SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

Commission des cadrans solaires

Rencontre International à París
Octobre 1997

COMMUNICATION

INTERPRÉTATION DE L' ANALEMME DE VITRUVE

par

Rafael Soler

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
(Homologue en France: Ponts et Chaussées)

RESUMÉ

L' auteur expose sa propre interprétation sur la figure de "l'analemme" jointe à la version originale du livre de Vitruve et qui s' est perdue dès l' Antiquité. D' après le texte ci-dessous cette figure est très utile dans le champ de la Gnomonique, étant donné qu' elle a été utilisée historiquement dans diverses constructions des cadrans solaires. On fait application pour les heures temporaires, babyloniennes, italiques, de temps veritable et, aussi, pour le dessin des lignes de declinaison (champs des signes zodiacaux).

Palma de Majorque
Îles Baléares
ESPAGNE

1997

INTERPRÉTATION DE L' ANALEMME DE VITRUVE

1.-OBJET.

Le Chapitre VII (ou VIII selon les éditions) du Livre Neuvième du célèbre ouvrage de Marco Lucio Vitruvio "Les Dix Livres de l' Architecture" est consacré à la description de la figure nommée "analemma" qui constitue un outil, ou plutôt, une série de règles de ce qui serait, de nos jours, une application de la Géométrie Descriptive, pour connaître la longueur des ombres de la lumière solaire produites par un gnomon, ou style vertical, sur un plan horizontal, applicable à la construction des cadrans solaires.

La figure jointe à l' explication du texte, comme celles que l' oeuvre contient, s' est perdue dès l' Antiquité. Cette perte irréparable a introduit une difficulté importante, non seulement en ce qui concerne la compréhension des textes, mais aussi, les différentes versions en langues modernes de l' ouvrage, dont l' épineuse interprétation a été reconnue par divers traducteurs.

Il s' agit, dans cet article, de reproduire la figure jointe probablement au texte du chapitre déjà cité, dont l' on connaît ses lettres ainsi que des indications sommaires de type conceptuel, pour passer , par la suite, à une figure plus complète qui répond mieux à l' intention didactique de Vitruve, et, finalement, à des applications pratiques dont une partie a dû être usuelle à l' époque.

2.-TEXTES ORIGINAUX ET COMPLÉTÉS.

L' on transcrira, par la suite, le texte original qui a été joint à la construction de la figure n° 1. Ce texte est écrit en italiques et, en lettres normales des interpolations qui le complètent, en vue de le rendre plus intelligible, avec une autre figure n° 2 de l' analemme, complétée.

D' après Vitruve (Collection "Chefs d' oeuvre" de la maison d' Editions Iberia, traduction du latin a l'espagnol -base de celle ci en français- du Professeur de l' Université de Barcelone, D. Agustin Blanquer 1955), le Chapitre VII complet, intitulée "De la description des analemmes", aprés avoir exposé dans le Chapitre VI précédent les enseignements de divers auteurs sur l'Astrologie, a le texte suivant (en italiques):

"Il suffit pour nous de séparer de son enseignement les explications sur la façon de connaître les raccourcissements et les allongements des jours de chaque mois, car, lorsque le Soleil bouge dans le temps équinoxial dans les signes Bélier et Balance et, si l'on divise en neuf parties la longueur du gnomon, celui-ci, étant vertical sur un plan horizontal, *son ombre aura huit parties sous l' inclinaison du ciel de Rome; à Athènes, si le gnomon en a quatre, l' ombre en a trois; à Rhodes s' il en a sept, l' ombre en a cinq; à Tarento, s' il en a onze, l' ombre en a neuf. Si en Alexandrie il en a cinq, l' ombre en a aura trois. Ainsi donc les ombres équinoxiales des gnomons sont différentes dans les différents endroits.*

C' est pour cela que, quand dans n' importe quel pays l' on voudrait construire un cadran solaire, il faudrait remarquer premièrement l' ombre équinoxiale de l' endroit en question, car s' il s' agissait de Rome, parmi les neuf parties du "gnomon" et les huit de l'

ombre, l' on tracerait sur un plan une ligne, du centre de cette ligne l' on tracerait une autre ligne perpendiculaire en équerre. C' est ce qu' on appelle le gnomon. Si l' on part de la ligne du plan vers la pointe du gnomon et , l' on mesure avec un compas neuf parties et dans l' endroit où finit la neuvième l' on marque le centre où sera la lettre A; en ouvrant le compas de ce centre-là jusqu` à la ligne du plan où sera la lettre B, l' on décrira un cercle appelé "méridien". Après cela, parmi les neuf parties du gnomon l' on prendra huit parties et on les signalera sur la ligne du plan où sera la lettre C. Celle-ci sera l' ombre équinoxiale du gnomon. De ce point et la lettre C, par le centre où se trouve la lettre A, l' on tire une ligne qui sera le rayon équinoxial du soleil.

À ce moment-là l' on ouvrira le compas pour mesurer l' espace qu' il y a de la ligne du plan jusqu' au centre et l' on fera deux signaux égaux, autant sur cette ligne qu' à partir de ceux-ci et avec la mème ouverture, sur les deux extrêmes du cercle, l' un à gauche vers la lettre E, et l' autre à droite vers I, après par le centre et moyennant le diamètre défini par les signaux du cercle, l' on tracera deux demi-cercles. Cette ligne est nommée "Horizon" par les mathématiciens.

