

L'astrolabe

Autor(en): **Gardiol, M.A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): - **(1956)**

Heft 51

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900389>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

L'Astrolabe

Par M. A. GARDIOL, Payerne

Introduction

Cette communication a pour thème une question d'astronomie qui m'a paru intéressante à plusieurs points de vue. En particulier, elle est susceptible de donner le désir de connaître les choses du ciel. Il y a une année environ, alors que je parcourais un numéro de la revue «Ciel et Terre», mon attention fut attirée par l'annonce d'une publication intitulée: «Exercices d'astronomie sphérique» par M. Henri Michel, ing., Bruxelles. Cet ouvrage avait obtenu le prix de vulgarisation scientifique de la Province de Hainaut, en 1951. La Société Belge d'astronomie le publiait avec le concours de l'Institut Provincial de l'Éducation et des Loisirs de la Province de Hainaut. Toutes ces références mirent ma curiosité en éveil. Il est en effet plutôt rare de trouver unis:

l'esprit de vulgarisation,
une société savante,
un institut d'éducation.

Je décidai de me renseigner; et de curiosité en réalisations, je fus amené à rédiger cette étude.

L'astrolabe fut certainement l'instrument le plus célèbre de l'astronomie du Moyen-Age. «Il réalise la plus élégante, la plus expressive figuration des mouvements célestes. Il résout des problèmes fort subtils: heures du lever et du coucher du Soleil, durée des crépuscules, mesure du temps sidéral, lever héliaque d'une étoile, etc.»

Situation

Situons le problème. Un instinct, soutenu par les apparences, nous fait concevoir le monde céleste sous la forme d'une sphère dont nous occupons le centre.

«La géographie, qui étudie la surface de la Terre, s'applique également à une surface sphérique. Or, dès qu'on aborde cette dernière science, on utilise une projection plane.» La première préoccupation, lors de l'établissement d'une carte, est d'indiquer un moyen de construire le canevas formé par les méridiens et les parallèles. Nous n'étudierons pas les divers modes de projection utilisés en cartographie. Mais noterons en passant la similitude des problèmes qu'un géographe et nous-mêmes sommes appelés à résoudre.

Un élève placé devant une carte de géographie, image plane d'une surface sphérique, n'éprouve «aucune difficulté à s'adapter à cette représentation conventionnelle». Appliquons cette même convention à la sphère céleste, et nous avons l'astrolabe.

