiennes s'étonne beaucoup de ce qu'a écrit Apollodore (2), par exemple qu'Alorus (3), premier roi Chaldéen, régna à Babylone durant dix Saros. Chaque Saros comprend 3.000 ans. Il affirmait que dix rois avaient ainsi régné en Chaldée l'un après l'autre durant 120 Saros, qui font 43 myriades d'années et 2.000 ans.

Le grand Eusèbe de Pamphile suppose qu'ils appelaient les mois années (4) parce que la lune décrit en un mois un cercle complet d'un mouvement direct en dehors du zodiaque, comme le soleil décrit en un an un cercle complet d'un mouvement direct sur le zodiaque (5). Il n'est donc pas étonnant qu'on ait appelé le mois année. Et Anianus (6), moine d'Alexandrie, [**198**] imagina que ces années chaldéennes n'étaient pas même des mois mais des jours, parce que le soleil décrit en un jour, d'un mouvement rétrograde, un cercle (parallèle) à l'équateur comme

(1) Cf. Eusèbe, *Chronicon*, Proœmium, § 3.

(2) Mentionné dans Eusèbe, *Chronique*, I, ch. I. Les noms des dix rois sont dans Bar-Hebræus, *Chron. syr.*, éd. Bedjan, p. 4, au bas.

(3) Ἀλῶρος.

(4) Voir Eusèbe, *Chronique*, liv. I, ch. II.

(5) On trouvera des hypothèses analogues dans : *Revision et reconstitution de la chronologie biblique et profane*, par l'abbé Dumax, Paris, 1886. Dans le 1er fascicule, p. 126 et 181, il affirme que le saros est la période de révolution des nœuds de la lune.

(6) Postérieur d'un siècle à Eusèbe, Harles, *B. G.*, VII, p. 444.

il décrit en une année, d'un mouvement direct, un cercle du zodiaque.

En conséquence les anciens ne mentaient pas en appelant le jour année.

SEPTIÈME SECTION

DE LA CHRONOLOGIE (1).

On a coutume de prendre pour origine de la chronologie une époque célèbre, qui vit paraître dans le monde une chose extraordinaire et étonnante, comme la venue d'un prophète, ou l'avènement d'un roi puissant et redouté qui courba les peuples sous le joug de sa puissance, ou même un événement naturel, s'il est pénible et affligeant, comme une inondation, ou un incendie, ou une mortalité, ou quelque autre catastrophe. Et, quand une chronologie devient trop longue, on en commence une autre qui sera ainsi plus courte. On a un exemple de ceci chez les Hébreux qui comptaient d'abord le temps depuis le commencement de la création et la formation de la terre, puis cela devenant difficile et pénible à retenir, Moyse, prince des prophètes, prit une ère plus proche de lui et commença à écrire du déluge qui eut lieu au temps de Noé. — Puis ceux qui furent jugés dignes d'entrer en possession de la terre promise, au temps des juges, écrivirent à partir de la sortie d'Égypte des fils d'Israël. Plus tard, au temps des rois, ce fut à partir de la construction du temple que Salomon bâtit à Jérusalem. Puis, durant la captivité de Babylone, ce fut à partir de la première destruction [**199**] du temple que brûla Nabuzardan, chef des troupes de Neboucadnesar.

Ensuite pour ceux qui revinrent de la captivité et leurs enfants, dans leurs générations, ce fut à partir de la reconstruction du temple par Zorobabel et Jésus fils de Josédek, que Cyrus roi de Perse envoya à Jérusalem. Puis ce fut à partir de la sortie de Macédoine d'Alexandre fils de Philippe le Macédonien; puis à partir de la dernière destruction de Jérusalem par Titus fils de Vespasien César, quarante ans après l'ascension de Notre-Seigneur.

Ptolémée dans l'*Almageste* détermine les mouvements des astres par rapport au commencement du règne de Naboucadnesar.

Ce Neboucadnesar est Salmanazar qui campa durant trois ans devant Samarie, s'en empara et emmena dix tribus en captivité en Assyrie, cent trente ans avant le Neboucadnesar qui prit Jéru-

(1) Cette section est développée dans Albirûni, p. 16-43.

salem (1). Ptolémée détermina aussi les mouvements célestes par rapport à la mort d'Alexandre le Constructeur (2) fils de Philippe, il catalogua les étoiles fixes pour le commencement du règne d'Antonin César. Théon d'Alexandrie, dans ses remarquables tables manuelles (3), prit pour origine le commencement du règne de Philippe Arrhidœus (4) qui régna en Macédoine après Alexandre.

Les chronologies dont se servent les peuples voisins peuvent se ramener à six. — L'une, dont se servent les Grecs, part d'Adam. Il y a ici divergence d'opinion, la plus suivie de nos jours est celle de Théophile d'Édesse (5). [**200**] La seconde est la nôtre, à nous autres Syriens. Elle commence avec le règne de Séleucus Nicator, c'est-à-dire le victorieux, la treizième année de la mort d'Alexandre, bien qu'on l'appelle ère d'Alexandre. La troisième est l'ère des Égyptiens qui commence avec le règne de Dioclétien, dernier empereur païen à Rome; quelques-uns la font commencer à la dix-neuvième année de son règne, en laquelle il détruisit les églises, brûla les livres des chrétiens, et fit mourir dans les tourments un grand nombre de ceux qui ne voulurent pas sacrifier aux idoles, aussi on l'appela l'ère des martyrs, et Timocharis s'en servit pour son livre du Canon. — La quatrième est celle des Arméniens, qui commence au temps de leur évangélisation. — La cinquième est celle de l'hégire, dont se servent aujourd'hui les Arabes (6). — La sixième est celle des Perses; elle commence à la mort d'Isdegerd, dernier roi des mages (7).

(1) « L'ère suivante est celle du premier Nebukadnezar (Nabonassar). La forme persane de ce mot est Bukht-Narsi (Bukhtanessar)... Ce n'est pas celui qui dévasta Jérusalem; entre ces deux est un intervalle de près de (about) 143 ans. » (Albirûni, p. 31.) — Ptolémée se sert de l'ère de Nabonassar qui est antérieure de 747 ou 746 ans à la nôtre. Les traducteurs arabes de l'*Almageste* écrivirent *Neboucadnesar* au lieu de *Nabonassar*. Enfin Bar-Hebræus identifie ce dernier avec Salmanasar.

(2) Ce surnom est donné par Théon à Alexandre, Ἀλέξανδρος ὁ κτίστης. Cf. Al-Fergani, p. 60. — Item : Alexander the Founder, dans Albirûni, p. 32.

(3) Κανόνες πρόχειροι. On en trouvera l'analyse dans Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, II, p. 616.

(4) Philippe Arrhidœus succéda en Macédoine à Alexandre. Il était fils de Philippe (père d'Alexandre) et d'une concubine.

(5) Il vivait sous Mahdi. Cf. Bar-Hebræus, *Chron. syr.*, éd. Bedjan, p. 126. Théophile mourut dix jours avant Mahdi, vers 785.

(6) Elle fut créée en 635, sous le khalifat d'Omar. Elle commence, pour les astronomes, le 15 juillet 622. Cf. Oloug-Beg, *Prolégomènes*, II, p. 231.

(7) Oloug-Beg la fait commencer au jour initial de l'année de l'avène-

Et pour déterminer simplement ces ères, nous dirons que le samedi, premier jour du premier Teschri, l'an 1590 de Séleucus, est le premier d'octobre, second mois des Romains, l'an 6797 du commencement de la création. C'est encore le 4 « pafé », second mois des Égyptiens, que les anciens appelaient Paophi, l'an 995 de Dioclétien; le 24 de Ahéki (1), neuvième mois des Arméniens, l'an 727 de leur évangélisation; le 12 du premier Goumada, cinquième mois des Arabes, l'an 677 de l'hégire; et le 23 [**201**] de Adur (2), neuvième mois des Perses, l'an 647 d'Isdegerd roi des mages (3).

CHAPITRE SIXIÈME

Mesure de la distance des astres à la terre (4).

Il y aura six sections.

PREMIÈRE SECTION

MESURE DE LA TERRE (5).

Si, dans une plaine unie, sans vallées ni collines, un homme mesure vers le nord sur le méridien jusqu'à ce que la latitude du

ment d'Isdegerd (*Prolégomènes*, II, p. 18). D'après Sédillot ce serait le 16 juin 632. D'autres auteurs arabes prennent pour origine la mort de ce prince, comme le fait Bar-Hebræus; cette ère commence alors l'an 31 de l'hégire (652 de J.-C.) (*ibidem*, II, p. 233). Voir une note de Golius sur cette divergence (Al-Fergani, notes, p. 56). Pour B.-H., l'année initiale de l'ère d'Isdegerd est bien l'an 632 de notre ère, il appelle donc mort d'Isdegerd ce que d'autres appellent avènement d'Isdegerd.

