

---

## Peut-on dater les astrolabes anciens par une méthode astronomique ?

par Éric Mercier

---

*Trois méthodes astronomiques ont été proposées pour dater les astrolabes anciens. Dans cet article, je me propose d'établir les marges d'erreur qui sont inhérentes à ces méthodes :*

- *la longitude du Périhélie, cité pour mémoire, est inutilisable ;*
- *la date de l'Équinoxe de Printemps, inscrite sur le calendrier au dos de l'instrument fourni une précision de l'ordre de  $\pm 200$  ans ;*
- *la position des étoiles sur l'araignée qui matérialise la Précession des Équinoxes, et qui donne un âge avec une précision de  $\pm 50$  ans, si l'on prend la peine de « filtrer » les étoiles selon un critère de « cohérence » et si l'on se limite à des groupes d'astrolabes particuliers (européens XVI<sup>e</sup> siècle, maghrébo-andalous). Pour les autres groupes, la précision serait aussi de l'ordre de  $\pm 200$  ans.*

*En pratique, plusieurs questions restent en suspend, et il est probable que, même dans les cas les plus favorables, l'âge calculé ne soit qu'une indication à confronter aux résultats d'autres méthodes (style, études métallurgiques...).*

En utilisant les données astronomiques qui sont inscrites sur un astrolabe planisphérique, il est théoriquement possible de déterminer son âge. Il semble que ce soit Johann Schöner (1477 – Nuremberg 1547) qui est le premier, en 1525, à avoir essayé d'appliquer de telles méthodes sur un astrolabe islamique pour le dater (in Dekker 1992). Plus récemment des contributions importantes, comme celles de Gunther (1923), Michel (1947), Poulle (1956), Torode (1989 & 1992), Dekker (1992), et G. E. Turner (2003) ont repris cette question avec des conclusions souvent très réservées, voire franchement négatives.

Par ailleurs, il faut être conscient que sur le plan strictement scientifique, la question de la datation d'un astrolabe, ou de n'importe quel objet, n'a réellement de sens que si l'on prend la peine de fixer le degré de précision souhaité (ou la marge d'erreur admissible). Or ce problème de précision n'est jamais explicitement abordé par les auteurs qui se sont intéressés à la question ! On peut néanmoins se faire une idée en analysant le traité de Michel (1947) qui

est le plus complet sur cette question. Ainsi, cet auteur discute du *style pascal* (p. 133), qui était une manière de compter l'année datant du moyen-âge qui consiste à faire débiter l'année à la date de Pâques, et il conclut que *ce que nous appelons... 1<sup>er</sup> Mars 1525 était encore millésimé 1524*. Le choix d'évoquer cette ancienne convention dans son ouvrage, et surtout l'endroit où il le fait : dans les premières lignes de son chapitre XIX sur la *Détermination de la date de construction d'un astrolabe*, suggère fortement que pour lui, et probablement pour les autres auteurs, l'objectif de précision est de l'ordre de l'année... Comme lui-même et la plupart des auteurs les plus récents le montrent de façon plus ou moins convaincante, cette ambition est totalement illusoire.

Mais, ce qui est présenté comme un échec ou une impossibilité dans la bibliographie, ne doit pas automatiquement condamner la méthode ; elle pourrait rester parfaitement pertinente à partir du moment où l'objectif de précision était revu à la baisse. Dans les lignes qui suivent, je vais présenter les trois approches astronomiques de datation envisageables et, contrairement aux auteurs précédents qui les ont testés, jugés et rejetés en ayant en tête des objectifs de précision irréalistes, je vais, sans *a priori*, essayer d'établir la précision qu'elles peuvent nous offrir. Puis, en fonction du résultat de cette évaluation, je tenterai de proposer une méthode astronomique opérationnelle de datation des astrolabes, en précisant, évidemment, l'ordre de grandeur de la précision que l'on peut attendre et les limites d'utilisation.

## 1 La longitude du Périhélie

Dans le système héliocentrique, le périhélie de la Terre est le point de son orbite qui est le plus proche du Soleil ; c'est aussi le moment de cet événement. De même, dans le système géocentrique (celui des astrolabes), le périhélie est le point de l'orbite du Soleil qui est le plus proche de la Terre ; et c'est le moment de cet événement. En pratique, le périhélie a lieu au même moment dans les deux systèmes (hélio & géocentrique) : en 2018 c'est le 3 Janvier vers 6 h. Comme la longitude du périhélie augmente d'environ  $61,7$  d'angle chaque année, la lecture de cette valeur sur un astrolabe devrait permettre de le dater.