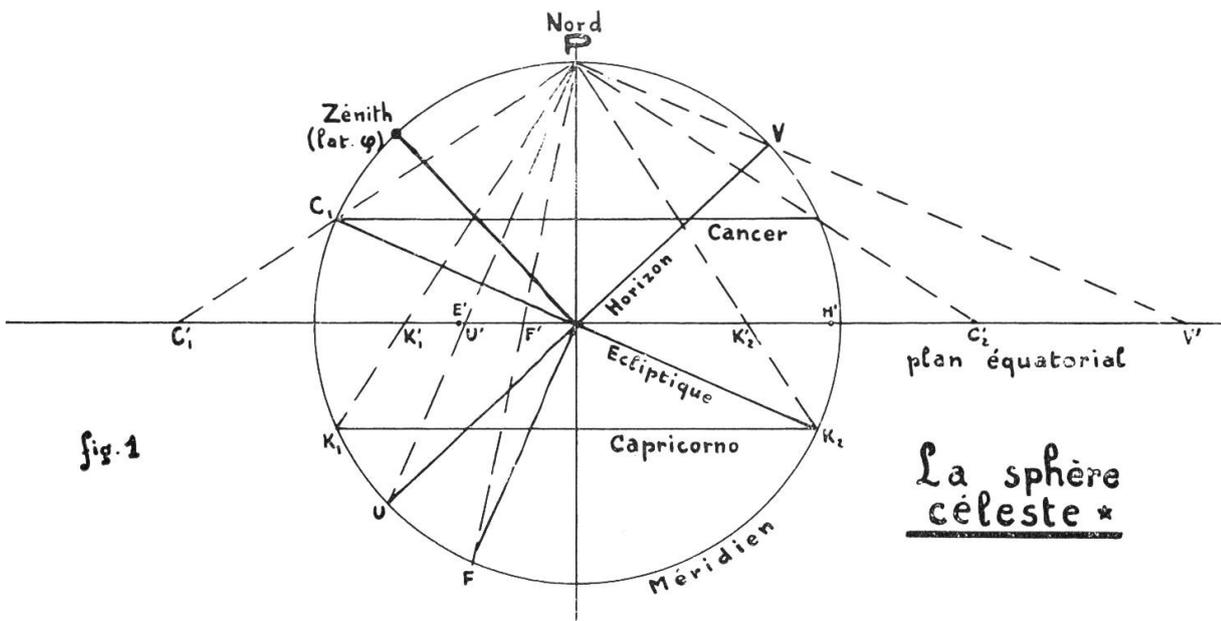


fig. 1

Le tympan

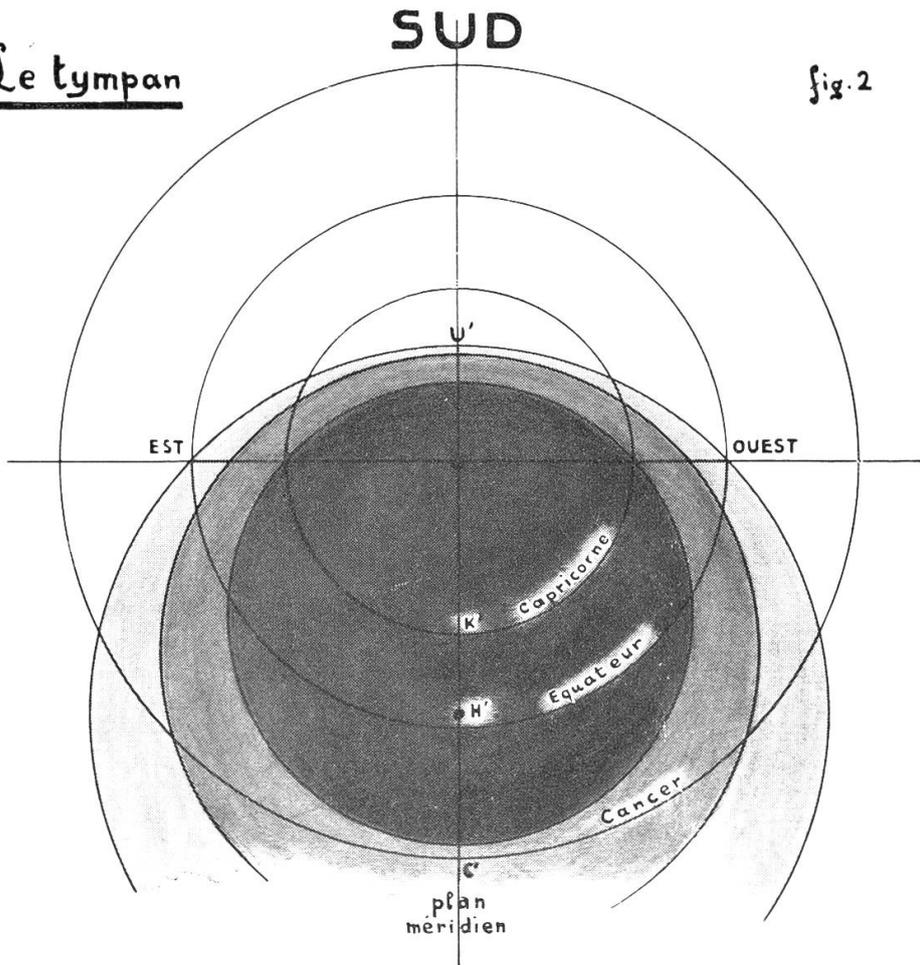