Après l' on prend la quinzième partie de toute la circonférence et, ouvrant le compas l' on mettra une pointe sur l' intersection du cercle avec la ligne du rayon équinoxial, où se trouve la lette F, et l' on fera à droite et à gauche des marques, où seront les lettres G et H, Après, à partir de ces marques, des lignes qui sortent du centre doivent être prolongées jusqu' à la ligne du plan où seront les lettres T et R; ainsi l' on aura deux rayons de soleil, l' un celui de l' hiver, l' autre celui de l' été.

En face de la lettre E sera le point 1, sur l' intersection de la circonférence avec la ligne diamétrale, en face de G et de H se trouveront les points K et L, et en face de C, F et A sera le point N. L' on trace, après, les diamètres des autres cercles mineurs, qui sont des cordes du méridien *de G jusqu' à L et de H à K; l' inférieur marquera la partie de l' hiver, le supérieur celle de l' été. Ces diamètres doivent être divisés également par la moitié sur les points M et O. Lorsque ces points ont été signalés, l' on y tracera une ligne et par le centre A, qui ira d' un extrême du cercle méridien à l' autre, où sont les lettres P et Q,; cette ligne sera perpendiculaire au rayon équinoxial. Elle s' appelle ligne"axon". De ces points l' on ouvrira le compas jusqu' aux extrêmes du diamètre des cercles mineurs, et l' on décrira deux demi-cercles HK et LG , l' un sera celui de l' été et l' autre celui de l' hiver. Ces cercles correspondent à l' image de l' orbite apparente du soleil, et sa division en vingt-quatre parties (ou douze dans le demi-cercle) correspondra aux heures du jour naturel, de sorte que le midi, c' est à dire l' heure XII aura sont point à K (été) ou à L (hiver), le jour des solstices. Quand les demi-cercles ont été divisés en différentes parties: I, II, III, etc... et les divisions ont été projetées sur les diamètres HK et GL, l' on obtient la projection de l' image de la position du soleil, à chaque heure, sur le plan méridien.* Après sur les points où les deux parallèles coupent la ligne appelée "horizon" l' on mettra à droite la lettre S et à gauche la lettre V. Ces points correspondent à ceux de la projection de l' image du soleil sur le plan méridien lors des levers et des couchers - donnée nécessaire pour fixer les heures temporaires ou romaines-.

Pour connaître l' heure des levers et des couchers de soleil il suffit d' opérer à l' inverse, en projetant sur les demi-cercles. *De l' angle du demi-cercle où se trouve la lettre G, l' on trace une ligne parallèle à l' axon, jusqu' au demi-cercle gauche , où se trouve la lettre H. Cette parallèle s' appelle "logotome". Finalement l' on met une pointe du compas au point où cette ligne est coupée par le rayon équinoxial, qui sera marquée avec la lettre D, et on allongera l'*

autre pointe du compas jusqu' à l' endroit où le rayon d' été coupe la circonférence, où se trouve la lettre H. Sur ce centre équinoxial et l' intervalle du rayon d' été l' on tracera le cercle mensuel appelé "menaeos". Pour connaître les mois du zodiaque, l' on divisera ce cercle en douze parties, une pour chaque signe. Par les points de division l' on tracera les cordes, (parallèles à HK et GL) qui, prolongées, donneront d' autres cordes sur le cercle méridien, qui correspondent aux jours où le signe change. Sur ces cordes pourra se produire la construction décrite par les solstices d'été et d' hiver, avec des demi-cercles dont le diamètre sera plus grand. *Ainsi donc sera tracée la figure de l' analemme.*

À travers cet artifice, ainsi décrit et expliqué, l' on pourra tracer n' importe quel genre de cadrans solaires , soit avec l' aide des lignes d' hiver soit avec celles de l' été, ou avec celles des équinoxes et des mois, pourvu d' y introduire comme hypothèses, les multiples variétés et types de cadrans solaires, et de les faire pour tous les tracés en suivant ces procédés ingénieux, En effet , l' objet des figures et des tracés est celui de diviser d' une façon uniforme en douze parties le jour équinoxial et celui qui a la durée plus courte, ainsi que le jour du solstice.

Pour connaître la position sur le plan horizontal de l' ombre de la pointe du gnomon lors des jours de solstice à une heure précise, par exemple II (heures) , d' après ce que l' on vient d' exposer, l' on trouve le point Z en prenant U Z = J II; la ligne ZB est ainsi définie. D' autre part l' on trace la ligne JA qui permet de connaître le point Y sur la ligne du plan EI, et de tracer par Y une perpendiculaire à celle-ci. Le point d' intersection X de cette perpendiculaire avec la ligne ZB est la projection cherchée de l' ombre de la pointe A du gnomon sur le plan horizontal à II (heures). On peut appliquer le même procédé avec les autres heures. Il en résulte ainsi dessinée, par points, l' hyperbole de chacun des solstices et détérminé le champ que l' ombre parcourt à travers une année.

Je n' ai pas écrit plus en détail sur cette méthode de peur d' être ennuyeux. Je dirai désormais par qui ont été inventées les différentes formes de cadrans solaires, car je ne peux pas en décrire de nouvelles. Je ne veux pas non plus parler des inventions des autres, comme s' il s' agissait des miennes, si bien que je vais dire ce que d' autres personnes nous ont transmis et qui en ont été leurs inventeurs.

