

*Sphères armillaires
du troisième millénaire... suite*

L'APOLYMER

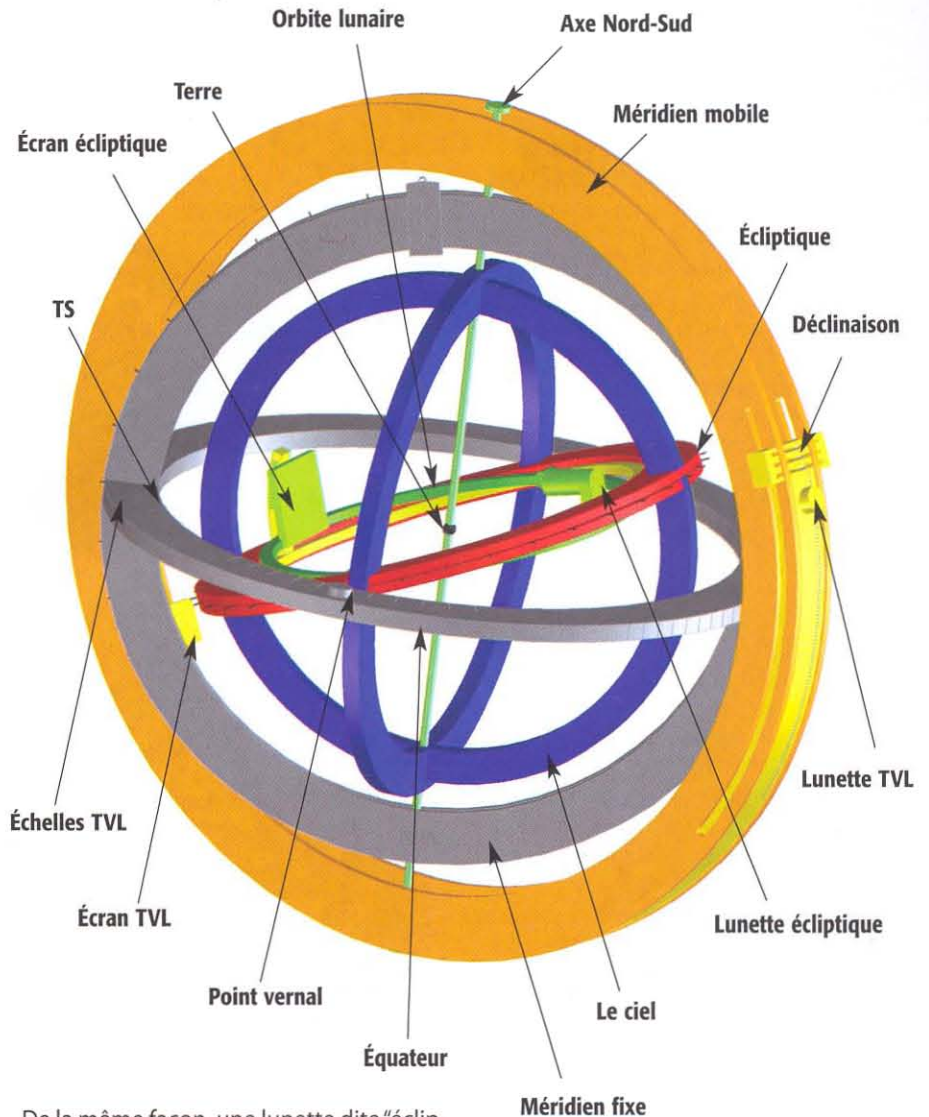
Dans un précédent article (*l'Astronomie*, février 2009, p. 41), nous avons présenté les deux premiers apolytères, l'Apolyterre et l'Apolyciel, deux sphères armillaires qui sont déjà réalisées et installées dans deux localités allemandes, Bisingen et Brittheim (Zollernalbkreis, Baden-Württemberg). Notre troisième invention est l'Apolymer

La conception de l'Apolymer est inspirée par un vieux rêve : créer un instrument qui puisse indiquer au navigateur la latitude et la longitude du vaisseau. On sait que la mesure de la longitude est, pour le marin qui ne se contente plus du cabotage, la principale difficulté de la navigation. Si l'Apolymer n'a pas la prétention de faire le point avec la précision d'un GPS, du moins permettra-t-il d'étudier la position atteinte au sein des différents référentiels astronomiques. Cet instrument n'existe encore qu'en version virtuelle et sa théorie (avec, peut-être, l'utilisation de la Lune) est en cours d'élaboration. Néanmoins cet article en donnera une présentation sommaire.