(1) Ou *Ahékan*. — Les mois arméniens portent maintenant les noms latins.

(2) Adurmah, ماه est le mot mois en persan.

(3) Nous avons ainsi, en l'an 1590 des Grecs, une différence de 943 ans entre l'ère d'Alexandre et celle d'Isdegerd et de 30 ans entre cette dernière et l'hégire.

(4) Ptolémée (*Almageste*, I, p. 326) pose bien le principe de la recherche des distances : « On ne peut avoir la distance des astres qui n'ont pas de parallaxe sensible. »

(5) Moïse Bar Képha dit que Dieu seul connaît la mesure de la terre, puis il rapporte les divers résultats des géomètres, pour montrer leur divergence. (*Manuscrit syriaque de Paris* n° 319, fol. 71.) Les uns, dit Moïse, trouvent pour la circonférence de la terre 32.400 milles; d'autres trouvent 27.000 milles; d'autres attribuent à la terre habitée seule 50.000 milles en longitude et 40.500 en latitude, etc.

lieu ou la hauteur du pôle nord varie d'un degré, l'espace qu'il a mesuré est une portion d'un grand cercle situé sur la terre et divisé en 360°. Donc en multipliant cet espace par 180, on aura celui qui est compris entre les points est-ouest.

On trouva pour cette longueur de grandes imperfections dans les mesures déjà faites; aussi Mamoun, roi éclairé et ami des sciences (1), envoya une troupe considérable de géomètres de son empire dans le désert de Schigar (2). Ils trouvèrent, comme longueur d'un degré, vingt-deux stades et deux neuvièmes de stade. Chaque stade est de trois milles, [**202**] chaque mille de 4.000 coudées, chaque coudée de 24 doigts et chaque doigt de six grains d'orge mesurés en mettant le ventre de l'un près de celui de l'autre (3).

En multipliant par 180 les stades que nous avons dits, on trouve au produit, pour la grandeur de la terre, du point ouest au point est, 4.000 stades, et le pourtour de la terre sera donc de 8.000 stades (4). Archimède démontra que le diamètre est au cercle comme 7 est à 22; c'est-à-dire que le rapport du diamètre au cercle est celui de 1 à $3 + \frac{1}{7}$, et la surface de toute la sphère est égale au pro-

(1) Fils de Haroun ar-Raschid, régna de 814 à 833. Voir Oloug-Beg, *Prolégomènes*, I, p. VIII. Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, p. 1.

(2) Singara dans Ptolémée; سنجار pour les Arabes. Cf. Al-Fergani, p. 72.

(3) Quelques auteurs ajoutent : chaque grain d'orge vaut six poils de mulet. (*Notices*, I, p. 55.) L'unité de mesure, bien que naturelle, n'en offre pas moins de grandes variétés; de plus, les auteurs qui rapportent cette mesure de la terre ne sont pas complètement d'accord. Il en est donc résulté de nombreuses controverses résumées dans Reinaud, traduction de la *Géographie d'Aboulféda*, t. I. On trouvera d'autres relations de cette mesure de la terre dans Aboulféda d'abord, puis dans Maçoudi (*Notices*, I, p. 49), dans Ebn Younis (*Notices*, VII, p. 94). On trouvera une étude complète sur les mesures des Arabes et la mesure de la terre, par Gosselin, dans *Académie des inscriptions*, Mémoires, t. VI, p. 128. Sévère Sabokt donne pour la circonférence de la terre اهليلجة حضب صعف آحه آحي ماني احقب (252.000 stades), et pour son diamètre le tiers de ce nombre, qu'il dit être de امنا آحي صعا احقب, 86.000 stades. Il faudrait 84.000. Voir Sachau, *Ined. syr.*, p. 132.

(4) On trouve en note dans le manuscrit : « *Remarque* I. Si on regarde le stade comme formé de 60° (il faut lire de 60 minutes), deux neuvièmes font treize minutes 20 secondes, parce que le neuvième de 60 est 6 minutes 40 secondes, et, en le doublant, on a bien 13 minutes 20 secondes.

« II. Si tu veux multiplier deux neuvièmes par 180, multiplie 2 par 180 et divise le résultat par 9, tu auras 40. »

duit de son diamètre par un grand cercle, c'est-à-dire par sa zone. En multipliant par 7 ces stades d'un grand cercle de la terre et divisant par 22, on obtient 2.545 stades pour la longueur du diamètre de la terre (1). En multipliant cette longueur par les 8.000 stades d'un grand cercle on trouve 2.000 myriades et 36 myriades de stades pour toute la surface de la sphère terrestre, c'est-à-dire pour sa superficie.

[**203**] Et, comme on mesure les sphères des astres à l'aide de la sphère terrestre, on mesure aussi les distances des astres à la terre à l'aide du rayon terrestre qui est de 1.273 stades. Comme la latitude de la terre habitée (2), c'est-à-dire l'inclinaison maximum de l'extrémité nord sur l'équateur, est égale au complément de l'inclinaison maximum de l'écliptique sur l'équateur (3), nous obtiendrons la latitude de la terre habitée en multipliant le nombre de stades de 1° ou 22 $\frac{2}{9}$ par le complément de l'inclinaison maximum ou 66° 25′ et nous aurons 1.476 stades pour la latitude de la terre habitée. Il est clair que sa longitude est la moitié d'un cercle, c'est-à-dire 4.000 stades. Archimède démontre encore que toute portion de la surface d'une sphère comprise entre deux grands cercles est égale au produit de l'inclinaison maximum qui est entre les deux par le diamètre de la sphère (4). Ainsi, en multipliant le nombre de stades de la latitude de la terre habitée par les stades du diamètre de la terre (5), nous trouvons 300 myriades et 756.420 stades pour la surface de la terre habitée, du point ouest au point est, et depuis l'équateur jusqu'à la limite en latitude de la terre habitée qui arrive à 66° $\frac{1}{4} + \frac{1}{6}$ au nord (6).

Ainsi est démontré ce que nous avons dit au commencement de cet écrit (7), que la hauteur d'une montagne d'un stade [**204**] comparée à la terre est comme la moitié du dixième de la lar-

(1) On trouve en marge dans le manuscrit : « *Remarque.* En multipliant par 7 les 8.000 stades d'un cercle de la terre, on obtient 56.000, puis en divisant par 22, on obtient 2.545 stades. »

(2) Bar-Hebræus prend le cercle polaire pour extrémité de la terre habitée.

(3) C'est-à-dire : la latitude du cercle polaire est le complément de l'obliquité de l'écliptique.

(4) $\frac{4\pi r^2}{2\pi} = \frac{x}{\omega}$; d'où $x = 2r^2\omega = r\omega . 2r$.

(5) Bar-Hebræus évalue la surface de la zone limitée par deux grands cercles, dont l'un est l'équateur, tandis que l'autre est tangent au cercle polaire.

(6) C'est 66° 25′ comme précédemment.

(7) Cf. I, 1, 3 (p. 8).

geur d'un seul grain d'orge comparé à une coudée, car le rapport d'un stade aux 2.545 stades du diamètre de la terre est précisément celui de la largeur du vingtième d'un grain d'orge à la largeur des grains d'orge contenus dans une coudée (1). Si on multiplie le nombre des grains d'orge d'une coudée par soixante et que l'on divise ce produit par la somme des stades ($\frac{8640}{2545}$), on obtient trois soixantièmes de la largeur d'un grain d'orge et le rapport de cette quantité à la coudée est égal au rapport d'un stade à la terre.

DEUXIÈME SECTION

DISTANCE DE LA LUNE AU CENTRE DE LA TERRE.

On a connu de tout temps la distance de la lune ou d'une planète quelconque au centre de la terre, en prenant pour unité la soixantième partie du rayon de leur déférent, pour calculer leurs inégalités. — Il n'en fut pas de même pour le rapport des distances de deux ou de trois ou de toutes simultanément entre elles; quelle est la plus éloignée? de combien est-elle plus éloignée que sa voisine? — Il n'en fut pas de même non plus pour la mesure de toutes les distances avec une seule unité. On a mesuré d'abord le rayon de la terre, puis, avec son aide, on mesura habilement toutes les autres distances.

[**205**] Ptolémée, voulant mesurer la distance de la lune à l'aide de cette unité, l'observa à sa plus petite hauteur sur le cercle méridien (2) et trouva 50° 55′ pour sa distance apparente au zénith.

Il se servait pour cela d'un instrument à deux fentes qu'il fabriqua le premier pour l'observation de la parallaxe (3).

La distance zénithale vraie de la lune (4) pour la ville d'Alexandrie, dont la latitude est de 30° 58′, était alors de 49° 48′. La diffé-

(1) Dans une coudée il y a 144 grains d'orge $\frac{1}{20} \times \frac{1}{144} = \frac{1}{2.880}$, ce qui n'est pas bien loin, en effet, de $\frac{1}{2.545}$.