3.-GLOSE DU TEXTE

1.-Même si Vitruve signale dans son dernier paragraphe qu' il ne parle plus en détail "de peur d' être ennuyeux", l' explication qui a été donnée est suffisante pour le but poursuivi. Pour ce faire, l' on a exposé un texte développé avec des interpolations qui répondraient mieux, à mon avis, aux intentions signalées par l' auteur quand il dit "l' on pourrait tracer n' importe quel genre de cadrans solaires à travers des analemmes." D' autre part, Vitruve est peu respectueux avec ce propos de breveté, car au long de son exposé il est minutieux en ce qui concerne l' exposé des constructions purement mécaniques(orientees vers le tracé des parallèles, perpendiculaires, etc...) alors qu' il est modéré en ce qui concerne les questions conceptuelles ou de fond qu' il ne connût peut-être pas suffisamment.

2.-Le premier et le deuxième paragraphe traitent -comme c'est évident- de la matérialisation sur le dessin, moyennant la construction d' un triangle rectangle, de l' angle appelé "hauteur de pôle" et, de nos jours, "latitude du lieu". L' explication en est minutieuse.

3.-Le troisième paragraphe est bref et obscur car l' exposé purement opérationnel l' emporte sur le concept et prête à erreurs d' interprétation si l' on n' a pas sous les yeux le cinquième paragraphe. Exceptionnellement, pourtant, cet exposé est court et ambigu, étant nécessaires quelques interpolations.

4.-L' objet du quatrième paragrahe est de signaler les ombres des solstices et, par conséquent, il fait allusion à la "quinzième partie de toute la circonférence", c' est à dire à 24°, chiffre plus ou moins pareil à la déclinaison solaire maximale (ou minimale) de 23° 27′ en valeur absolue.

5.-L' exposé du cinquième paragraphe est assez clair. C'est le plus riche en concepts, mais il est insuffisant, car il explique la construction des cercles mineurs qui correspondent aux orbites apparentes du Soleil pendant l' année, tout en exposant ce qui est nécessaire pour pouvoir déterminer les ombres à n' importe quelle heure du jour; les plus importantes interpolations faites au texte prétendent rectifier cette lacune, même si le lexique n' est sans doute pas celui que Vitruve aurait utilisé.

6.-Pour ce qui est du sixième paragraphe il faut opérer de même que pour le cinquième, étant donné qu' il parle de diviser en douze parties le jour(il ait référence sans doute aux heures romaines ou "temporaires" et, pourtant, après avoir mis au point la figure n° 1 au paragraphe précédent, il n' indique pas comment il faut opérer; d' où il en résulte qu' on a interpolé, par la suite, un autre paragraphe pour rectifier ce manque, en expliquant la détermination du point de l' extrême de l' ombre du gnomon à n' importe quelle heure, à travers deux projections figure n°2.

4.-APPLICATION DE L' ANALEMME. QUELQUES COMMENTAIRES.

Avec cette figure n°1 à laquelle Vitruve attache une grande importance, les gens de l' Antiquité auraient pu construire des cadrans solaires horizontaux de temps véritable -comme les cadrans actuels, dessinés avec une autre méthode meilleure pour permettre la détermination des points à travers des intersections moins obliques -avec des heures égales, comme celui de la figure n°3 qui correspond à la latitude de Rome; pourtant celle-ci n' a pas été probablement son usage régulier; à cause du système, à la raison en vigueur de compter le jour moyennant des heures inégales appelées "temporaires" ou "romaines", de sorte que le jour artificiel, c' est à dire, du lever ou du coucher s' est toujours divisé en douze parties, comme la nuit. En conséquence les heures en été étaient plus longues qu'en hiver, juste au contraire des heures nocturnes. Sur la figure n°4, ci-jointe on a utilisé l' analemme pour construire un ancien cadran solaire d'heures temporaires, comme ceux que les lecteurs de Vitruve ont dû utiliser. Il faut remarquer l' importante obliquité des intersections en ce qui concerne la détermination des points de l' hyperbole du solstice d'été. Il s' agit, ici, d' un défaut de la méthode.

Ce qui est pratique de l' analemme c' est que l' on obtient des cadrans horizontaux avec des types différents d' heures : les véritables (division du demi-cercle en douze) temporaires (du lever au coucher en douze), italiques (du coucher au coucher en vingt-quatre), babyloniennes (du lever au lever en vingt-quatre), en fonction de la division des arcs des cercles (O) ou (M), des diamètres respectifs HK et GL, qui correspondent aux orbites apparentes du soleil dans les solstices d' été ou d' hiver et grâce à l' utilisation des points horaires des hyperboles solsticiales et aux directions des asymptotes des intermédiaires.

Sur la figure n°5 l' on dessine les babyloniennes et sur la figure n°6 les italiques pour les mêmes réponses précédentes, bien que seulement ont eté disposés les points du solstice

d'hiver pour clarifier la figure. Sur la figure n° 7 on dessine les axes des hyperboles, et ses assymptotes, relatifs a chacun des mois zodiacaux.

Si de nos jours nous sommes habitués à voir l' heure qui est donnée par l' ombre du gnomon (oblique au plan) dans les cadrans solaires, cela n' étant pas ainsi dans ceux de l'Antiquité, où l' heure était signalée par l'ombre de la pointe du gnomon (perpendiculaire au plan horizontal). Si l' on avait même dessiné les hyperboles correspondantes aux divisions du cercle "menaeos", l' on disposait d' un calendrier par mois du zodiaque. Cette habitude s' est poursuivie jusqu' au Bas Moyen Age, comme nous l' apprenons des livres d' Alphonse X le Sage, roi de Castille.