Les caractéristiques de l'Apolymer

Utiliser un apolyciel sur un navire paraît déraisonnable, eu égard à l'encombrement de l'instrument et aux difficultés d'utilisation. La version marine sera donc plus petite que les autres, 50 cm environ. Ne sont conservés dans l'apolytère marin que l'écliptique tournant autour d'un axe Nord-Sud, sur lequel pivote également un méridien mobile. Ce méridien se trouve à l'extérieur de l'équateur, alors que l'écliptique est à l'intérieur. Cela permet de régler parfaitement quatre variables essentielles, à savoir l'angle horaire (AH), la déclinaison, le Temps Sidéral (TS) et la longitude écliptique (LE) de l'astre, qui peut être le Soleil ou, éventuellement, la Lune. Il vaut mieux parler ici d'angle horaire que de TVL (temps vrai local), car il semble que la Lune devrait donner de meilleurs résultats, lorsque la théorie, complexe, sera bien mise au point. La latitude sera réglée aussi bien que possible. La longitude écliptique pourrait devenir inutile, avec une seule lunette.

Avec l'Apolymer, une toute autre méthode est employée, pour éviter d'avoir une double manipulation à effectuer en un laps de temps très court. Au lieu de chercher quel est l'angle horaire de l'astre à cet instant, il faudra attendre que l'angle horaire choisi soit atteint par l'astre, et cela change tout quant à la précision obtenue. Les parties mobiles sont équipées d'un vernier au vingtième, d'une loupe et d'un blocage. Il conviendra de choisir dans les *Tables nautiques* générées par Lunisol, le modèle Excel précédemment mentionné, le TVL approprié, par exemple X, (dix heures) soit $AH = -30^\circ$, et cela peut-être 15 minutes avant ce TVL. Le fait d'attendre qu'un certain événement se passe dans le ciel assure une rapidité de lecture bien plus grande et sûre. L'instrument est donc réglé pour Greenwich, pour un TVL déterminé. La déclinaison de l'astre sera affichée sur le méridien mobile, avec une lunette grossissant 10 fois. Il est possible d'utiliser un filtre solaire donnant, grâce à des prismes parfaits, quatre images se chevauchant. Cela donne une précision remarquable dans la visée du centre de l'astre. Cette image se projette sur un écran placé perpendiculairement à l'axe de la lunette. Il devient assez simple de relever l'instant attendu, lorsque le centre de l'astre passe par un trait vertical tracé sur l'écran. Pour assurer un bon placement dans le méridien (la latitude est connue), deux lignes horizontales (une haute et une basse) sont tracées sur l'écran. L'image doit se trouver entre ces deux lignes, à la variation de la déclinaison près¹.



De la même façon, une lunette dite "écliptique" sera réglée parfaitement, grâce à la longitude écliptique de l'astre, connue. Les deux lunettes sont par définition parallèles, puisqu'elles pointent toutes deux le centre du Soleil. Il est donc possible de se passer de la deuxième, ce qui simplifie l'objet. Il faut dans ce cas deux demi-écrans, l'un pour le TVL, l'autre pour la LE (voir figure ci-dessus).

Les réglages

Supposons que le navire se trouve sur le méridien 0° . Alors, tout coïncide parfaitement, l'image TVL est centrée sur son écran, tout comme l'image écliptique. Mais supposons maintenant que le bateau se trouve dans le golfe du Bengale ; alors, lorsque le TVL sera atteint, l'écliptique de l'instrument ne sera pas parallèle à l'écliptique naturel, celui où se trouve le Soleil, puisqu'il a été réglé pour Greenwich. Il y aura donc un écart sur l'écran écliptique. Pourquoi ? Parce que l'écliptique se trouve trop à gauche (par

exemple), tandis que la lunette (ou l'écran seul dans le cas d'une lunette unique) se trouve trop à droite, exactement de la même valeur, ce qui explique que la lunette pointe tout de même le centre de l'astre.