(2) *Almageste*, V, ch. XIII. Éd. Halma, I, p. 332.

(3) Voir sa description dans Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, II, p. 208. On lui donne le nom de règles parallactiques.

(4) Le manuscrit porte en marge : « *Remarque.* La distance vraie s'obtient en calculant la position de l'astre par rapport au centre de la terre et non par rapport au point de la surface où est le lieu d'observation. »

rence entre les distances zénithales vraie et apparente est de 1° 7′. C'est la parallaxe de la lune pour ce moment-là.

Pour comprendre cela, fais une figure avec trois cercles (1). AB est un grand cercle sur la terre, GD est le cercle sur lequel est la lune, EK est le cercle de hauteur. Le point A est le lieu d'observation, les deux points G E sont au zénith. Au point D est la lune. La ligne CK part du centre de la terre, la ligne AT part du lieu d'observation, et AL est perpendiculaire (sur CK). — L'arc KT, c'est-à-dire l'angle KDT ou son égal ADC, est la parallaxe de la

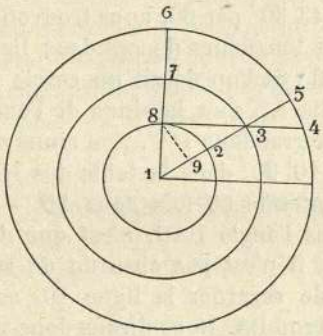


Fig. 32

1. C. Centre de la terre. — 2. B. — 3. D. Lune. — 4. T. — 5. K. — 6. E. — 7. G. — 8. A. lieu d'observation. — 9. L.

lune. L'angle ACB, c'est-à-dire la distance zénithale vraie de la lune, est de 49° 48′.

La droite AL qui est le sinus de cet angle, sur le cercle de centre C et de rayon AC, vaut, dans la table des sinus, 45° 49′ $\frac{1}{2}$. — Comme l'angle ALC est droit ou de 90°, si l'on retranche ACL de 90°, il

(1) Le raisonnement qui suit n'est intéressant qu'au point de vue de l'histoire des sciences. Il montre la peine que prenaient les anciens pour faire un changement d'unité, et l'importance *de l'écriture* pour les calculs. Car les calculs, formulés par Bar-Hebræus en langage ordinaire, peuvent à grand'peine être suivis, tandis qu'à l'aide de nos formules, ils se réduisent à ce qui suit :

On cherche CD = CL + LD.

Or CL = cos ACL = cos 49° 48′, car AC = 1.

De même LD = AL cotg ADL = AL cotg. 1°, 7′.

Or AL = sin 49°, 48′ Donc :

$$CL + LD = \cos 49° 48', + \sin 49° 48' \times \frac{\cos 1° 7'}{\sin 1° 7'}$$

reste 40° 12′ pour l'angle LAC parce que la somme des trois angles d'un triangle est égale à deux droits, c'est-à-dire à 180°. — Si l'on considère le cercle de centre A et de rayons AC, la ligne LC est le sinus de l'angle CAL, et sa grandeur de 38° 43′ $\frac{1}{2}$.

Alors nous dirons : le rapport de AL qui est 45° 49′ 30″ [**207**] à AC, qui est 60°, est égal au rapport de l'inconnue AL, à AC qui est 1 (1). On divise donc 45° 49′ 30″ par 60 et on trouve AL qui est 46′, par rapport à AC, rayon de la terre pris pour unité. — Nous dirons de même : Le rapport de LC qui est 38° 43′ 30″ à AC qui est 60 est égal au rapport de l'inconnue LC à AC qui est 1. — Donc divisant 38° 43′ 30″ par 60, nous trouvons LC qui est 0° 39′. — Connaissant les longueurs de ces deux lignes AL et LC, Ptolémée continue (2) : Si l'on décrit un cercle de centre D et de rayon DA, la droite AL sera le sinus de l'angle ADL qui est la parallaxe et a pour grandeur 1° 7′. Son sinus est donc AL, qui a pour longueur 1° 10′ 30″ dans la table des sinus, par rapport à l'unité qui est contenue 60 fois dans AD. — Et comme l'angle DAL, compris dans l'angle DAC, n'est que de 1° 7′ inférieur à l'angle droit ALC, il n'est pas absurde de supposer isocèle le triangle ADL et de regarder la ligne DL comme égale à 60° aussi bien que la ligne DA. Nous dirons donc : Le rapport de AL qui est 1° 10′ 30″, à DL qui est 60°, est égal au rapport de AL qui est 0° 46′ (AC étant l'unité) [**208**] à l'inconnue DL (rapportée à cette même unité). — Multipliant alors 60° par 46′ et divisant le résultat par 1° 10′ 30″, on obtient DL qui est 39° 6′, AC rayon de la terre étant un degré. Si l'on ajoute à cette quantité 39′, c'est-à-dire la longueur LC rapportée à la même unité, on aura toute la longueur DC, c'est-à-dire la distance de la lune, lors de cette

ou bien en réduisant,

$$CL + LD = \frac{\sin 50° 55'}{\sin 1° 7'}$$

d'où
$$\log [CL + LD] = 1{,}60022$$

et
$$CL + LD = 39{,}83,$$

AC étant l'unité. Bar-Hebræus trouve 39,75, p. 183.

(1) On trouve en note dans le manuscrit : « AL est connu en fonction de l'unité contenue 60 fois dans AC, mais pas en fonction de AC pris lui-même pour unité. Euclide a démontré que si le troisième terme (d'une proportion) est inconnu, on multiplie le premier par le quatrième et on divise le produit par le second, le résultat est le troisième. Comme le quatrième est ici l'unité, on prend le premier tel qu'il est, et comme il est moindre que 60°, on ne le divise par 60 qu'après avoir réduit ses degrés en minutes. »

(2) *Almageste*, I, p. 334.

observation pour laquelle la lune était près de la distance moyenne sur l'épicycle. C'est 39° 45′, c'est-à-dire 39 fois $+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}$ le rayon de la terre (1). Par un procédé analogue, on trouve les rayons du déférent [209] et de l'épicycle et la longueur du segment compris entre les centres du déférent et de l'oblique, le tout rapporté au rayon de la terre pris pour unité. On trouve 64 fois $+\frac{1}{6}$ pour la distance maximum de la lune au centre de la terre, quand l'épicycle est à l'apogée et la lune au khougto (2), et 33 fois + 33′ le rayon de la terre pour la plus petite distance, quand l'épicycle est au périgée et la lune au khézo. Si nous multiplions cette plus petite distance par le nombre de stades que comprend le rayon de la terre, nous aurons pour la plus petite distance de la lune au centre de la terre, c'est-à-dire pour le rayon du monde de la génération et de la corruption, quatre myriades et 2.709 stades (3). Et, à partir de la surface de la terre, 4 myriades et 1.436 stades.

TROISIÈME SECTION

DISTANCE DU SOLEIL AU CENTRE DE LA TERRE.

Pour traiter cette question les anciens se servaient d'un instrument de mesure semblable à l'instrument Talgiro, et des levers équinoxiaux. Hipparque, qui vint plus tard, ne s'arrêta pas à leur manière d'opérer, mais fabriqua un instrument à deux trous (4),

(1) Ou 39,75. Bar-Hebræus après Ptolémée prend pour la lune une parallaxe trop forte, il trouve donc une distance trop faible. Cette distance de la lune à la terre varie de 55 à 63 fois le rayon terrestre.

(2) Cette distance maximum est à peu près exacte.

(3) Le manuscrit porte en note : « Si tu veux multiplier 33′, c'est-à-dire un demi-degré, et la moitié de la dixième partie d'un degré par les stades du rayon de la terre, prends la moitié du rayon de la terre et la moitié du dixième et ajoute cela à ce que tu as obtenu en multipliant par 33° les stades du rayon de la terre, tu auras quatre myriades et 2.709 stades. » (On a pris 35′ au lieu de 33.)