Palma de Majorque, le 22 août de 1997.

Rafael Soler

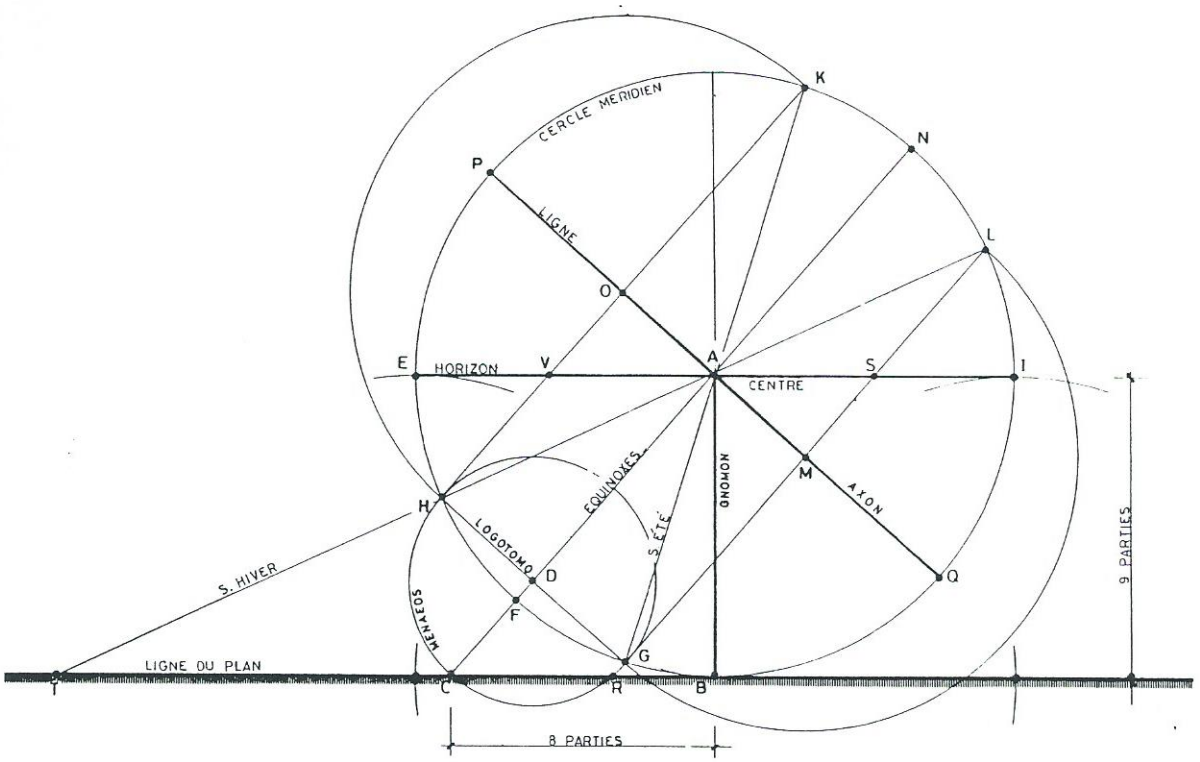

Figure 1- Figure hypothétique jointe probablement au texte du chapitre VII du livre Neuvième de l' Oeuvre de Vitruve.

