

Pour obtenir les anomalies longitudinales, chacune des plaques tournantes était munie d'un système permettant le balancement des lignes des absides. (v. la légende de la fig. C).

Le mouvement de Lycavas (du tambour du soleil) s'obtenait suivant la règle d'Hipparque, c.à.d. que la distance entre le centre du tambour et le centre de l'excentrique était $\frac{1}{24}$ du rayon.

Le constructeur réalisait le degré de précision désiré en diminuant ou en augmentant d'une le nombre des dents déterminées d'après le calcul.

Les indications données par les tambours étaient d'une précision absolue. (v. dans la fig. A, la projection suivant laquelle a été poursuivi le projet de construction de l'appareil; v. aussi sa légende).

Le fonctionnement de l'appareil est expliqué clairement par les légendes des fig. B et C.

ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑ. — **Sur la navigation astronomique des anciens Grecs,** *par Jean Théofanidis.**

Gosselin, dans son ouvrage classique¹, écrit:

1 — Que le géographe Ptolémée (Claude, 2^{me} siècle de notre ère) avait appliqué à sa projection les données des cartes de Marin de Tyr.

2. — Que Marin (1^{er} siècle av. J.-C.) avait appliqué à son système de projection les données des cartes d'Hipparque, en admettant, comme mesure de l'arc du méridien terrestre, celle de Posidonius, astronome de l'école d'Alexandrie, son contemporain, mesure très inexacte et différente de la mesure d'Hipparque. C'est de cette erreur de Marin que résulta une véritable confusion sur les distances et les coordonnées.

3. — Qu'Hipparque (2^{eme} siècle avant notre ère) avait appliqué à sa projection les données des cartes d'Eratosthène, sans réduire pour ses cartes les coordonnées à sa mesure de l'arc du méridien. Et cette erreur d'Hipparque eut comme conséquence une différence capitale dans les coordonnées géographiques.

4. — Que la mesure de l'arc du méridien d'Eratosthène était d'une précision absolue, mais que, dans ses cartes, il y avait des différences sur les distances, dues à la faute impardonnable d'application des données des navigateurs, sans réductions préalables de leurs échelles de mesure à la mesure admise de l'arc terrestre.

5. — Que les données des cartes d'Eratosthène, une fois réduites à la mesure d'arc, sont d'une exactitude surprenante et nous prouvent la précision absolue des observateurs anciens.

* Άνεκoinώθη κατά την συνεδρίαν τῆς 8 Μαρτίου 1934.

¹ GOSSELIN - JOSEPH. La Géographie des Grecs analysée, ou les Systèmes d'Eratostènes, de Strabon et de Ptolemée comparés entre eux, 1790.

Gosselin, après avoir communiqué ses découvertes sur la géographie des anciens, a exposé que, selon lui, la mesure de l'arc du méridien d'Eratosthène n'était pas en vérité son œuvre, mais devait être plutôt le résultat du travail scientifique des astronomes babyloniens ou égyptiens, car il croyait Eratosthène incapable d'un travail d'une telle envergure.

Gosselin avait confondu la science avec ses applications. Il n'avait pas soupçonné qu'Hipparque, qui avait découvert le phénomène de la précession (vers l'an 130 av. J.-C.), était incapable d'une aussi lourde erreur que l'admission sans aucun contrôle des données géographiques de ses prédécesseurs. Dans l'abîme de ses réflexions après l'œuvre remarquable de la restauration de la réalité dans la géographie, Gosselin avait oublié la fondation par Hipparque de la trigonométrie sphérique, dont le but était exclusivement de calculer les distances des points de la terre, dont les coordonnées sont connues. Il n'avait pas remarqué la valeur, pour la solution des problèmes de la navigation, de la projection stéréographique d'Hipparque, n'ayant pensé qu'à son application aux questions géographiques. Et, se basant sur les erreurs des données des cartes d'Hipparque, qu'il avait lui-même découvertes, Gosselin avait porté son attention ailleurs.

Par suite de cette erreur fondamentale de Gosselin, ses contemporains et ceux qui se sont occupés de cette question, ont cru que celle-ci finissait au point où l'avait laissée Gosselin.

Le résultat de ces conclusions de Gosselin fut le refus absolu des spécialistes de croire à l'emploi, à bord des navires, de l'horloge anaphorique, décrite pourtant et mentionnée au 1^{er} siècle avant notre ère.

Et leur plus grande erreur fut l'orientation vers la méthode de détermination de la longitude décrite par Ptolémée, méthode basée sur les éclipses de la lune. Ils n'avaient pas pensé :

1^o. — Que cette méthode existait déjà avant Hipparque et était démontrée inapplicable.

2^o. — Qu'ils croyaient Ptolémée supérieur à ce qu'il était réellement.

3^o. — Que les erreurs des cartes d'Hipparque n'étaient pas dues à lui-même, mais à ceux qui ont pensé à employer sa projection stéréographique après sa mort.

4^o. — Que pour la navigation, les constructions géométriques d'Hipparque dispensent les navigateurs du besoin d'employer des cartes marines, si on possède les coordonnées des différents points de la terre.