fig. 2



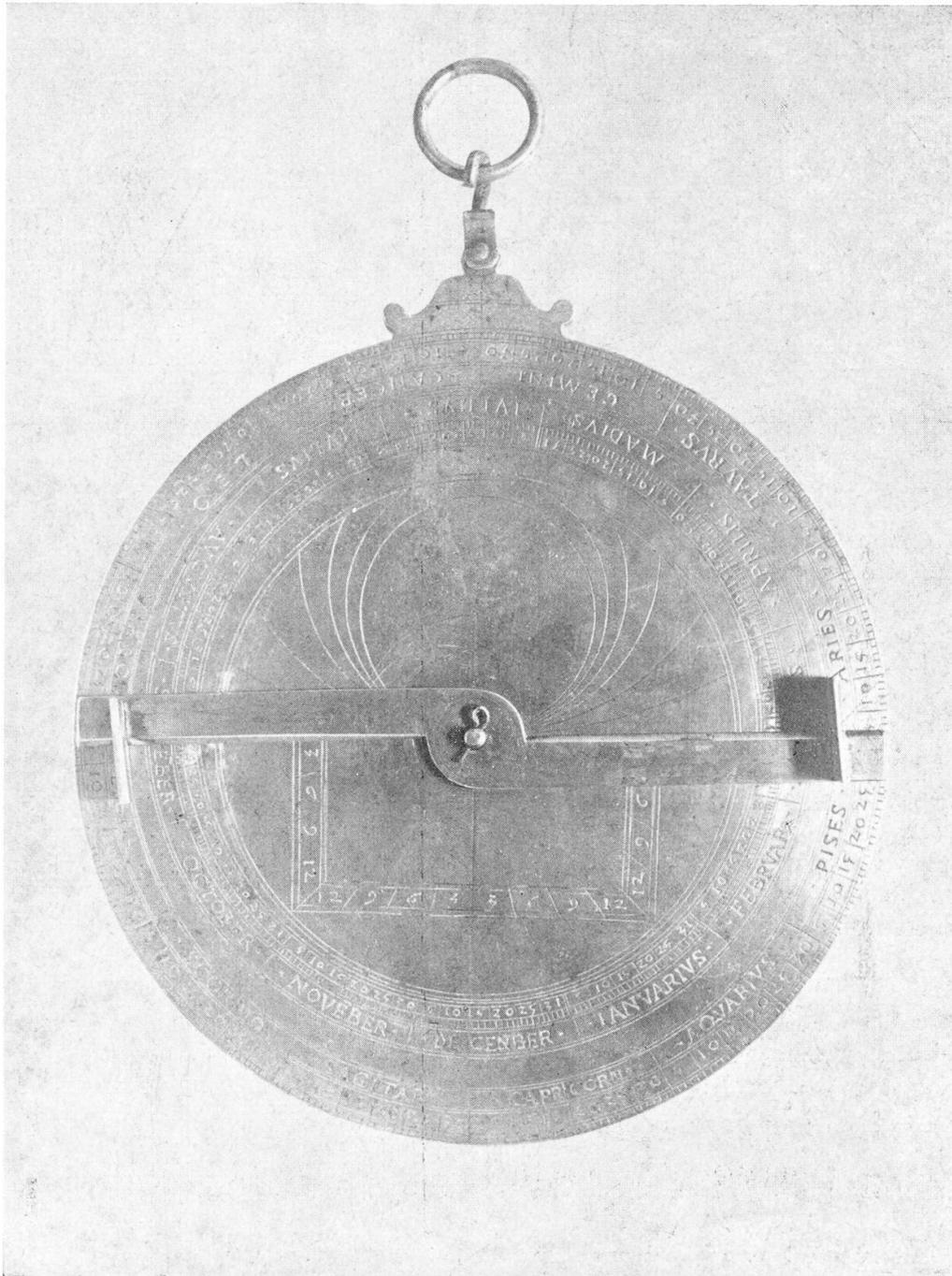
Astrolabe Nord de la fin du XVI^{me} siècle