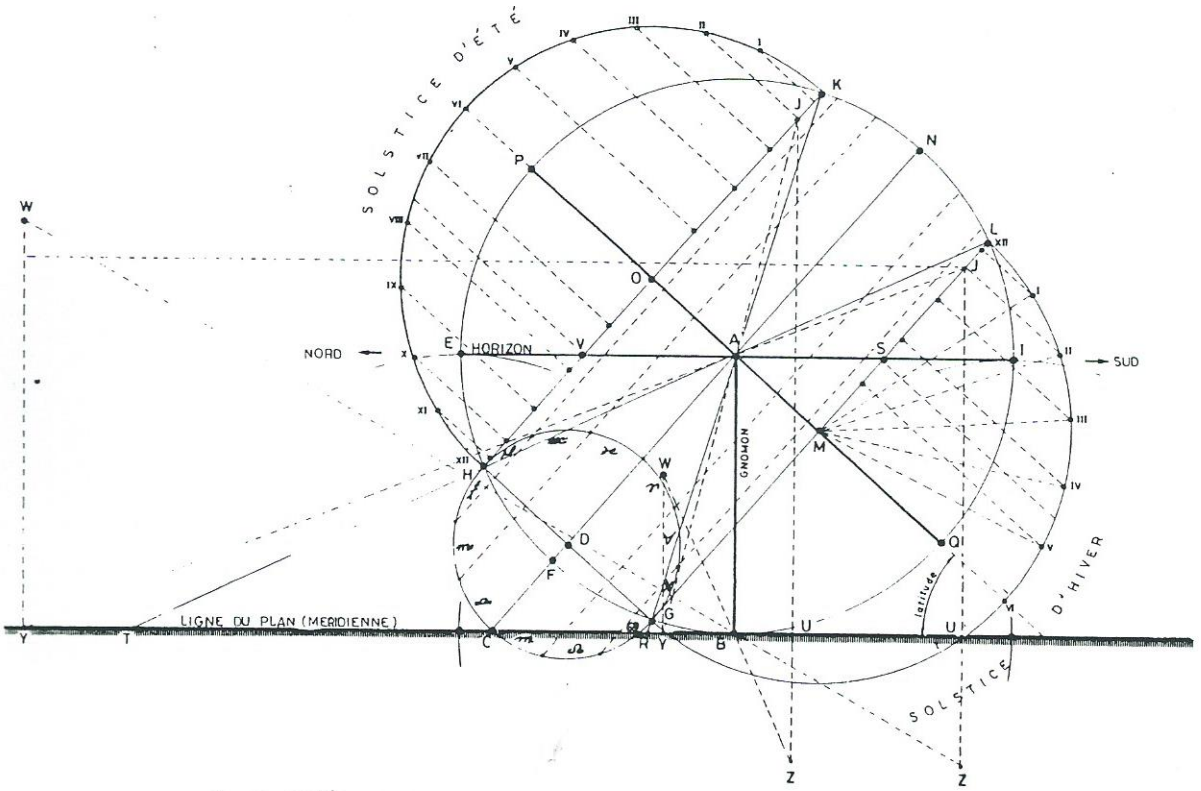

Figure 2.- Figure de l'analemme complétée pour rendre plus intelligible le texte de Vitruve.

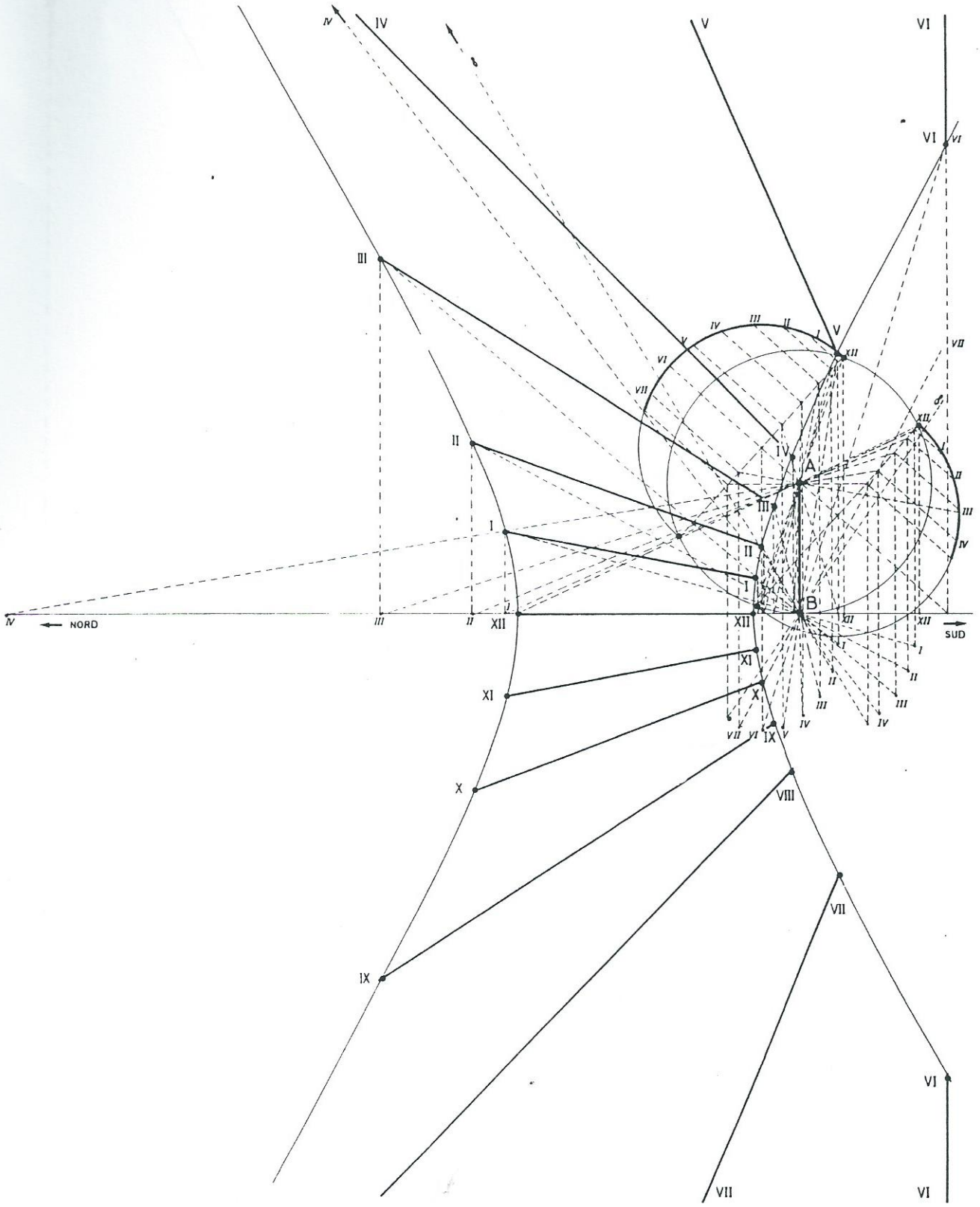

Figure 3.- Construction des heures égales du temps véritable se basant sur l' analemme. L' heure est donnée par l' ombre de la pointe A du gnomon AB verticale sur B.