(4) Un dioptre. Paraît être l'instrument décrit, *Alm.*, V, p. 328 : « Nous avons implanté sur l'une de ces règles, vers ses extrémités, de petites pinnules prismatiques..., percées chacune d'un trou juste en leur centre... » Cependant le texte de l'*Almageste* correspondant à celui de Bar-Hebræus se trouve à la page 339, *livre* V : « Nous avons rejeté toutes les manières usitées de procéder dans cette recherche, tant celle qui mesure par l'écoulement de l'eau que celle qui emploie les temps dans les levers équinoxiaux... Nous avons construit l'instrument décrit par Hipparque... »

et s'en servit. [**210**] Ptolémée aussi, autant qu'il le put, chercha, par son exactitude, à écarter toute cause d'erreur de cet instrument, il arriva plus directement à son but par la considération de deux éclipses de lune des Chaldéens pour lesquelles la lune était à sa distance maximum de la terre. — Il dit que l'une eut lieu la cinquième année de Nabopolassar qui est la 127e année de Neboucadnesar (1). Il y eut éclipse d'un quart du diamètre de la lune dont la latitude était 48′ $\frac{1}{2}$. La seconde eut lieu la 17e année de Cambyse (2) qui est la 225e de Neboucadnesar. Il y eut

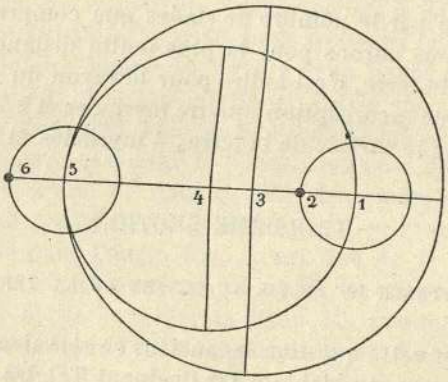


Fig. 33.

1. Centre de l'épicycle au périgée. — 2. Lune au khézo (périgée de l'épicycle) à la plus petite distance. — 3. Centre de la terre. — 4. Centre du déférent. — 5. Centre de l'épicycle à l'apogée. — 6. Lune au khougto (apogée de l'épicycle) à la plus grande distance.

éclipse du demi-diamètre de la lune dont la latitude était 40′ $\frac{2}{3}$. La différence entre les deux latitudes est de 7′ 50″. Le quart du diamètre de la lune (dans la première observation) est la corde de cette différence, et tout le diamètre est une corde de 31′ $\frac{1}{3}$ à la distance maximum de la terre. Dans la seconde éclipse, le centre de

(1) Nabonassar. Cf. *Almageste*, V, p. 340, et Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, II, p. 214. Voir ci-dessus, ch. v, 7e section (p. 176), où Bar-Hebræus affirme que ce Nabonassar ou Neboucadnesar est Salmanasar qui prit Samarie.

(2) Il faut lire *la septième*. Voir *Almageste*, V, p. 341. Le texte cunéiforme fut publié par le P. Strassmaier. Voir : *Un annuaire astronomique babylonien traduit en partie en grec par Ptolémée*, par J. Oppert, 1890.

la lune était sur le cercle d'ombre et comme le centre du cercle d'ombre est constamment sur le zodiaque, il s'ensuit nécessairement que la latitude de la lune est alors égale au rayon de l'ombre, c'est-à-dire un peu moins de deux fois et $\frac{3}{5}$ le rayon de la lune. Comme une observation soutenue montra que le rayon du soleil, aux distances maximum et minimum, est toujours égal à celui de la lune à sa distance maximum, Ptolémée décréta et décida que le diamètre du soleil à sa moyenne distance (de la terre) est égal au diamètre de la lune quand elle est à sa distance maximum et non quand elle est à sa distance moyenne, comme le pensèrent les anciens. Cela posé, il décrivit trois grands cercles

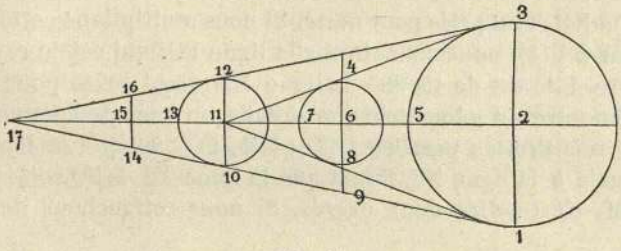


Fig. 34.

1. G. — 2. D. Soleil. — 3. A. — 4. H. — 5. B. — 6. T. — 7. Z. — 8. K. — 9. S. — 10. M. — 11. N. — 12. C. — 13. L. — 14. Q. — 15. F. — 16. I. — 17. X.

dont les centres [**211**] sont en ligne droite comme l'indique la figure suivante (1).

Le soleil est le cercle ABG de centre D, la lune à sa distance maximum est le cercle HZK de centre T. On ne la considère pas au moment de l'éclipse, mais entre le soleil et la terre. La terre est le cercle CLM de centre N; le diamètre de l'ombre est IFQ. Il est

(1) On cherche $\overline{ND}$ avec l'hypothèse NM = 1.

On connaît : $\overline{NT} = 64 + \frac{1}{6}$ et $\overline{TNK} = 15'\,40''$.

On sait que $\overline{FQ} = 2{,}6\ \overline{TK}$.

Or, dans le triangle NTK :

$$\overline{TK} = \overline{NT}.\ \text{Tg}.\ \overline{TNK} = 0{,}29244,$$

puis $\overline{FQ} = 2{,}6 \times \overline{TK} = 0{,}760344$, mais par hypothèse NF = NT.

Donc : TS + FQ = $\overline{2NM}$ = 2, puisque NM est pris pour unité, d'où l'on tire KS = 0,947216.

évident que la lune sera en cet endroit (IFQ) au moment d'une éclipse à la distance maximum (1). Ainsi NF = NT ou 64° $\frac{1}{6}$. La ligne NM, rayon de la terre, est de 1°. Et comme l'angle ANG du diamètre de la lune, qui est égal pour le spectateur à celui du soleil, a été trouvé de 31′ $\frac{1}{3}$, l'angle TNK, qui est sa moitié, sera de 15′ $\frac{2}{3}$. On démontre en géométrie que le rapport de la ligne NT qui est de 64° 10′ par rapport à NM [**212**], rayon de la terre pour unité, est à TK inconnu et rapporté à la même unité comme le sinus de l'angle NKT, qui est 60 (2), est au sinus de l'angle TNK (3), qui est 16′ 24″. Si nous multiplions 64° 10′ par 16′ 24″, et si nous divisons le résultat par soixante, nous obtenons la ligne TK, c'est-à-dire le rayon de la lune à la plus grande distance. Il est de 17′ 33″, la ligne NM étant prise pour unité. Si nous multiplions cette quantité par 2 $\frac{3}{5}$ (4), nous connaîtrons la ligne FQ, qui est le rayon de l'ombre. Elle est de 45′ 38″, la ligne NM étant prise pour unité. On démontre en géométrie que si dans un triangle comme SXT, on a trois droites parallèles (TS, NM, FQ), et que la ligne NT soit égale à la ligne NF, il faut que la ligne TS + FQ soit double de NM, c'est-à-dire deux degrés. Si nous retranchons de cette

Puis les deux triangles NGM et NGD donnent :

$$\frac{NM}{KS} = \frac{NG}{KG} = \frac{ND}{TD}$$

Donc :

$$\frac{NM}{KS} = \frac{ND}{ND - NT}$$

d'où

$$ND = \frac{NT \times NM}{NM - KS} = \frac{64,\frac{1}{6}}{0,052784}.$$

Enfin

$$ND = 1215.$$

Bar-Hebræus, comme Ptolémée, trouve 1.210. Cette note remplace tous les calculs de cette section.

(1) Les deux éclipses dont se sert Ptolémée ont lieu à cette distance maximum. Voir ci-dessus (p. 184).

(2) On trouve en note dans le manuscrit : Il ne peut y avoir deux angles droits dans un triangle, or ici dans le triangle KTN, l'angle en T étant droit, on dit que l'angle en K est droit aussi. Cela tient à l'égalité apparente du soleil et de la lune, mais n'a pas lieu en réalité, aussi on dit que le sinus de l'angle K est de 60.

(3)

$$\frac{NT}{TK} = \frac{\sin \overline{NKT}}{\sin \overline{TNK}}.$$

Les valeurs des sinus étaient données par des tables en minutes et secondes, comme elles le sont dans les nôtres par leur logarithme.

(4) On a vu en effet, p. 185, que le rayon de l'ombre à la seconde éclipse est égal à la latitude de la lune, qui est de 40′ $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire à 2 fois $\frac{3}{5}$ le rayon de la lune qui est de 15′ $\frac{2}{3}$.

quantité la ligne FQ qui est 45′ 38″, puis si du résultat 74′ 22″ (TS) nous retranchons encore la ligne KT qui est de 17′ 33″, il reste la ligne KS qui est de 56′ 49″. Et d'après la règle géométrique suivante : quand deux lignes parallèles KS et NM appartiennent à un triangle GNM, le rapport de NM à KS est égal [213] au rapport de NG à KG, qui est égal au rapport de ND à TD. — Si nous supposons la ligne ND égale à un degré, TD sera de 56′ 49″, et il restera 3′ 11″ pour NT. — Nous dirons alors : Le rapport de NT qui est 3′ 11″, à ND qui est 1°, est égal au rapport de la même ligne NT qui est de 64° 10′, à la ligne ND, distance inconnue du soleil à la terre. En conséquence si nous multiplions 1°, c'est-à-dire 60′, par 64° 10′, puis si nous divisons le produit par 3′ 11″, nous connaîtrons la ligne ND, c'est-à-dire la distance du soleil au centre la terre, qui est 1.210 fois la longueur NM, rayon de la terre. Quand nous multiplions cette quantité par le nombre de stades du rayon de la terre, nous trouvons pour la distance moyenne du soleil au centre de la terre 154 myriades 330 stades et, jusqu'à la surface de la terre, 153 myriades et 957 stades.