(Reproduction inédite)

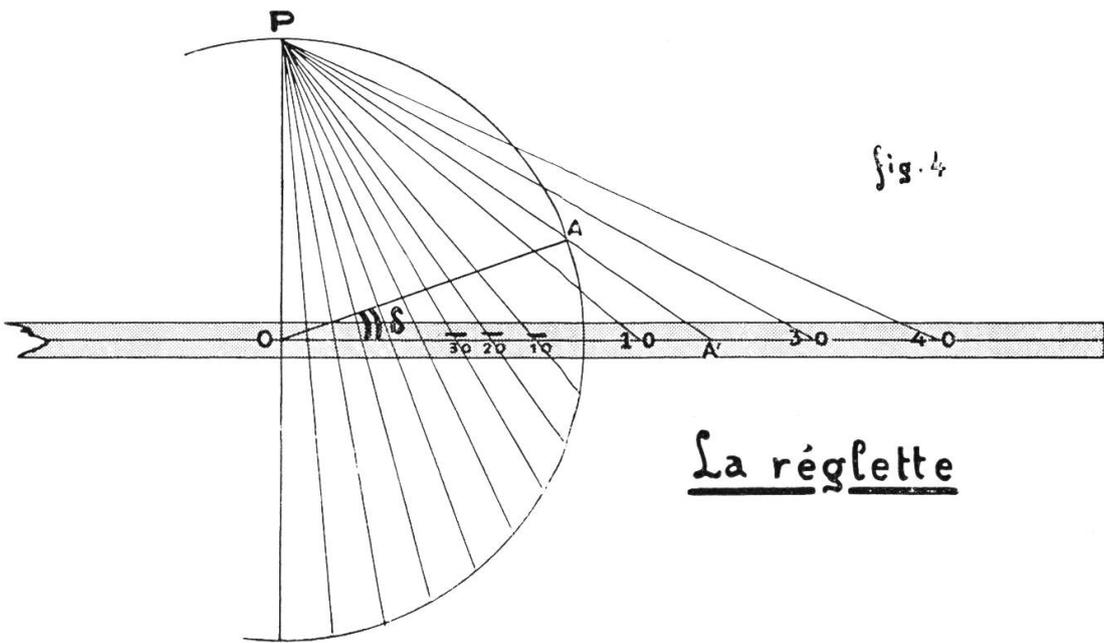
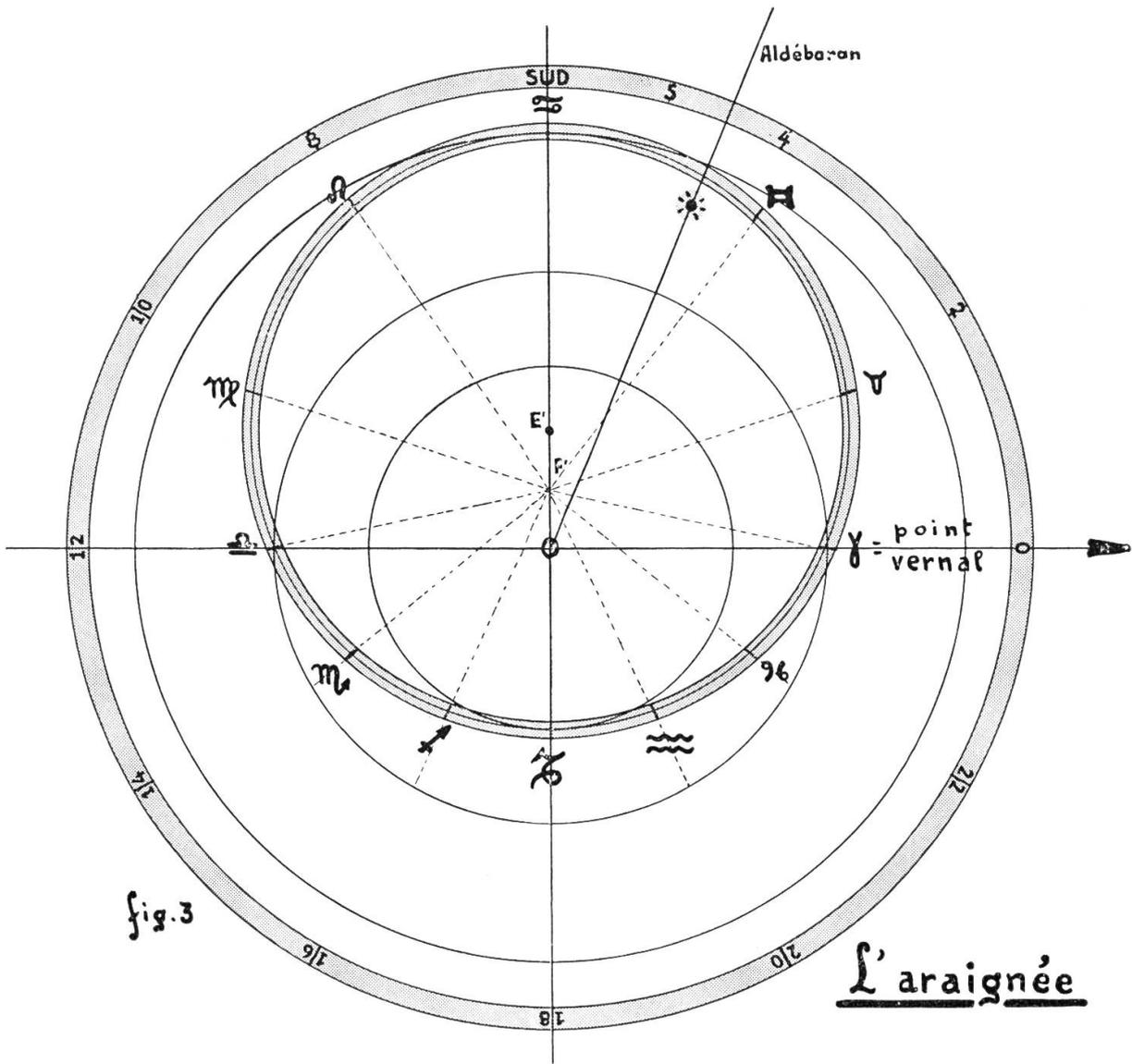
Diamètre 17 cm