Ce point est délicat : voyons-le en détail. Si le navire est à l'est de Greenwich, comme l'écliptique n'est pas parallèle à l'équateur, il sera sur l'instrument trop à gauche. En effet, lorsqu'il est X (heures) TVL dans le golfe du Bengale, il est environ II (heures) TVL à Greenwich et la Terre n'est évidemment pas encore au point où elle sera dans 8 heures dans sa course autour du Soleil. En conséquence la LE de l'astre est trop à droite sur l'instrument, ce qui compense l'erreur de TS et explique que le centre de l'astre soit visé tout de même. Mais cela entraîne une position artificiellement erronée de l'écran écliptique, sur lequel apparaît un décalage. Lorsque le TVL sera atteint, il faudra noter

1 - En effet, comme la Terre continue sa course autour du Soleil pendant la journée, la déclinaison solaire varie sans cesse. La variation de la déclinaison est nulle aux solstices (sol stat, le Soleil s'arrête) et maximum aux équinoxes.

sur le champ ce décalage, qui donnera la longitude du lieu, de façon réellement simple cette fois, avec une interpolation entre deux valeurs de LE trouvées dans les tables.

L'Apolyciel et l'Apolymer utilisés comme un sextant

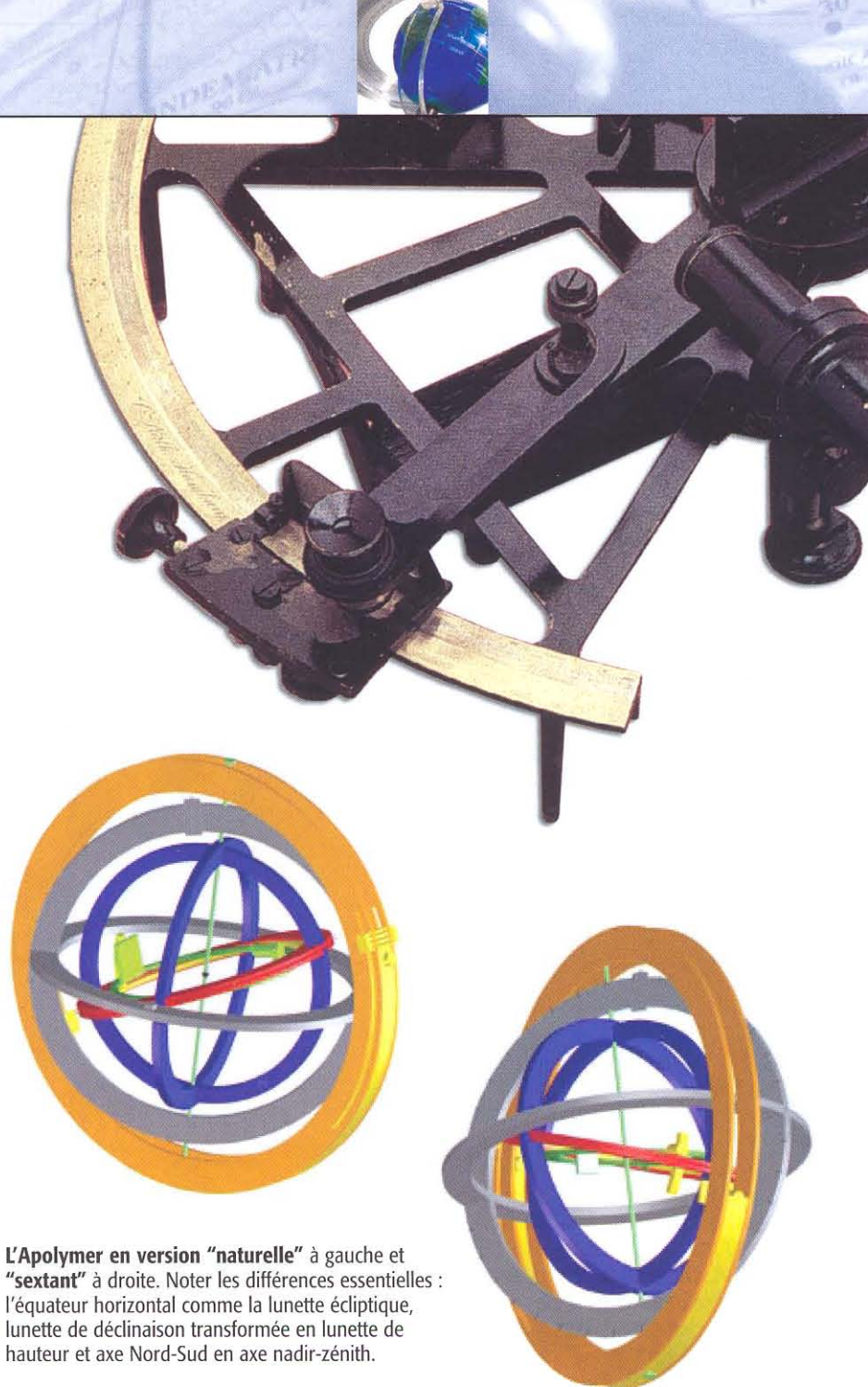
Un apolyciel permet de mesurer la hauteur du Soleil ou de la Lune, voire d'une étoile, avec une précision de l'ordre de 30" dans la mesure où l'appareil se trouve bien à l'horizontale. L'arc altazimutal mobile suffit pour cela. Avec deux mesures de hauteur à une heure environ d'intervalle, il devient aisé de calculer les latitude et longitude géographiques du lieu. Il faut pour cela disposer d'une horloge ou d'un chronomètre. Cela n'est pas sans intérêt, mais uniquement à terre.