QUATRIÈME SECTION

DISTANCE DU SOMMET DU CÔNE D'OMBRE AU CENTRE DE LA TERRE (1).

La figure précédente montre que le triangle XNM est semblable au triangle XFQ; aussi le rapport de la ligne NM, rayon de la terre, qui est de 1° [214] à la ligne FQ qui est de 45′ 38″ rapportée à la même unité, est égal au rapport de NX à FX. Si on suppose la

(1) On cherche XN.

Or on a : $$\frac{NM}{FQ} = \frac{XN}{XF} = \frac{XN}{XN - FN}$$

Le premier et le dernier rapport donnent :

$$XN = \frac{NM \times FN}{NM - FQ}$$

Or, NM est pris pour unité

et l'on a vu que $FN = NT = 64\frac{1}{6}$

et $FQ = 0{,}760344$

donc : $$XN = \frac{64{,}1666}{0{,}2396} = 268.$$

C'est le résultat que trouvera Bar-Hebræus.

ligne NX de 1 degré, la ligne FX sera de 45′ 38″ et il restera pour la ligne NF 14 minutes 22 secondes. Nous pouvons dire dès lors : Le rapport de la ligne NF qui est de 14′ 22″ à la ligne NX qui est de 1°, c'est à-dire 60′, est égal au rapport de la même ligne NF, qui est 64° 10′, le rayon de la terre étant pris pour unité, à la ligne NX qui est inconnue par rapport à cette unité. Ainsi, quand nous multiplions 60′ par 64° 10′ et divisons le produit par 14′ 22″, nous trouvons la ligne NX qui est la distance du sommet du cône d'ombre au centre de la terre et cette distance est de 268 fois le rayon de la terre. Et, comme la plus petite distance de Vénus, d'après ce que nous allons démontrer dans la section suivante, est de 174 fois le rayon de la terre, il est évident que le sommet du cône d'ombre va au delà des intersphères de la lune et de Mercure, et touche même une petite portion de l'intersphère de Vénus.

CINQUIÈME SECTION

DISTANCE DE VÉNUS ET DE MERCURE AU CENTRE DE LA TERRE.

[**215**] Puisque le vide ne peut pas exister (1), et qu'en dehors des intersphères dont nous avons parlé, aucun autre ne fut observé par les anciens ni par les modernes (2), il faut que la distance maximum d'un astre soit égale à la distance minimum de l'astre situé au-dessus de lui.

On connaît déjà la distance moyenne du soleil (3), et le complément compris entre les centres de l'excentrique et de l'univers (4), qui, ajouté à la distance moyenne, donne la distance maximum, et, retranché, donne la distance minimum. Ptolémée trouva deux degrés et demi entre les deux centres relatifs au

(1) Voir ci-dessus, p. 11, note 1.

(2) Ce qui suit n'est pas le résultat d'observations, mais de mauvaises spéculations. Ptolémée n'avait parlé que des distances du soleil et de la lune à la terre. Ses successeurs voulurent aller plus loin en s'appuyant sur le principe : Il n'y a pas de vide dans la nature, donc tous les intersphères se touchent. Ces matières sont résumées dans Al-Fergani, ch. XXI et XXII. On les trouvera aussi dans Nassir Eddin, *Al-Tazkireh* (Fonds arabe, Paris, ms. n° 2509). Toutefois ces spéculations sur la distance des astres sont fort anciennes. Pline, *H. N.*, II, XIX-XXII, rapporte, sur ce sujet, les idées de Pythagore, Petosiris, Nechepso, etc. — Cf. Al-Battânî, ch. L.

(3) Voir ci-dessus, section 3.

(4) Voir I^re^ partie, ch. II, sect. 4.

soleil, l'unité étant la soixantième partie du rayon de l'excentrique. On a ainsi $\frac{1}{24}$ pour la distance inconnue entre les deux centres (1). Si on prend le rayon de la terre pour unité, ce rayon est $\frac{1}{1210}$ de la moyenne distance du soleil (2). Si j'égale donc ce rapport à $\frac{1}{24}$, puis divise 1.210 par 24, je trouve 50 pour la distance des centres, le rayon de la terre étant pris pour unité.

Donc si nous ajoutons 50 à la distance moyenne nous obtenons 1.260 fois le rayon terrestre comme distance maximum du soleil au centre de la terre.

Si au contraire nous retranchons 50, nous obtenons la distance minimum du soleil qui est égale à la distance maximum de Vénus au centre de la terre, soit 1.160 fois le rayon terrestre. [**216**] Il est démontré dans l'*Almageste* (3) que, pour Vénus, la distance entre les centres du déférent et de l'univers est de 1° $\frac{1}{4}$ et le rayon de l'épicycle est de 43° $\frac{1}{6}$ (4), le rayon du déférent étant divisé en 60°. — En conséquence, si l'on ajoute à 60 la somme de ces deux quantités, c'est-à-dire 44° 25′, on obtient la distance maximum, en fonction de la soixantième partie du rayon du déférent. C'est 104° $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{6}$.

Si l'on retranche de 60 la somme (ci-dessus), on obtient pour la distance minimum 15° $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ (5). — Le rapport de la distance maximum à la distance minimum de Vénus (6) est égal au rapport des parties de la distance maximum qui est la distance minimum du soleil déjà connue aux parties de la distance minimum inconnue, l'unité (dans ces deux derniers termes) étant le rayon de la terre. Ainsi, multipliant 15° 35′ par 1.160 et divisant le produit par 104° 25′, nous connaissons la valeur de la distance minimum de Vénus qui est la distance maximum de Mercure, c'est 174 fois le rayon de la terre. Il est évident que Mercure se trouve à la distance minimum au triangle de l'apogée fixe, c'est-à-dire dans le Verseau et les Gémeaux (7) et non quand il est aux périgées du

(1) C'est $\frac{1}{24}$ du rayon de l'excentrique, $\frac{60}{2,5} = 24$.

(2) Trouvée ci-dessus, *section* 3.

(3) Livre X.

(4) En réalité 43° $\frac{1}{8}$. Voir Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*, II, p. 336.

(5) C'est-à-dire : 15° 35′. Voir du reste ci-dessous.

(6) En fonction du rayon de la terre. C'est encore un changement d'unité.

(7) Voir ci-dessus (I, v, 4) l'explication et la démonstration de cet énoncé (dans la quatrième propriété relative à Mercure).

makdorono ou du déférent. Cette distance minimum de Mercure est la distance maximum de la lune [**217**] qu'on a trouvée être de 64 fois $\frac{1}{6}$ le rayon de la terre.

SIXIÈME SECTION

DISTANCE DE MARS, JUPITER ET SATURNE AU CENTRE DE LA TERRE.

L'illustre Ptolémée déduisit des observations que la distance des centres du déférent de Mars et de l'univers est de 6° et le rayon de l'épicycle de 39° $\frac{1}{2}$, le rayon du déférent étant divisé en 60 parties. Donc si nous ajoutons 45° $\frac{1}{2}$ à 60 nous aurons 105° $\frac{1}{2}$ pour la distance maximum de Mars à la terre rapportée à l'unité susdite. Si nous retranchons cette quantité de 60, nous aurons 14° $\frac{1}{2}$ pour la distance minimum de Mars qui est la distance maximum du soleil. Et parce que la plus petite distance de Mars est à la plus grande comme un est à sept, si on multiplie par sept la valeur de la plus grande distance du soleil qu'on a déjà trouvé être de 1.260 (1), on trouve 8.820 pour la plus grande distance de Mars qui est la plus petite distance de Jupiter au centre de la terre, le rayon terrestre étant pris pour unité. — [**218**] L'illustre auteur trouva encore 2° $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ pour la distance des centres du déférent de Jupiter et de l'univers et 11° $\frac{1}{2}$ pour le rayon de l'épicycle, l'unité étant la soixantième partie du rayon de l'excentrique.

Si donc nous ajoutons 14° $\frac{1}{4}$ à 60 nous obtenons 74° $\frac{1}{4}$ pour la distance maximum de Jupiter rapportée à cette unité. Si nous retranchons cette quantité de 60, nous obtenons 45° $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$ pour la distance minimum de Jupiter, qui est la distance maximum de Mars. Et parce que la plus petite distance de Jupiter est à la plus grande comme un est à un et trente-sept minutes, si on augmente la plus grande distance de Mars, qui est 8.820, du quart du cinquième et du sixième de sa valeur, c'est-à-dire de 5.439 (2), on a la distance maximum de Jupiter ou la distance minimum de Saturne au centre de la terre, qui est de 14.259 fois le rayon de

(1) Voir p. 189.