Propriété du Musée historique de Bâle No. 1892.28

Le centre de projection est le pôle Sud. La sphère céleste est vue du dehors. Le tympan est gradué en azimut de 10° en 10°, en hauteur de 5° en 5°. La latitude du lieu est de 50°. L'araignée porte les signes du zodiaque et 23 étoiles principales.



Verso de l'Astrolabe



Deux parties constituent l'instrument: le tympan et l'araignée.

Le **tympan** est une projection plane des cercles qui définissent notre position sur la Terre.

L'**araignée** est une projection plane de la voûte céleste.

Le tympan est fixe, l'araignée doit pouvoir tourner autour du centre commun. Le but que nous nous proposons est, somme toute, de représenter sur un cadran plan les mouvements des astres en général et du Soleil en particulier.

Géométrie

Avant de construire l'appareil, examinons les principes géométriques sur lesquels repose sa construction.

De toutes les projections perspectives, la plus avantageuse dans notre situation est la projection stéréographique, dans laquelle le plan du tableau est un plan diamétral, et le point de vue l'extrémité du diamètre perpendiculaire à ce plan. Ce mode de projection est une transformation par inversion de la sphère; rappelons-en les principales propriétés:

A une sphère correspond une sphère. A une sphère passant par le centre de projection correspond un plan et réciproquement. Si nous voulons transformer la sphère en un plan, il faut choisir le centre de projection sur la sphère, ce que nous avons fait.