La longitude du périhélie peut, théoriquement être lue, sur l'arrière des astrolabes qui sont munis d'un calendrier civil excentrique. La figure 1 [page ci-contre](#) illustre le lien entre cette excentricité et la longitude du périhélie.

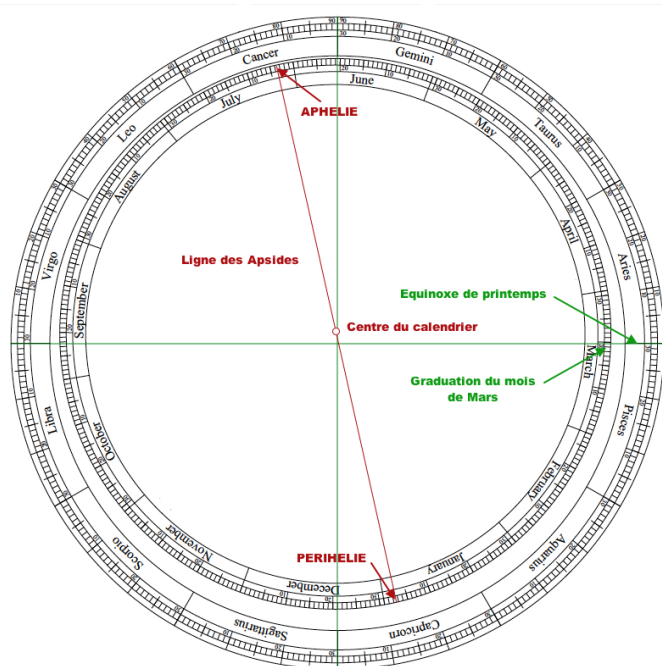
Selon Poulle (1956, p. 302-304), les évaluations de la longitude du périhélie et de sa dérive, étaient très mauvaises au moyen âge<sup>1</sup>. À l'époque, même un astrolabiste précis et scrupuleux aurait été incapable de choisir une valeur de la longitude réellement représentative de la date de son travail. Par ailleurs, et en pratique, sur un astrolabe réel, il se révèle toujours impossible de localiser précisément le centre du calendrier civil (qui est rarement un cercle parfait) et donc de tracer la ligne des apsides et de mesurer correctement la longitude du périhélie. En conséquence de ces différents obstacles, aucun auteur n'a réellement essayé d'utiliser cette méthode pour dater un astrolabe : elle n'est présentée ici que par souci d'exhaustivité.

## 2 La date de l'équinoxe de printemps

La date des équinoxes est fixe si l'on se réfère à l'année tropique, mais si l'année du calendrier civil utilisée ne dure pas exactement une année tropique, la date des équinoxes va

---

1. La première valeur correcte de la longitude du périhélie fut établie par Kepler en 1609 (Simon, 2007) et la valeur de la variation séculaire fut déduite des travaux de Newton au XVIII<sup>e</sup>. Lors de ces découvertes, les astrolabes étaient déjà passés de mode.



**Figure 1** – Les calendriers à l’arrière d’un astrolabe contemporain avec (1) illustration des relations théoriques entre les centres des calendriers civil et zodiacal, le tracé de la ligne des apsides et la longitude de périhélie (inspiré de Morrison 2007); (2) la position de l’équinoxe de printemps et la graduation correspondante sur le calendrier civil.

dériver au fur et à mesure des années. C’est notamment le cas avec le calendrier Julien qui fut de tout temps utilisé par les gnomonistes musulmans et qui avait cours en Europe au moins jusqu’à la renaissance<sup>2</sup>. Comme on le constate sur la figure 1, si un astrolabe est muni d’un double calendrier (Zodiacal et Julien), on peut y lire la date de l’équinoxe de printemps et, théoriquement, en déduire la date de sa fabrication

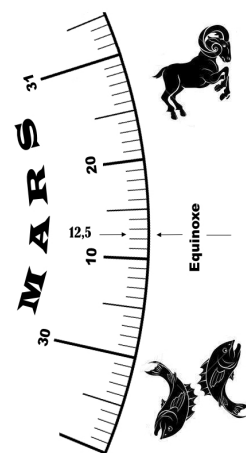
C’est notamment l’opinion de Gunther (1923, p. 187) qui affirme : *L’époque de la construction est précisément indiquée par le jour du mois de l’équinoxe de printemps (vernal) quand le Soleil rentre dans le premier degré du Bélier (Aries)*. Michel (1947) a une vue beaucoup plus nuancée ; en pratique, plusieurs difficultés apparaissent :