(2) On trouve en note dans le manuscrit : « *Remarque :* Le quart du nombre susdit est de 2.205, son cinquième est de 1.764, son sixième de 1.470 et la somme de 5.439. »

la terre. — Le même auteur, le plus illustre des anciens et des modernes, trouva aussi $3° \frac{1}{4} \frac{1}{6}$ pour la distance des centres du déférent de Jupiter et du monde, et $6° \frac{1}{2}$ pour le rayon de l'épicycle, le rayon de déférent étant divisé en 60 parties.

Si donc nous ajoutons 9° 55′ [**219**] à 60, nous trouvons $69° \frac{2}{3}$ et $\frac{1}{4}$ pour la distance maximum de Saturne rapportée à cette même unité. Et si nous retranchons cette quantité de 60, il reste $50° \frac{1}{2} \frac{1}{6}$ pour la distance minimum de Saturne qui est la distance maximum de Jupiter. Et comme la plus petite distance de Saturne est à la plus grande dans le rapport de un à 1° 24′ à peu près, si nous ajoutons à la distance maximum de Jupiter qui est 14.259 ses deux cinquièmes qui sont 5.704 (1), nous aurons pour la distance maximum de Saturne au centre de la terre 19.963 fois le rayon terrestre. C'est la distance des décans. Elle est unique parce qu'on n'a découvert des excentriques et des épicycles que pour les planètes et non pour les étoiles fixes.

CHAPITRE SEPTIÈME

Grandeur des astres par rapport à la terre.

Il y aura huit sections.

PREMIÈRE SECTION

GRANDEUR DE LA SPHÈRE DE LA LUNE ET DE CELLE DU SOLEIL.

[**220**] L'observation suffit à nous montrer que si deux corps paraissent égaux bien que situés à des distances différentes, le rapport de la grandeur du plus proche à la grandeur du plus éloigné sera égal au rapport de la moindre distance à la plus grande (2). Ainsi il est vrai de dire que le rapport des rayons de la

(1) On trouve en marge dans le manuscrit : Le cinquième du nombre susdit est de 2.852 moins 12′ et les deux cinquièmes seront 5.704 moins 24′.

(2) Moïse Bar Képha écrit aussi un chapitre sur la grandeur des astres, mais sans idée scientifique. Il commence par dire que l'on ne peut évaluer la grandeur des astres, parce qu'ils sont trop éloignés et trop grands, que le soleil et la lune sont les plus grands, puisqu'ils éclairent plus que les autres et aussi pour trois ou quatre raisons tirées de l'Écriture. Il rapporte les opinions de divers philosophes sur la grandeur du soleil et conclut de leur divergence qu'on n'a aucune notion certaine sur cette question. (*Manuscrit syriaque de Paris* n° 319, fol. 4 et 5.)

lune et du soleil est égal au rapport des distances de ces astres à la terre. Et parce que trois termes de cette proportion nous sont déjà connus, à savoir le premier qui est le rayon de la lune 17′ 33″ (1), le troisième, distance de la lune à la terre, 64° 10′ (2), enfin le quatrième, distance du soleil à la terre, 1.210° (3), en multipliant le premier par le quatrième et divisant le produit par le troisième nous trouvons le second que nous ne connaissons pas, c'est-à-dire le rayon du soleil, qui est cinq fois et demi celui de la terre (4).

Et comme le rapport de 17′ 33″ du rayon de la lune à 1°, c'est-à-dire 60′ du rayon de la terre, est égal au rapport de 1 à 3 et $\frac{2}{5}$ quand on prend pour unité le diamètre de la lune ; le diamètre de la terre étant alors 3 et $\frac{2}{5}$; comme de plus le rapport de 17′ 33″ aux 5° $\frac{1}{2}$ du rayon du soleil est égal au rapport de 1 [**221**] à 18 $\frac{1}{5}$, il s'ensuit que le diamètre de la lune étant pris pour unité, celui du soleil sera de 18° $\frac{1}{5}$.

Il est démontré dans le XII^e^ livre d'Euclide (5) que le rapport des volumes de deux sphères est égal au rapport des cubes de leurs diamètres.

Puisque nous prenons le diamètre de la lune pour unité, il est évident que son carré et son cube donneront encore un, quand bien même on continuerait la multiplication. Le diamètre de la terre rapporté à cette unité étant 3 $\frac{2}{5}$, quand nous quarrons ce nombre puis multiplions le carré par son côté, (nous trouvons que) la sphère de la terre est 39 fois $\frac{1}{4}$ la sphère de la lune. De plus, le diamètre du soleil rapporté au diamètre de la lune étant 18 $\frac{1}{5}$, si nous quarrons ce nombre et multiplions le carré par son côté, nous trouvons que la sphère du soleil vaut 6.644 fois la sphère de la lune.

(1) Voir ci-dessus, II, VI, 3.
(2) Voir ci-dessus, II, VI, 2.
(3) Voir ci-dessus, II, VI, 3.
(4) $$\frac{LL'}{SS'} = \frac{TL}{TS} \text{ d'où } SS' = \frac{\overline{LL'}.\overline{TS}}{\overline{TL}}$$

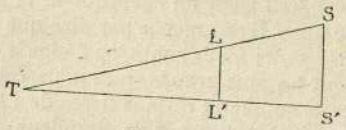


Fig. 34 bis.

(5) *Proposition* XVIII. Αἱ σφαῖραι πρὸς ἀλλήλας ἐν τριπλασίονι λόγῳ εἰσὶ τῶν ἰδίων διαμέτρων.

D'autre part, si nous prenons pour unité le diamètre de la terre, son carré et son cube seront toujours l'unité. Et comme, dans ce cas, le diamètre du soleil vaut $5\frac{1}{2}$, si nous en formons le carré puis multiplions le carré par son côté, nous trouvons que la sphère du soleil vaut 166 fois $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{8}$ la sphère de la terre. Ptolémée trouve 170. [**222**] Il forma peut-être le carré et le cube d'un nombre plus grand que $5\frac{1}{2}$, à moins qu'il ne se soit trompé dans le calcul.

DEUXIÈME SECTION (1)

GRANDEUR DE MERCURE.

Ptolémée répète après Hipparque que le diamètre de Mercure est $\frac{1}{15}$, c'est-à-dire le $\frac{1}{3}$ du $\frac{1}{5}$ du diamètre du soleil; il trouva ce résultat à l'aide du dioptre. Il est évident que Mercure était à la distance moyenne quand il l'observa, parce que cet astre et Vénus se trouvent (en conjonction) avec le soleil à leurs distances maximum et minimum, à l'apogée et au périgée de leur épicycle (2). Mais la distance maximum de Mercure, comme on l'a montré dans le chapitre précédent, est de 174 fois le rayon de la terre, et sa plus petite distance est de 64 fois $\frac{1}{6}$ le même rayon. Si on ajoute la moitié de la différence, c'est-à-dire 55, à la plus petite distance, on obtient la distance moyenne 119. Et, parce que le rapport de la distance moyenne de Mercure à la distance moyenne du soleil, qui est 1.210 fois le rayon de la terre, est égal au rapport du diamètre de Mercure au $\frac{1}{15}$ du diamètre du soleil, comme nous en sommes assurés par l'observation, le rapport de la distance moyenne de Mercure à la distance moyenne du soleil étant égal au rapport de 1 à $10\frac{1}{6}$ (3), [**223**] il faut que le diamètre de Mer-

(1) Les sections qui suivent n'ont qu'une *valeur arithmétique*, c'est-à-dire : *les calculs sont exacts*, mais tous les points de départ sont faux. Les distances des astres à la terre sont inexactes, car on ne connaissait pas leurs parallaxes, et les Arabes, nous l'avons vu, durent la remplacer par un principe philosophique inexact. Les diamètres apparents des astres sont exagérés (excepté pour Jupiter et Saturne, mais c'est un pur hasard, car leur détermination exige des précautions que ne prenaient pas les anciens). Il y a toujours au moins une cause d'erreur et le plus souvent deux.

(2) Et par suite disparaissent alors dans les rayons solaires.

(3) $$\frac{119}{1210} = \frac{1}{\frac{1210}{119}} = \frac{1}{10 + \frac{20}{119}}$$

cure soit 1 divisé par 10° 10′ et multiplié par $\frac{1}{3} + \frac{1}{5}$ du diamètre du soleil. Ainsi en multipliant ce nombre par 15 nous formons 153, et il est exact de dire que le diamètre de Mercure est $\frac{1}{153}$ du diamètre du soleil. Mais le diamètre du soleil est 5 fois $\frac{1}{2}$ le diamètre de la terre; nous diviserons 153 par $5\frac{1}{2}$, nous obtiendrons 28 et nous dirons que l'on donnera 1° comme diamètre à Mercure, celui de la terre étant 28. Et comme le cube de un est encore un et le cube de 28 deux myriades et 1952, on est assuré que la sphère de la terre vaut 22.000 fois à peu près celle de la planète Mercure.