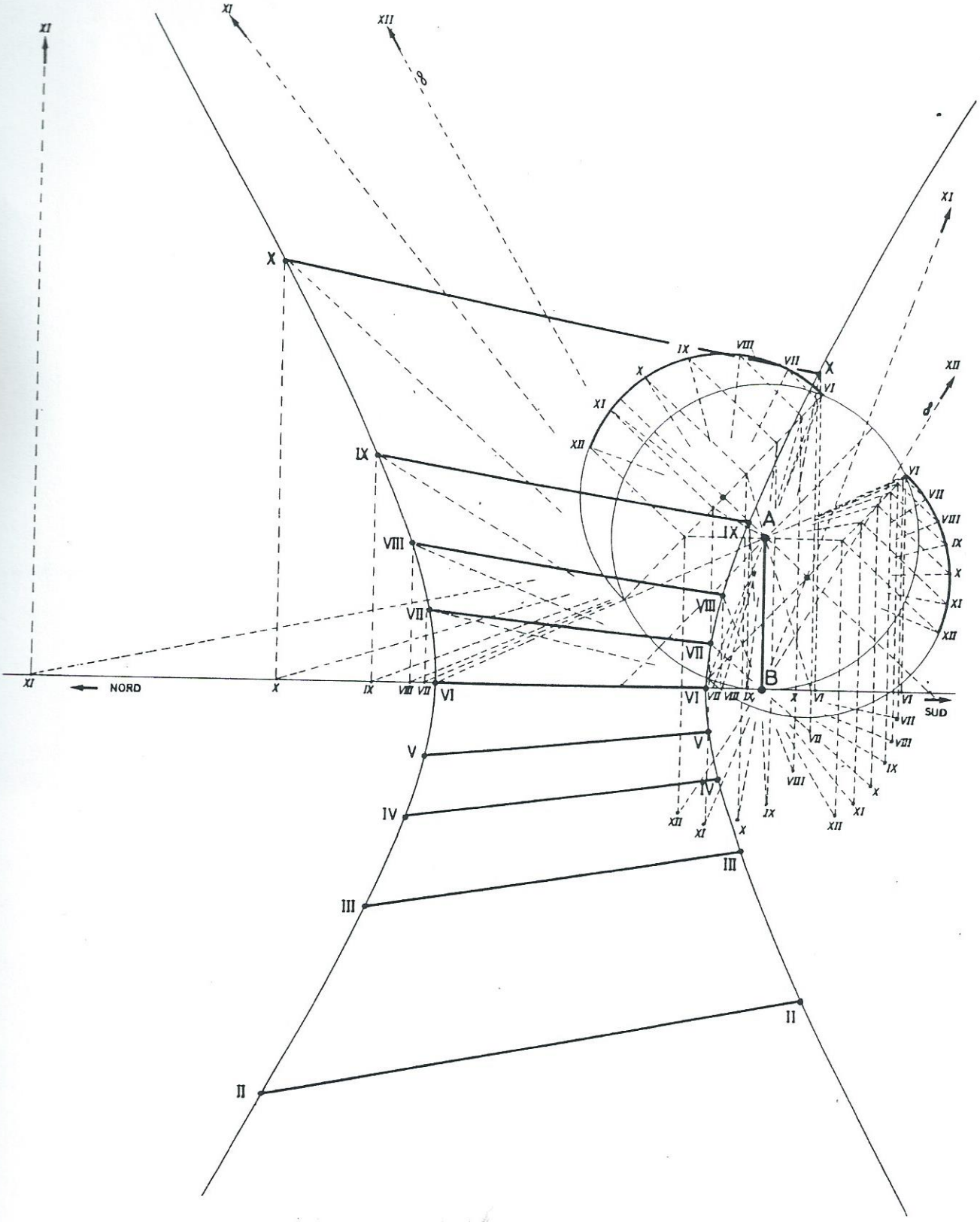

Figure 4.- Construction des heures inégales temporaires (anciennes romaines) se basant sur l' analemme. L' heure est donnée par l' ombre de la pointe A du gnomon AB verticale sur B.