Propriété fondamentale: Considérons un cercle quelconque de la sphère. Il peut être envisagé comme l'intersection de la sphère et d'un plan. Par inversion, à la sphère correspond le plan de projection, et au plan sécant correspond une sphère passant par le centre de projection. Ces figures correspondantes ont comme intersection un nouveau cercle qui est le correspondant du cercle considéré. Ainsi:

La projection stéréographique d'un cercle quelconque de la sphère est un cercle.

Autre propriété: Examinons un petit triangle sphérique ABC déterminé par l'arc du méridien AB de l' , et l'arc du parallèle AC de l' également. Ce triangle est assez petit pour que nous puissions le considérer comme rectiligne. On démontre par la considération de triangles semblables et l'utilisation des formules trigonométriques élémentaires, que l'angle ABC est conservé dans la projection. Donc:

Les projections de deux lignes tracées sur la sphère, se coupent sous le même angle que ces lignes elles-mêmes.

La propriété fondamentale permet la construction relativement aisée de la projection, tandis que la deuxième nous garantit une représentation conforme.

On pourrait encore montrer que la projection stéréographique n'est pas équivalente.

Construction du tympan

Plaçons-nous au centre de l'Univers; par là, nous ne manifestons pas plus d'originalité ni d'humilité que nos ancêtres; et projetons sur la sphère céleste les cercles qui définissent notre position sur la Terre. Ils peuvent être classés en deux catégories:

- a) Ceux qui sont liés au globe terrestre lui-même, tels l'équateur et les deux tropiques, qui seront seuls envisagés ici.
- b) Ceux qui précisent notre position personnelle, notre méridien et l'horizon.

En développant calculs et démonstrations, j'ai utilisé la latitude de Genève ($\varphi = 46^{\circ} 12'$). J'ai d'autre part choisi le Pôle Nord comme centre de projection, et le plan équatorial comme tableau.

1. L'équateur apparaît dans ces conditions en vraie grandeur; son rayon R sera pris comme rayon unité (fig. 1).
2. Les deux tropiques dont les latitudes sont $\lambda = \pm 23^{\circ} 27'$ environ, se projettent suivant des cercles concentriques à l'équateur. Les angles d'ouverture des cônes de projection sont $\frac{1}{2} (90^{\circ} \pm \lambda)$. On a:

$$OC' \text{ Cancer} = R \cdot \operatorname{tg} 56^{\circ} 44' = 1,524 R$$

$$OK' \text{ Capricorne} = R \cdot \operatorname{tg} 33^{\circ} 16' = 0,656 R$$

3. Le méridien du lieu est l'un des diamètres communs (on placera le Sud en haut, et le Nord en bas). Comme tous les méridiens se projettent suivant des diamètres, nous pouvons également marquer sur l'équateur les points Est et Ouest, respectivement à gauche et à droite (fig. 2).
4. Enfin notre horizon coupe la sphère céleste selon un grand cercle dont la projection sera également un cercle d'après ce que nous avons démontré. La position de son centre H' , au Nord par rapport au centre de la figure, peut se calculer si l'on donne la latitude φ :

$$OU' = x = R \cdot \operatorname{tg} \varphi/2; \quad OV' = y = R \cdot \operatorname{cotg} \varphi/2$$

$$\text{d'où: } OH' = \frac{x + y}{2} \quad \text{—} \quad x = \frac{R}{2} (\operatorname{cotg} \varphi/2 - \operatorname{tg} \varphi/2) = \\ R \cdot \operatorname{cotg} \varphi$$

Pour Genève, on trouve: $OH' = 0,959 R$. La projection de l'horizon passe bien entendu par les points Est et Ouest.