1. Tout d’abord un problème de lecture. La figure 2 page suivante va me permettre d’illustrer ce problème. La flèche, permettant de dater l’équinoxe sur cet extrait de calendrier, indique 12,5. On pourrait penser que cela veut dire que l’événement date du 13 du mois<sup>3</sup> en milieu de journée. Après l’avoir présenté, Michel (1947) affirme que cette conclusion est erronée et que le trait 12, dans notre exemple, indique le début du 12 du mois.
2. Une fois cela admis, reste à savoir si 12,5, par exemple, correspond à des jours civils qui commencent à minuit, ou des jours astronomiques, qui commencent à midi. Selon les cas, la graduation 12,5 indiquerait, en jours civils, le 12 à midi, ou le 12 à 0 h. La encore Michel (1947) est formel et ce sont les jours astronomiques qu’il faut considérer.

Ces incertitudes d’une journée ou d’une demi-journée dans la lecture de l’heure de l’équinoxe ne sont pas négligeables car elles engendrent une erreur de, respectivement, 128 ou 64 ans dans la datation de l’instrument. Ces erreurs peuvent même se cumuler. On doit donc s’interroger sur les arguments de Michel (1947). En fait, ils apparaissent assez faibles. Son principal argument (seul ?) est que le traité de Stoeffler de 1512 (*Elucidatio fabricae ususque astrolabii*)

2. Le passage au calendrier Grégorien eu lieu en 1582 dans les pays catholiques et au cours du XVIII<sup>e</sup> ou du XIX<sup>e</sup> siècle dans les autres.

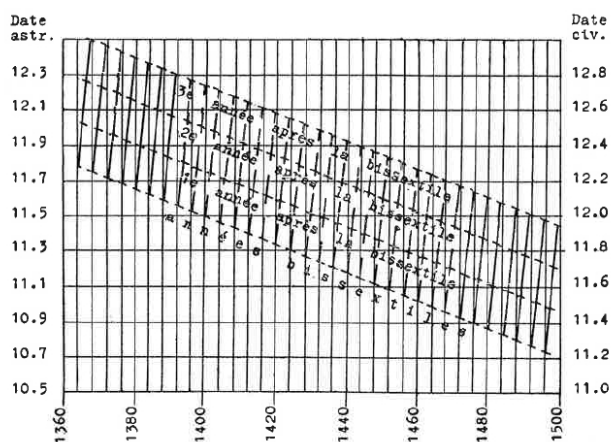
3. En effet, il n’y a pas de jour « 0 » dans un mois, et que dès que l’on a dépassé la première graduation qui représente la fin du premier jour, on est dans le second etc. . .



**Figure 2** – Exemple de la correspondance sur le dos d’un astrolabe d’un calendrier zodiacal et d’un calendrier civil. Ici l’équinoxe de Printemps correspond à la graduation 12,5 du mois de Mars, ce qui peut correspondre dans le calendrier civil et selon les auteurs, au 12 Mars à 0 h (Michel 1947), le 12 Mars à midi (Gunther 1923, 1932), ou le 12 Mars à minuit (Poulle 1956) (voir texte).

affirme expressément les deux premiers postulats. Mais ce traité était-il aussi suivi que cet auteur le prétend ?

3. L’année Julienne dure en moyenne 365,2500, et l’année tropique : 365,2422 jours. C’est ce décalage qui engendre la dérive de la date de l’équinoxe. Mais dans la réalité, on assiste, dans le calendrier Julien, à une succession de 3 années de 365 jours, pendant lesquels la dérive est très importante, puis d’une année de 366 jours (année bissextile), qui compense en grande partie, mais pas complètement, les trois dérives annuelles précédentes. La figure 3 extraite de Michel (1947) illustre le phénomène.



**Figure 3** – Illustration de la variation de la date de l’équinoxe de printemps dans le calendrier Julien pour la période 1360-1500. On note deux phénomènes : une variation rapide sur des cycles de 4 ans (3 années normales + une année bissextile) et une dérive lente et séculaire due à la différence de durée entre l’année tropique et l’année Julienne.