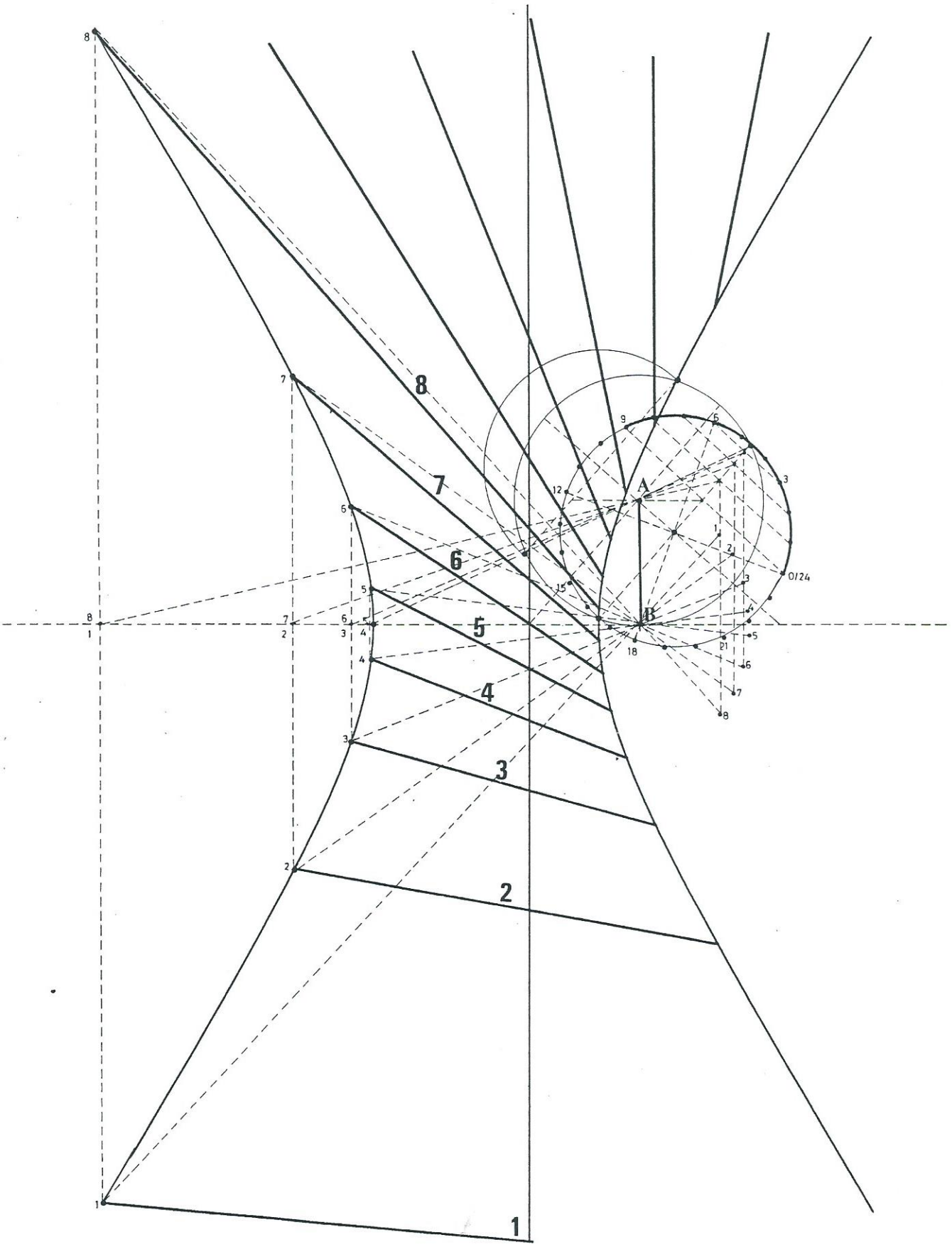

Figure 5.-Construction des heures égales babyloniennes en se basant sur l' analemme. L' heure est donnée par l' ombre de la pointe A du gnomon AB verticale sur B (seulement les points du solstice d'hiver).