Pour compléter notre figure, nous avons dessiné les deux cercles correspondant aux crépuscules civils (-6°) et astronomiques (-18°). Sur ce cadran fixe devraient également être construits des cercles de hauteur, et une seconde série de cercles, les cercles verti-

caux. Je ne veux pas entrer dans le détail de l'établissement de ce canevas permettant de déterminer à n'importe quel instant la position des astres mobiles en *coordonnées horizontales* (azimuts et hauteurs).

Construction de l'araignée

Il s'agit maintenant de réaliser la seconde partie de notre instrument: l'araignée. Le problème est de rendre l'impression que nous avons d'être immobile et de voir tourner la voûte céleste. Pour ceci, on fixe le tympan que nous venons de réaliser, et sur son centre, on fait pivoter, dans le sens des aiguilles d'une montre, une carte du ciel sur laquelle sont marquées les principales étoiles et constellations.

La superposition de la carte du ciel au planisphère posait à nos ancêtres une question d'ordre technique. «Nous avons l'avantage de disposer aujourd'hui de matériaux transparents», sur lesquels cette carte peut être gravée sans entraver la visibilité. Mais autrefois le constructeur était obligé d'ajourer cette partie supérieure, qui prenait ainsi l'aspect d'une résille, d'où le nom d'araignée. Dans les instruments anciens, on peut difficilement parler d'une carte du ciel, au sens où nous l'entendons, puisque seules quelques étoiles étaient indiquées. Cela n'a du reste pas d'importance car le problème essentiel qui se pose est celui du Soleil. Le déplacement apparent de celui-ci se compose de deux mouvements:

1. Un mouvement diurne qui est celui de la sphère céleste entière.
2. Une trajectoire annuelle qui lui fait faire en un an le tour de la voûte étoilée.

Cette trajectoire se situe dans un plan incliné de $23^{\circ} 27'$ environ sur le plan de l'équateur. On appelle ce plan l'*écliptique*. Cette écliptique se projetera naturellement suivant un cercle, d'après ce que nous avons dit plus haut. Ce cercle doit être tangent intérieurement au tropique du Cancer et extérieurement au tropique du Capricorne. En choisissant son centre sur le méridien, on le construit aisément (fig. 3).

Pour définir la position du Soleil, le moyen le plus simple est de fixer une origine sur l'écliptique, et de diviser celle-ci en 360° . On a choisi de faire débiter la graduation au point où l'écliptique coupe l'équateur. Le Soleil dans son mouvement annuel le long de l'écliptique passe par ce point au début du printemps, c'est pourquoi on l'appelle *point vernal* (du latin «ver» le printemps).

La mesure en degrés de l'arc d'écliptique parcouru à partir du point vernal s'appelle la *longitude céleste*.

On a également conservé un mode de division dont l'origine se perd dans les mythologies astrologiques de l'Antiquité. L'écliptique est divisée en parties égales de chacune 30° . Ces douze divisions constituent les signes du zodiaque, et portent les noms des constel-

lations qui occupaient jadis ces régions du ciel. Rappelons que le zodiaque est une bande, large de 18° , dont l'écliptique est la ligne moyenne.

L'origine de cette graduation est le même point que précédemment, il marque l'entrée du Soleil dans le signe du Bélier, dont le symbole figure assez exactement la lettre grecque γ . C'est pourquoi on appelle également le point vernal, point gamma.

Pour déterminer sur la projection de l'écliptique les douze signes du zodiaque, on divise le cercle équatorial en douze segments égaux et joint les points de division obtenus à la projection F' du pôle de l'écliptique. Ce point F' est situé entre O et E' , à une distance:

$$OF' = R \cdot \operatorname{tg} 11^\circ 44' = 0,208 R$$

Le signe du Bélier est à placer à l'Ouest; les autres sont alors inscrits en parcourant l'écliptique dans le sens direct.