Qu'en est-il à bord ? Il se trouve que l'Apolymer est utilisable comme un sextant. Il suffit de régler l'instrument pour la latitude 90° (pôle Nord) pour que l'équateur soit horizontal. En gardant ce réglage en tout lieu, le méridien mobile se transforme en arc altazimutal et la lunette de déclinaison devient une lunette de hauteur. Il est donc possible de mesurer la hauteur du Soleil ou de tout astre de la même façon qu'avec un sextant. La précision de la mesure atteindra les 30" là aussi. Notons que dans ce cas le chronomètre externe reste indispensable. L'instrument assure ainsi une double fonction :

- si un chronomètre est disponible, l'apolymer se transforme en sextant ;
- sans chronomètre, il est possible de faire le point par la méthode exposée plus haut, en connaissant le TSVL et les autres variables, méthode entièrement nouvelle ;
- notons enfin que si un chronomètre est disponible, la longitude sera donnée de façon quasi immédiate en comparant le temps du méridien de référence et le TVL donné par l'Apolymer. Il suffit de tenir compte de l'équation du temps, donnée dans les tables.

Conclusion

De nos jours un GPS reste par évidence indispensable. Mais le système présenté admet un gros avantage sur tous les autres, puisqu'il est indépendant de toute électronique ou de toute horloge susceptible de panne. Il n'est pas nécessaire de connaître le temps du méridien de référence – mais elle existe aussi dans les autres systèmes. Ce temps est emporté avec le bateau sous la forme de tables (Ephémérides, livre annuel de 300 pages environs) à Greenwich pour de nombreuses heures TVL (tous les quarts d'heure par exemple). C'est la seule contrainte, qui pèse sur la méthode pro-



L'Apolymer en version "naturelle" à gauche et "sextant" à droite. Noter les différences essentielles : l'équateur horizontal comme la lunette éclipique, lunette de déclinaison transformée en lunette de hauteur et axe Nord-Sud en axe nadir-zénith.

posée mais cette constante existe aussi. Le Soleil (ou la Lune) doit être présent, mais cela reste vrai quelle que soit l'idée de base, puisqu'il faut connaître le TVL.

Alors, les sphères armillaires du troisième millénaire ont-elles un certain intérêt ? S'il est quasiment exclu que l'Apolymer soit jamais utilisé réellement pour faire le point en mer, cet objet astronomique "ultime" pourrait dans sa version céleste rendre de grands services à tout observatoire public, comme à de nombreux planétariums, mais aussi à toute école dans laquelle des cours d'astronomie sont dispensés, partout dans le monde. L'instrument est universel, utilisable partout, sans limitation. Deux villes jumelées pourraient par exemple se procurer un tel objet, et dans le cadre de cours organisés ou de festivités locales faire calculer

aux élèves, mais aussi aux adultes, la différence de longitude entre les deux villes. Et c'est réellement le Soleil qui donnerait la réponse. ■

Un article nettement plus long expliquant de nombreux détails sur les instruments présentés ici, sera prochainement édité dans la revue Cadran-Info de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France

L'auteur tient à remercier ici Messieurs Denis Savoie, président de la Commission des cadrans Solaires de la Société astronomique de France, Paul Gagnaire et Jean-Michel Ansel.

Par ailleurs, c'est un grand plaisir pour l'auteur de dédier l'apolytère à Robert Sagot en France et à Paul-Eberhard Schwenk en Allemagne.