TROISIÈME SECTION

GRANDEUR DE VÉNUS.

Hipparque trouva par l'observation que le diamètre de Vénus à la distance moyenne est $\frac{1}{10}$ de celui du soleil. Mais la distance maximum de Vénus est, comme on l'a vu, 1.160; et sa distance minimum 174. Si l'on ajoute la demi-différence, c'est-à-dire 493, à

C'est bien à peu près $10\frac{1}{6}$.

On a pour Mercure : $R = d\,tg\alpha$, ou comme l'angle α est très petit : $R = d\alpha$. Pour le soleil : $R' = d'\alpha'$

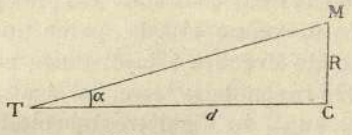


Fig. 34 ter.

Donc : $$R = R'\left(\frac{d}{d'}\right)\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)$$

Mais $$\frac{d'}{d} = \frac{1}{10 + \frac{1}{6}} \text{ et } \frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{1}{15}$$

Donc : $$R = \frac{R'}{\left(10 + \frac{1}{6}\right) \times 15}$$

en nombre rond $\frac{R'}{153}$.

Mais R′ rayon du soleil est égal à 5 fois et demi le rayon de la terre.

Donc le rayon de Mercure est égal à $\frac{5\frac{1}{2}}{153} = \frac{1}{28}$ à peu près du rayon de la terre.

Puis les volumes étant proportionnels aux cubes des rayons, le volume

la plus petite distance on obtient pour la distance moyenne 667. [224] Or nous avons dit que le rapport de la distance moyenne de Vénus à la distance moyenne du soleil est égal au rapport de la distance moyenne de Vénus au $\frac{1}{10}$ du diamètre du soleil. Mais le rapport de la distance moyenne de Vénus à la distance moyenne du soleil est celui de 1 à 1° 49′ (1), il s'ensuit donc nécessairement que le diamètre de Vénus est 1° de 1° 49′ du dixième du diamètre du soleil (2). Faisons donc la multiplication par 10 et nous trouverons 18° 10′, et nous dirons que le diamètre de Vénus est $\frac{1}{18° \frac{1}{6}}$ du diamètre du soleil.

Si nous divisons 18° $\frac{1}{6}$ par 5 $\frac{1}{2}$ il vient 3° 18′ et ainsi, le diamètre de Vénus étant pris pour unité, celui de la terre sera de 3° $\frac{3}{10}$. Mais le cube du diamètre de la terre, c'est-à-dire de 3° $\frac{3}{10}$, est de 35° 56′, donc la sphère de la terre vaut à peu près 36 fois celle de la planète Vénus.

QUATRIÈME SECTION

GRANDEUR DE MARS.

Hipparque déterminant par avance le diamètre des trois planètes supérieures, n'indiqua pas à quelle distance il les observait.

Ptolémée dans son ouvrage [225] « du fruit » (3) incline à penser qu'Hipparque fit ses observations à la distance moyenne. Il ne devait pas être loin de la vérité parce qu'à la distance maximum il n'y a pas moyen d'observer les planètes supérieures qui sont alors avec le soleil aux apogées de leurs épicycles, il convenait donc qu'il les observât comme les planètes inférieures à

de Mercure $= \frac{1}{(28)^3} = \frac{1}{21922}$ du volume de la terre. Ce sont les nombres de Bar-Hebræus; il fait ensuite les mêmes calculs pour les autres planètes.

(1) C'est $\frac{667}{1210}$

(2) $\frac{\text{Diam. Vénus}}{1° 49'} = \frac{\text{diam. soleil}}{\frac{1}{10}}$

C'est la formule de la page 194, en note : $R = R'\left(\frac{d}{d'}\right)\left(\frac{\alpha}{\alpha'}\right)$

(3) Dans l'*Histoire des dynasties*, éd. Pococke, p. 124, l. 4, Bar-Hebræus attribue à Ptolémée l'ouvrage كتاب الثمرة, qui doit être le ثمرة d'Oloug-Beg (*Prolég.*, I, p. 435 et II, p. 202). Ce mot arabe a pu donner

leurs distances moyennes. Il trouva par l'observation que le diamètre de Mars était $\frac{1}{20}$, c'est-à-dire $\frac{1}{2}$ du $\frac{1}{10}$, du diamètre du soleil.

Mais la distance maximum de Mars, comme on l'a montré, est 8.820 et sa distance minimum 1.260. Si l'on ajoute la moitié de la différence, c'est-à-dire 3.780, à la distance minimum, on obtient la distance moyenne de Mars, qui est 5.240.

Comme le rapport de la distance moyenne de Mars à la distance moyenne du soleil dont nous avons parlé est égal au rapport du diamètre de Mars au $\frac{1}{20}$ du diamètre du soleil, comme d'autre part le rapport des deux distances moyennes susdites est égal au rapport de $4\frac{1}{6}$ à 1, il s'ensuit que le diamètre de Mars est 4 fois $\frac{1}{6}$ le $\frac{1}{20}$ du diamètre du soleil. Et comme le rapport de $4\frac{1}{6}$ à 20 est égal au rapport de 1 à $4°48'$, nous dirons que le diamètre de Mars est $\frac{1}{4° \frac{4}{5}}$ du diamètre du soleil.

Si nous divisons ce nombre $4° \frac{4}{5}$ par $5\frac{1}{2}$ nous obtenons $52' 22''$. [226] Donc si l'on donne 1°, c'est-à-dire $60'$, au diamètre de Mars, le diamètre de la terre sera de $52' 22''$. Et comme le rapport de cette quantité à 60 est égal au rapport de 1 à $1° 9'$ en prenant le diamètre de la terre pour unité, celui de Mars sera donc $1° 9'$.

Mais dans ces conditions le cube du diamètre de la terre est 1 et le cube du diamètre de Mars, c'est-à-dire de $1° 9'$, est $1° 31' \frac{1}{4}$; il s'ensuit donc que la planète Mars est à peu près une fois et demie comme la sphère de la terre (1).

CINQUIÈME SECTION

L'ÉPICYCLE DE MARS EST PLUS GRAND QUE LA ZONE DE LA SIMILITUDE DU SOLEIL (2).

Nous avons signalé ce problème au commencement de ce travail où il se présentait (3). Nous avons réservé de démontrer que l'épicycle de Mars est plus grand que l'intersphère de la simili-

بصمة. Pococke et Sédillot traduisent par *liber Fructus*. Ce serait donc le *Centiloquium* ou fruit de ses ouvrages, recueil de cent aphorismes d'astrologie qui a été publié.

(1) Ceci figure dans *la Cause des Causes*, p. 221, l. 7.

(2) Le dernier mot نى manque dans le texte de M. Payne Smith, ce qui lui fait faire le contresens suivant : quod Martis epicyclus ad zonam similitudinis solis pertinet. (*Catal. des mss ar d'Oxford.*)

(3) Voir ci-dessus, I, IV, 4, p. 40.

tude du soleil. Voici la vérité exacte. Nous affirmons, exposons et disons que la plus grande distance du soleil au centre de la terre est, comme on l'a montré, de 1.260 fois le rayon terrestre (1).

Il est évident que cette quantité est la grandeur du rayon de la zone de similitude du soleil, [**227**] donc le diamètre de la zone de la similitude est de 2.520 fois le rayon terrestre. On a montré encore que la plus grande distance de Mars est 8820 fois la même unité, et sa plus petite distance 1.260. La différence entre les deux, c'est-à-dire 7.560, est la grandeur de l'épicycle de Mars. Comme le rapport de 2.520 à 7.560 est égal au rapport de un à trois, il s'ensuit nécessairement que le diamètre de l'épicycle de Mars vaut trois fois le diamètre de la similitude du soleil avec ce qu'elle contient de corps célestes et les quatre éléments.

SIXIÈME SECTION

GRANDEUR DE JUPITER.

Le diamètre de Jupiter, d'après les observations d'Hipparque, fut trouvé de $\frac{1}{12}$, c'est-à-dire $\frac{1}{2} . \frac{1}{6}$ du diamètre du soleil, Jupiter étant à la distance moyenne. Et comme la distance maximum de cette planète est de 14.259 fois le rayon terrestre et sa distance minimum 8.820, si l'on ajoute la moitié de la différence, c'est-à-dire à peu près 2.720, à la plus petite distance, on obtient la distance moyenne de Jupiter qui sera 11.540 fois [**228**] le rayon de la terre.