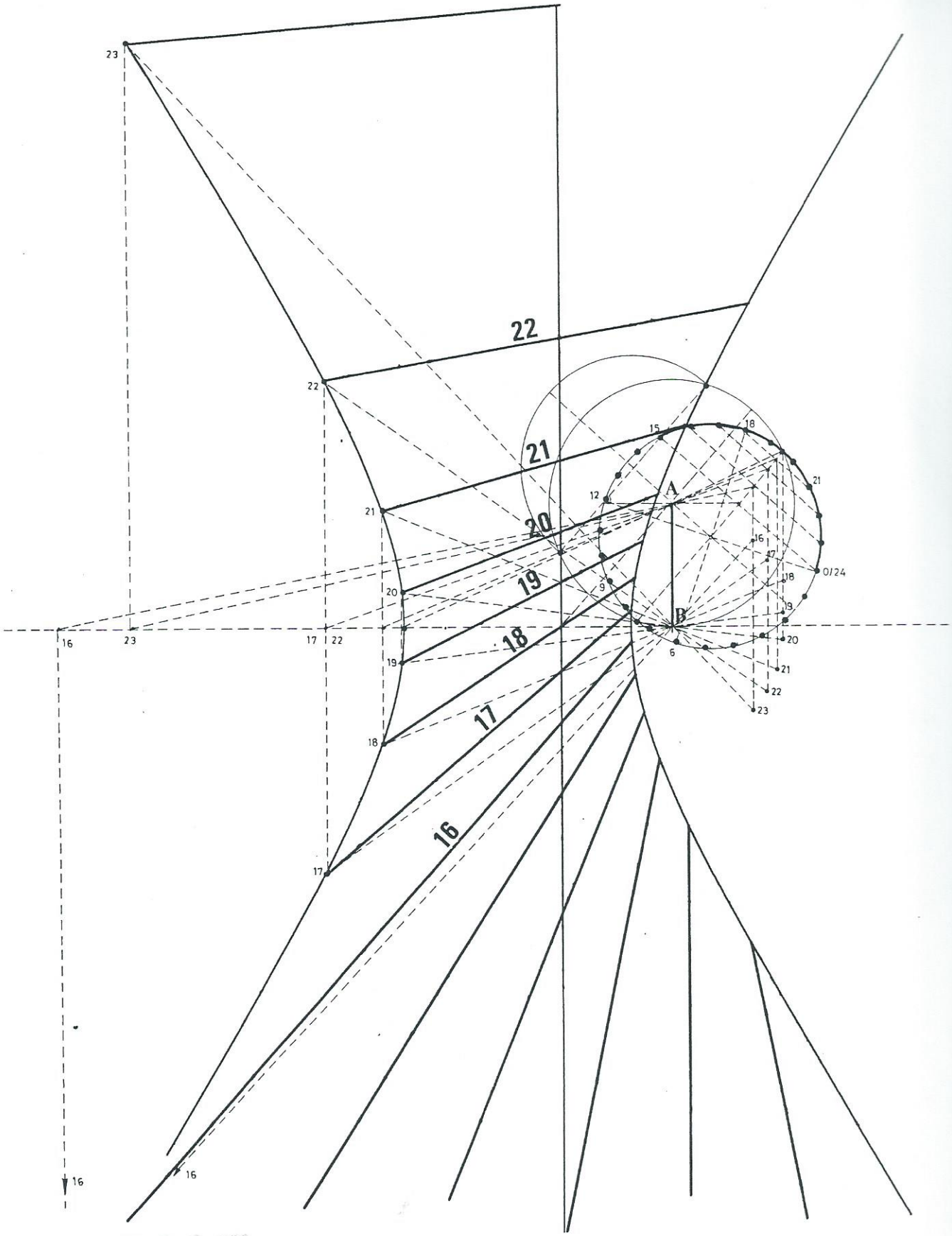

Figure 6.-Construction des heures égales italiques en se basant sur l' analemme. l' heure est donnée par l' ombre de la pointe A du gnomon AB verticale sur B (seulement les points du solstice d'hiver).

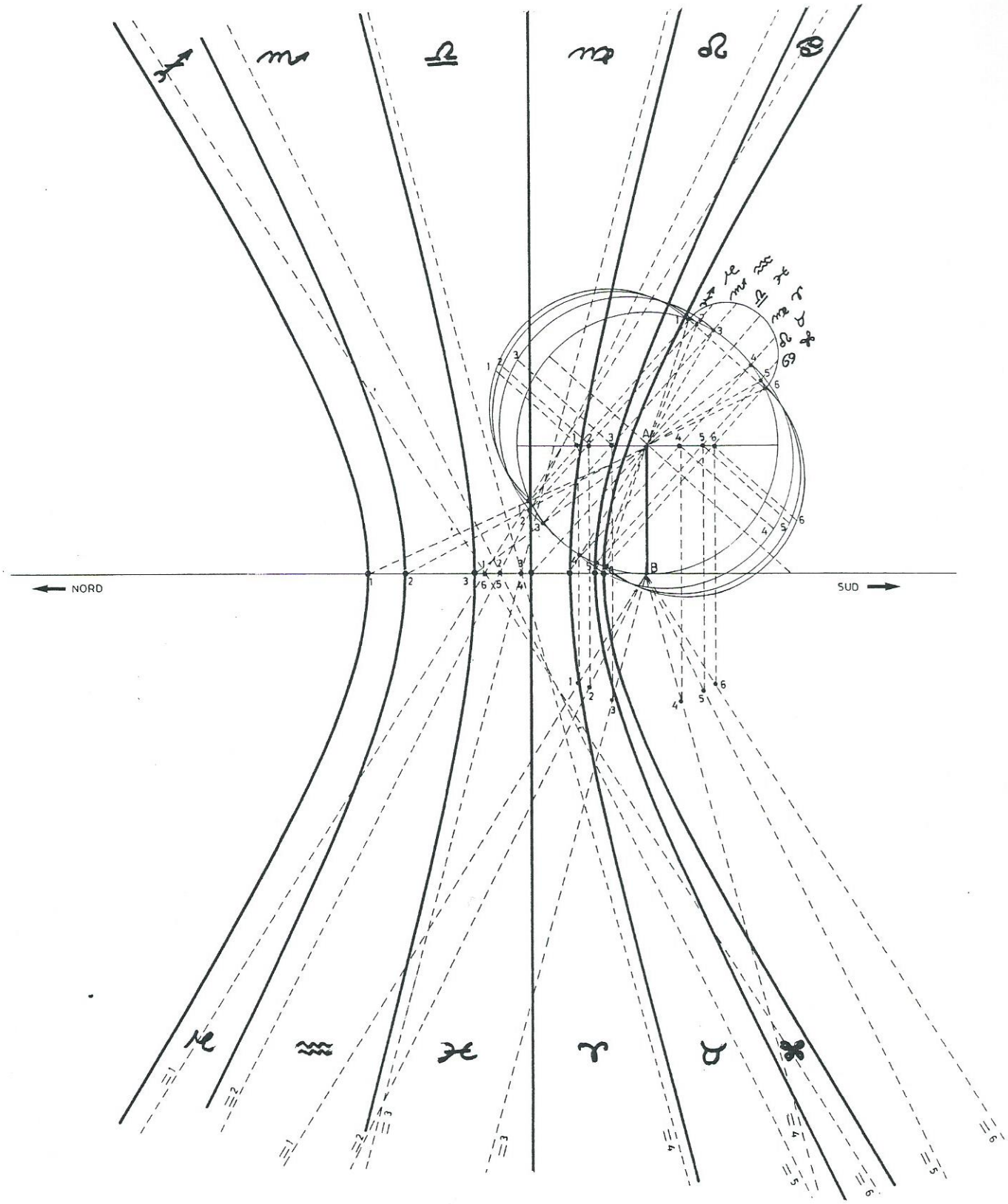

Figure 7.- Détermination de l'axe et des assymptotes des hyperboles (lignes de declinaison) des mois zodiacaux.