Michel (1947) postule que les astrolabistes anciens tenaient compte scrupuleusement de ces importantes fluctuations annuelles pour fixer la date de l’équinoxe sur leur instrument. Si cela est vrai, on constate que la connaissance de la date inscrite sur l’instrument ne permet de fixer son âge qu’à l’intérieur d’un intervalle de 95 ans<sup>4</sup>. Ce qui dépasse largement les objectifs de précision de l’auteur. Par contre, si sa supposition est fausse, et Michel ne l’envisage pas, on peut penser que les astrolabistes utilisaient une « date moyenne » de l’équinoxe de printemps ; dans ce cas on pourrait espérer que la marge d’erreur n’est pas trop importante et qu’une datation est possible.

4. Par exemple, Michel (1948) indique que la date de l’équinoxe de printemps relevée sur un astrolabe de la collection Max Elskamp convient à bon nombre d’années, depuis 1080 jusqu’à 1175. Il précise néanmoins que cet intervalle de 95 ans est une *indication*.

4. Par ailleurs, l’auteur souligne que l’équinoxe est un événement astronomique qui est donc perçu à des heures différentes selon la longitude du lieu. Cela engendre une nouvelle incertitude qui correspond à plusieurs heures dans la date de l’équinoxe (et donc plusieurs années dans l’âge) selon que l’astrolabe a été conçu à Bagdad, Prague ou Paris...

Poulle (1956) nous dit que *certaines points de la démonstration ... (de Michel (1947)) ... ayant paru peu satisfaisants, il n’est pas inutile de la reprendre ...* Par ailleurs, il considère que l’on ne peut pas réaliser un astrolabe précis sans manuscrits corrects. Il choisit donc de ne s’intéresser qu’aux manuscrits, ce qui a l’avantage de s’affranchir des erreurs de report et des problèmes de précision lors de la réalisation matérielle de l’instrument. Dans un premier temps, il valide l’opinion de Michel (1947) selon laquelle les jours indiqués sur le calendrier sont des jours astronomiques. Puis, en s’appuyant sur le manuscrit de Andalo di Negro (mort en 1334), il affirme dans un paragraphe particulièrement obscur que *les traits de la graduation des mois marquent la fin des jours astronomiques qu’ils représentent*. La graduation 12,5 de notre exemple (cf. fig. 2 page ci-contre) qui est la même que celle de son exemple, correspond donc à 0,5 jour avant la fin du 13 Mars astronomique, soit le 13 Mars à 12 h astronomique, ou encore le 13 Mars à 0 h civil<sup>5</sup>. Cette manière de compter introduit un décalage de 24 h (soit 128 ans en termes d’âge de l’instrument) avec celle de Michel (1947). Mais cette confusion dans la lecture du calendrier paraît presque anecdotique quand on lit la suite de la démonstration de Poulle (1956). En effet celui-ci nous montre, à l’aide de nombreux manuscrits, que la détermination de la date de l’équinoxe était très problématique pendant le Moyen-Âge européen et donc que les astrolabistes n’avait aucune chance de disposer de dates précises<sup>6</sup>. La vision un peu idyllique de Michel (1947) selon laquelle les astrolabistes anciens tenaient compte scrupuleusement des variations de la date de l’équinoxe pour dessiner leur instrument apparaît comme complètement irréaliste.

Comme nous le voyons, Poulle (1956) s’oppose à Michel (1947) sur de nombreux points mais ils s’accordent pour considérer que la date de l’équinoxe ne peut pas être une méthode fiable pour déterminer l’âge d’un astrolabe.

G. E. Turner (2003) a repris ces éléments<sup>7</sup> dans un article qui cite beaucoup, et qui doit beaucoup, à Poulle (1956) et surtout à Michel (1947). Il s’agit en fait de la mise à la disposition des lecteurs anglophones de ces travaux publiés en langue française. L’intérêt principal de cet article est que, pour la première fois, on assiste à une vraie tentative d’évaluer la marge d’erreur de la méthode. En effet, l’auteur compare l’âge calculé en utilisant la proposition de Gunther (1923)<sup>8</sup> avec l’âge effectivement inscrit sur l’instrument : des erreurs dépassant deux siècles et demi apparaissent et la moyenne de l’erreur s’établissant vers 95 ans. À mon avis, cette tentative ne clos pas le débat pour plusieurs raisons :

- l’âge calculé est très dépendant de la lecture des graduations et sur ce point, la méthode de Gunther (1923, 1932) diffère sensiblement de celle de Michel (1947) qui diffère elle-même de celle de Poulle (1956).

---

5. C’est-à-dire, comme il le dit dans la suite de sa démonstration, le 13,5 Mars (astronomique) soit 12,5 après le début du mois de Mars (astronomique).