Et, comme le rapport de la distance moyenne de Jupiter à la distance moyenne du soleil est égal au rapport du diamètre de Jupiter au $\frac{1}{12}$ du diamètre du soleil, le rapport de cette distance moyenne de Jupiter à la distance moyenne du soleil dont nous avons parlé étant égal au rapport de 9° 32′ à 1, il s'ensuit donc que le diamètre de Jupiter est 9 fois $+ \frac{1}{3} + \frac{1}{5}$ le $\frac{1}{12}$ du diamètre du soleil. Et comme le rapport de 9° 32′ à 12 est égal au rapport de l'unité à $1 + \frac{1}{4} + 31''$, nous dirons que le diamètre de Jupiter est 1 de $1 + \frac{1}{4} + 31''$ du diamètre du soleil ; et si nous divisons ce nombre par $5\frac{1}{2}$ nous obtenons 13′ 43″. Ainsi quand on prend le diamètre de Jupiter pour unité, le diamètre de la terre est de 13′ 43″, ou bien, rapportant cette quantité à 60, il est égal au rapport de 1 à $4 + \frac{1}{5} + \frac{1}{6}$. — Ainsi en prenant le diamètre de la terre

(1) Voir ci-dessus, II, VI, 5, p. 189.

pour unité, le diamètre de Jupiter est de 4° 22′. Comme dans cette hypothèse le cube du diamètre de la terre est 1, et le cube du diamètre de Jupiter 83° 16′ à peu près, il s'ensuit que la planète Jupiter vaut à peu près 83 fois $\frac{1}{4}$ la sphère terrestre.

[229] SEPTIÈME SECTION

GRANDEUR DE SATURNE.

Le diamètre de Saturne pris aussi à sa distance moyenne est $\frac{1}{18}$, c'est-à-dire $\frac{1}{3} \times \frac{1}{6}$ du diamètre du soleil. La distance maximum de Saturne, comme on l'a montré, est de 19.963 fois le rayon terrestre, et sa distance minimum 14.259. Si on ajoute la demi-différence, c'est-à-dire 2.852, à la plus petite distance, on obtient pour la distance moyenne 17.111 fois le rayon de la terre.

Et comme le rapport de la distance moyenne de Saturne à la distance moyenne du soleil est égal au rapport du diamètre de Saturne au $\frac{1}{18}$ du diamètre du soleil, le rapport de cette distance moyenne de Saturne à la distance moyenne du soleil, dont nous avons parlé, étant égal à peu près au rapport de 14 à 1, il s'ensuit nécessairement que le diamètre de Saturne vaut 14 fois le $\frac{1}{18}$ du diamètre du soleil. Et comme le rapport de 14 à 18 est égal au rapport de 1 à 1 + 17′, nous dirons que le diamètre de Saturne est 1 de 1 + $\frac{1}{5}$ + $\frac{1}{12}$ du diamètre du soleil. Si nous divisons ce nombre par 5 $\frac{1}{2}$ nous obtenons 14′. Ainsi, quand on attribue au diamètre de Saturne 1, c'est-à-dire 60′, le diamètre de la terre vaut 14′; [230] et parce que le rapport de 14′ à 60 est égal au rapport de 1 à 4° 17′, il s'ensuit que si l'on prend le diamètre de la terre pour unité, le diamètre de Saturne est 4° 17′.

Comme le cube du diamètre de la terre dans cette hypothèse est 1, et que le cube du diamètre de Saturne est 78° 35′, il en résulte que la planète Saturne vaut 78 fois + $\frac{1}{3}$ + $\frac{1}{4}$ à peu près la sphère de la terre.

HUITIÈME SECTION

GRANDEUR DES ÉTOILES FIXES.

Comme le diamètre des décans (1), c'est-à-dire le diamètre

(1) On sait que les étoiles n'ont pas de diamètre sensible. Mais il a fallu

d'une étoile moyenne de première grandeur, est égal à $\frac{1}{20}$, c'est-à-dire $\frac{1}{2}$. $\frac{1}{10}$ du diamètre du soleil, comme d'autre part la distance maximum de Saturne est, nous l'avons dit, l'unique distance des étoiles fixes qui est de 19.963 fois le rayon de la terre, le rapport de cette distance à la distance moyenne du soleil dont nous avons parlé est égal au rapport du diamètre d'une étoile moyenne de première grandeur au $\frac{1}{20}$ du diamètre du soleil. Mais le rapport de la distance maximum de Saturne à la distance moyenne du soleil est égal au rapport de 16 $\frac{1}{2}$ à 1; il s'ensuit donc nécessairement que le diamètre d'une étoile moyenne de première grandeur est 16 fois $\frac{1}{2}$ le $\frac{1}{20}$ du diamètre du soleil. Comme le rapport de 16 $\frac{1}{2}$ à 20 [**231**] est à peu près égal au rapport de 1 à $1 + \frac{1}{5}$, nous pouvons dire que le diamètre d'une étoile moyenne de première grandeur est 1 de $1 + \frac{1}{5}$ du diamètre du soleil. Et si nous divisons ce nombre par 5 $\frac{1}{2}$, nous obtenons 13′ 16″. Ainsi en prenant le diamètre d'une étoile moyenne de première grandeur égal à 1° ou 60′, on aura 13′ 16″ pour le diamètre de la terre. Comme le rapport de ce nombre à 60 est à peu près égal au rapport de 1 à 4° 32′, il s'ensuit qu'en prenant le diamètre de la terre pour unité, celui des étoiles moyennes de première grandeur sera 4 $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{5}$. Comme le cube du diamètre de la terre dans cette hypothèse est 1, et le cube relatif à une étoile moyenne de première grandeur 93° $\frac{1}{6}$, il est certain qu'une étoile moyenne de première grandeur parmi les étoiles fixes vaut à peu près 93 fois la sphère de la terre. En divisant cette quantité par 6, 15 $\frac{1}{2}$ sera la quantité dont l'emporte une étoile moyenne de chaque ordre sur l'étoile moyenne d'ordre inférieur (1). Si nous divisons encore le $\frac{1}{6}$ par 3, $5 + \frac{1}{6}$ sera la quantité dont l'emporte l'étoile maximum de chaque ordre de grandeur sur l'étoile moyenne du même ordre, ou l'étoile moyenne sur la plus petite.

les lunettes pour nous en assurer. Les anciens, les voyant briller autant que les planètes, devaient leur attribuer aussi un diamètre apparent. On remarquera cependant que Bar-Hebræus n'attribue pas cette erreur à Hipparque.

(1) Ceci est encore un principe à priori. Bar-Hebræus semble dire : Nous avons six classes d'étoiles dont la grandeur varie en progression arithmétique de 0 à 93. La raison est donc 15 $\frac{1}{2}$. Puis, dans chaque classe, nous aurons trois groupes, les petites étoiles, les moyennes et les grosses; leurs grandeurs forment une nouvelle progression dans la précédente, la raison est $\frac{15}{3} = 5 + \frac{1}{6}$.

Dès lors une brillante étoile (1) de première grandeur vaudra 98 fois et $\frac{1}{6}$ la terre, une moyenne 93 fois, et une petite 87 fois $+ \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$; une brillante de seconde grandeur 82 fois $+ \frac{2}{3}$, une moyenne 77 $\frac{1}{2}$, [232] et une petite 72 $\frac{1}{3}$; une brillante de troisième grandeur 67 fois $\frac{1}{6}$, une moyenne 62, une petite 56 $+ \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$; une brillante de quatrième grandeur 51 fois $\frac{2}{3}$, une moyenne 46 $\frac{1}{2}$, et une petite 41 $\frac{1}{3}$; une brillante de cinquième grandeur 36 fois $\frac{1}{6}$, une moyenne 31, et une petite 25 $+ \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$; une brillante de sixième grandeur 20 fois $\frac{2}{3}$, une moyenne 15 $\frac{1}{4}$, et une petite 10 $\frac{1}{3}$.

On voit par là que le plus grand des astres est le soleil, puis viennent les étoiles fixes de première grandeur, puis Jupiter, Saturne, le reste des étoiles fixes et Mars. Chacun de ces astres est plus grand que la terre. Enfin viennent Vénus, la Lune et Mercure. — Chacun de ces derniers astres est plus petit que la terre (2).

FIN DU LIVRE DE L'ASCENSION
DE L'ESPRIT SUR LA FORME DU CIEL ET DE LA TERRE.

Priez pour le pécheur qui l'a écrit, gloire à Dieu et que ses miséricordes et sa grâce descendent sur nous maintenant et toujours dans les siècles des siècles.

(1) Mot à mot : une grande étoile.

(2) L'ordre réel est : les étoiles, le soleil, Jupiter, Saturne, la Terre, Vénus, Mars, Mercure, la Lune.

TYPOGRAPHIE FIRMIN-DIDOT ET Cie. — MESNIL (EURE).