Une démonstration très élégante de cette construction m'a été transmise par M. M. Marguerat, professeur au Gymnase Scientifique de Lausanne; c'est pour moi un honneur de la transcrire:

« F (pôle de l'écliptique, côté Sud) et P (pôle Nord, centre de projection) sont symétriques dans l'espace par rapport au plan bissecteur du dièdre équateur-écliptique; de même, les cercles équateur (e) et écliptique (r). Tout cercle passant par F et P sur la sphère, admet le bissecteur pour plan de symétrie, et détermine donc sur e et r des arcs égaux. La projection stéréographique de ce cercle est une droite passant par F' . D'où la construction indiquée.»

Coordonnées équatoriales

Je montrerai encore comment on complète l'astrolabe pour permettre des lectures en coordonnées équatoriales.

«Au cours de sa rotation diurne, une étoile donnée décrit autour du Pôle un cercle concentrique à l'Equateur» en un *jour sidéral*. Nous pouvons considérer le ciel comme un immense cadran d'horloge qui tourne, et si on choisit une aiguille fixe, elle marquera l'heure sur le cadran, exactement comme si elle tournait devant un cadran fixe.

«Sur notre astrolabe, le cadran sera une graduation en 24 heures, inscrite autour de la carte du Ciel», le zéro étant donné par la demi-droite joignant le centre au point vernal. «L'aiguille fixe sera simplement le méridien Nord-Sud tracé sur le planisphère... En faisant tourner le disque transparent dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, nous verrons défiler devant le méridien les heures successives.» Par exemple «au moment où Aldébaran passe à l'horizon Est, il est 21 h. 12 min. sidérales». Lorsqu'elle passe au méridien, il est 4 h. 33 min. sidérales. «L'heure sidérale à laquelle une étoile passe au méridien se nomme *l'ascension droite* de cette étoile.»

«Au cours de sa rotation diurne, sa distance à l'équateur est invariable. On appelle cette distance la *déclinaison*. Elle est positive si l'étoile est au nord de l'Equateur, négative dans le cas contraire.

Sur notre carte du ciel, les déclinaisons apparaissent en projection. Il est facile de construire une échelle qui en permette la mesure» (fig. 4). La projetante PA d'un point A de déclinaison δ forme avec la ligne des Pôles l'angle $\frac{1}{2} (90^\circ \pm \delta)$. Avec la convention des signes adoptés, on a dans tous les cas :

$$OA' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} (90^\circ + \delta).$$

Cette formule permet d'établir une échelle pour des déclinaisons allant de -90° , correspondant au Pôle Sud, centre de l'astrolabe, à $+40^\circ$. La construction graphique permet du reste une précision suffisante.

Cette graduation sera gravée sur un rayon mobile qu'il suffira de faire pivoter pour pouvoir lire l'ascension droite et la déclinaison de n'importe quel point de la carte du ciel. En réalité, on fixe sur l'astrolabe un diamètre entier, et non un simple rayon.

Conclusion

Il me faudrait encore indiquer comment on placerait une graduation permettant la lecture des temps solaires. Cela m'entraînerait trop loin, et je m'en voudrais de vous priver du plaisir que vous aurez à découvrir vous-mêmes l'aisance avec laquelle l'astrolabe permet la lecture des temps vrai, moyen, civil ou universel.

Je me suis attaché plus spécialement à construire un astrolabe, et dois résister au désir que j'ai de vous présenter une ou deux applications, choisies parmi les plus suggestives.

En résumé, l'astrolabe est un instrument plan qui mesure les mouvements des astres. Il est formé de trois éléments :

1. Un cadran fixe, image de la Terre: le Tympan.
2. Un équipage mobile, carte du Ciel: l'Araignée.
3. Une réglette diamétrale mobile, servant à la lecture des déclinaisons et des temps.

Je suis convaincu que l'astrolabe qui a complètement disparu de nos préoccupations et usages, après avoir été l'instrument de mesure essentiel de l'astronome du VI^{me} au XVII^{me} siècle, peut rendre des services à tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin aux phénomènes astronomiques. La compréhension de ces derniers est sérieusement facilitée, surtout si l'on fait l'effort de construire soi-même un astrolabe.