6. À ma connaissance, ce travail d’évaluation de la connaissance de la date de l’équinoxe précise, année après année, dans le monde musulman reste à faire.

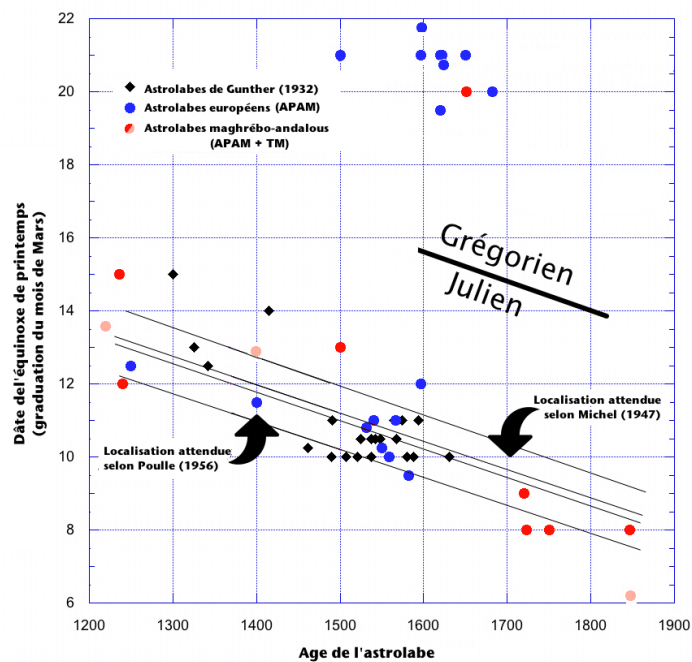
7. En fait, l’auteur mentionne uniquement comme source d’incertitude l’ambiguïté jour civil / jour astronomique (en signalant que Gunther (1923, 1932) retient le jour civil), le cycle de 4 ans et l’imprécision historique de la date de l’équinoxe. Les autres sources d’incertitude (problème d’interprétation des graduations et question de la longitude) ne sont pas mentionnées.

8. C’est-à-dire en considérant que les graduations correspondent à des jours civils et que la date choisie par l’astrolabiste est celle de l’équinoxe moyen.

- l'œuvre de Gunther (1932) est une compilation de sources très différentes, l'homogénéité des données n'est absolument pas garantie.
- l'impasse est faite sur les astrolabes musulmans.

Dans les lignes qui suivent je me propose de compléter cette analyse en m'abstenant de choisir une méthode de traduction graduation/date de l'équinoxe, en sélectionnant des sources plus homogènes et qui concerne des astrolabes plus variés. J'ai donc choisi, comme échantillon<sup>9</sup> pour cette analyse, la collection d'astrolabes du Adler Planetarium & Astronomy Museum de Chicago (APAM), remarquablement illustrée dans les catalogues (Pingree (2009) et Webster & Webster (1998)). Les astrolabes maghrébo-andalous de l'ancien Time Museum (TM) (Turner 1985) ont été ajoutés dans l'échantillon.

La figure 4 illustre cette analyse<sup>10</sup> ; on constate :



**Figure 4** – Relation entre la date de fabrication inscrite sur des astrolabes et la graduation du mois de Mars correspondant à l'équinoxe de printemps. Les positions attendues, qui dépendent des conventions de lecture des graduations sont indiquées par les bandes obliques pour Michel (1947) et Poulle (1956) (la bande représentant la convention utilisée par Gunther 1923, 1932 serait située au milieu des deux autres). Les astrolabes illustrés correspondent à la liste de Turner (2003) d'après Gunther (1932), et à ceux des catalogues de Webster & Webster (1998) et Pingree (2009 ; complétés par A. J. Turner (1985) pour les astrolabes maghrébo-andalous). On note le passage du calendrier Julien au calendrier Grégorien des astrolabes européens à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle (l'astrolabe de 1500 est probablement mal daté) et la pérennité du calendrier Julien sur la plupart des astrolabes maghrébins.

9. Le catalogue international de Gibbs et *al* (1973) aurait pu fournir un plus vaste échantillon (la colonne 7 de la check-list donne la graduation de l'équinoxe), mais j'ai considéré que l'homogénéité des données n'était pas non plus garantie.

10. Les auteurs des catalogues de l'APAM, donnent la date de l'équinoxe. Mais l'analyse des photos correspondantes montre qu'ils se sont contentés de transcrire directement les graduations en date sans pratiquer de corrections comme celle de Michel (1947) et Poulle (1956). Les dates indiquées dans les catalogues correspondent donc bien aux graduations sur l'instrument.