5^o. — Etant donné un progrès si important de la science et l'existence connue avant Hipparque des horloges hydrauliques, développées à la perfection, il

n'était pas possible qu'Hipparque, l'inventeur véritable de la longitude comme coordonnée, n'eût pas appliqué le théorème fondamental d'astronomie pour la transformation des temps, qui permettait au navigateur de trouver la longitude du navire au moyen d'une horloge anaphorique.

Mes observations sur les propositions de Gosselin sont corroborées par les débris trouvés à Anticythère. En effet :

1°. — Parmi les petits fragments, mentionnés dans la description de l'instrument, il y a une pièce en cuivre d'environ un millimètre d'épaisseur, portant graduation en degrés et demi-degrés (dont le rayon intérieur est de 135 m/m).

Deux autres petits fragments du même métal existent aussi, portant des restes d'inscriptions, (v. la figure 4), publiées jadis par notre archéologue Valérius Staïs. (Ces inscriptions étaient des instructions utiles pour tracer la projection stéréographique d'Hipparque par la règle et le compas, afin de résoudre en mer les différents problèmes de navigation et d'astronomie. Les nombres 123 et 75,5 inscrits sur l'une des deux pièces expriment exactement deux dimensions de cette projection., c. à d. que le nombre 123 exprime le rayon du cercle enveloppant les projections stéréographiques des écliptiques des corps célestes du système solaire sur le plan du tropique d'hiver (Capricorne). [Le cercle représentant cette sphère céleste devait avoir 117 millimètres de rayon]. Le nombre 75,5 exprime le rayon de la projection du soleil, au même plan. Le rayon 135 est celui du cercle enveloppant tous les cercles.

Cette projection pouvait être utilisée pour la solution des différents problèmes astronomiques et nautiques. Quant aux problèmes astronomiques, elle donnait les coordonnées équatoriales du système solaire. A cet effet, on prenait d'abord les coordonnées écliptiques de l'instrument décrit, d'après la date et l'heure moyenne. On posait ensuite à la place convenable le centre de la projection excentrique de l'écliptique de l'astre, dont la hauteur avait été mesurée suivant la distance de ce centre, du centre de la projection du soleil, comme il a été fixé dans la description de l'instrument.

Pour trouver l'angle de route, il suffisait de tracer la ligne du point de départ au point d'arrivée et de mesurer son angle avec le méridien du point de départ. La même projection donne l'angle horaire et l'azimut par le triangle de position construit avec la distance zénithale de l'astre, sa déclinaison et la distance du soleil.

naison et la latitude du navire. D'ailleurs cette construction géométrique est très connue.

2°.—La troisième ligne de la partie supérieure de la même inscription figure (4), parle d'un *premier méridien*, d'où se déduit un document très sérieux, de plus, à l'appui de ma conviction pour l'existence des horloges anaphoriques et conséquemment de la détermination de la longitude géographique.

3°.—Il existe une graduation de 6° en 6° sur le reste du disque, qui est mentionnée sur l'une des faces du premier des fragments de l'appareil. Le rayon intérieur de cette graduation est de 72 m/m. Entre ces lignes, qui sont prolongées, on distingue les restes de l'inscription donnant, de la latitude et de l'inclinaison, l'amplitude des astres au moment de leur lever ou de leur coucher réels, inscription tracée précisément à la manière de celle qui est très connue sous le nom de *καταγραφή τῶν ὀριζόντων*. Ainsi, on obtient l'exacte orientation du navire pendant la nuit, par le relèvement des étoiles du Zodiaque ou des corps du système solaire au moment de leur lever ou de leur coucher, en comparant l'amplitude de l'astre à l'angle de son relèvement avec le plan transversal. On l'obtenait aussi au moment du lever et du coucher du soleil. Comme l'on sait, la distance polaire de l' α de la Petite Ourse était alors très grande et il n'y avait pas moyen d'obtenir par cet astre l'orientation du navire.

Pendant le jour, on pouvait l'obtenir précisément par la solution du triangle de position sur la projection stéréographique. Rien n'était plus facile que cette construction géométrique, par la règle et le compas, s'il existait un disque portant graduation.

4°.—Néanmoins, il y a les restes d'une autre inscription mentionnée déjà, comme existante sur l'une des faces du second fragment de l'appareil, inscription qui est l'empreinte incomplète d'une feuille non existante sur l'incrustation formée par les sels de l'eau de mer. Cette inscription donne l'idée qu'elle décrit un disque tracé de manière à avoir plusieurs circonférences tangentes, l'une à l'intérieur de l'autre, et enveloppées d'une dernière portant graduation, et tangente à toutes. Un tel disque donne aussi par deux simples droites, tracées par le navigateur, la solution du triangle de position. Les restes de la même inscription donnent l'idée, par les fragments de mots qu'ils contiennent, que l'azimut s'obtenait

par un rayon de soleil (ou d'un astre). Donc, un disque a été construit d'après les principes ci-dessus. Par les résultats obtenus il a été prouvé que l'orientation précise du navire était assurée, même sans dioptré, par l'ombre d'un clou posé verticalement à son centre et le mouvement simultané de deux bras suivant la direction de l'ombre.

K. A. K_G