- les données issues de l'APAM ne sont pas significativement différentes de celles extraites de Gunther (1932) par Turner (2003).
- les derniers astrolabes européens utilisent le calendrier grégorien (à partir de la fin du XV<sup>e</sup> siècle).
- par contre l'usage du calendrier Julien perdure sur les astrolabes musulmans<sup>11</sup> jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle.
- la position réelle des points sur le graphique est très éloignée des positions attendues qui sont représentées par les deux bandes obliques (voir fig. 3 page 70). Le décalage de la valeur d'une graduation de ces bandes correspond à la différence de conception de Michel (1947) et Poulle (1956), sur la manière de lire la date de l'équinoxe sur l'astrolabe<sup>12</sup>.

On ne peut donc que constater que l'incertitude dans l'âge d'un instrument tiré de la lecture de la date de l'équinoxe de printemps dépasse très largement l'incertitude prévue par Michel (1947), c'est-à-dire 95 ans. Elle est de l'ordre d'au moins trois siècles, voire quatre ! (voir fig. 4 page précédente).

### 3 La position des étoiles de l'araignée

Convaincu que la date de l'équinoxe de printemps ne résoudra pas le problème de la datation des astrolabes anciens, Michel (1947) fonde beaucoup d'espoir dans l'analyse de la position des étoiles de l'araignée. Cette position, qui est fixe, quelle que soit la latitude pour laquelle l'instrument est prévu, varie par contre en fonction de la date de fabrication de l'instrument, du fait de la précession des équinoxes.

La *précession des équinoxes* est relative à la fluctuation séculaire (cycle de 27 788 ans) de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de l'écliptique. Comme on le constate sur la figure 5 page suivante, cette fluctuation affecte l'équateur céleste et son intersection avec le plan de l'écliptique. Cette intersection constitue un repère astronomique fondamental : le point  $\gamma$ . Ce repère est donc amené à parcourir tout l'écliptique (360°) en 27 788 ans. Comme, quel que soit le système de coordonnées utilisé (longitude et latitude écliptique, ou ascension droite et déclinaison) la position des étoiles est donnée par rapport à ce point  $\gamma$ , le déplacement de ce repère sur l'écliptique induit un mouvement apparent des étoiles parallèlement à l'écliptique.

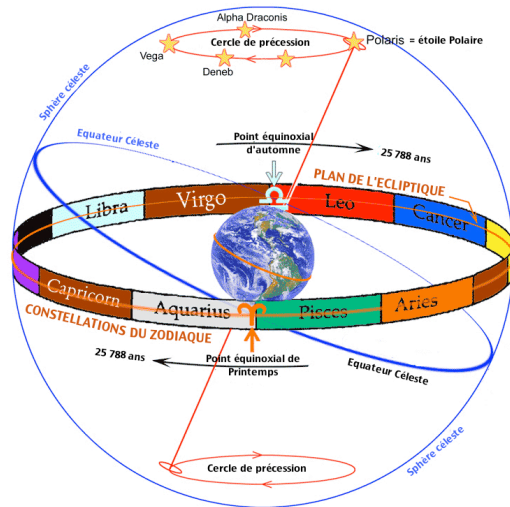
En théorie l'état du ciel représenté sur une araignée, et notamment la position des étoiles par rapport au point  $\gamma$ , devrait donc permettre, par comparaison avec l'état actuel, de fixer l'ancienneté (âge) de l'instrument. Mais ici, et contrairement aux deux méthodes précédentes, il ne s'agit pas de lire un chiffre sur l'astrolabe, mais au contraire des dizaines... chaque étoile de l'araignée pouvant potentiellement fournir un âge (correct ou erroné). Face à cette masse de données, et surtout aux calculs complexes nécessaires pour exploiter celles-ci alors que l'informatique n'est même pas encore un rêve, Michel (1947) va proposer 3 stratégies dont deux visent à minimiser les calculs :

1. utiliser la *longitude écliptique* dont les variations sont en relation linéaire avec la précession et donc avec l'âge. En pratique, une lecture facile est précise de ce paramètre n'est possible que pour des étoiles très proches de l'écliptique. C'est le cas de *Régulus*, et dans une moindre mesure de *Spica* de la Vierge (fig. 6 page suivante). Leurs longitudes écliptiques peuvent être mesurées directement sur les graduations de l'écliptique et

---

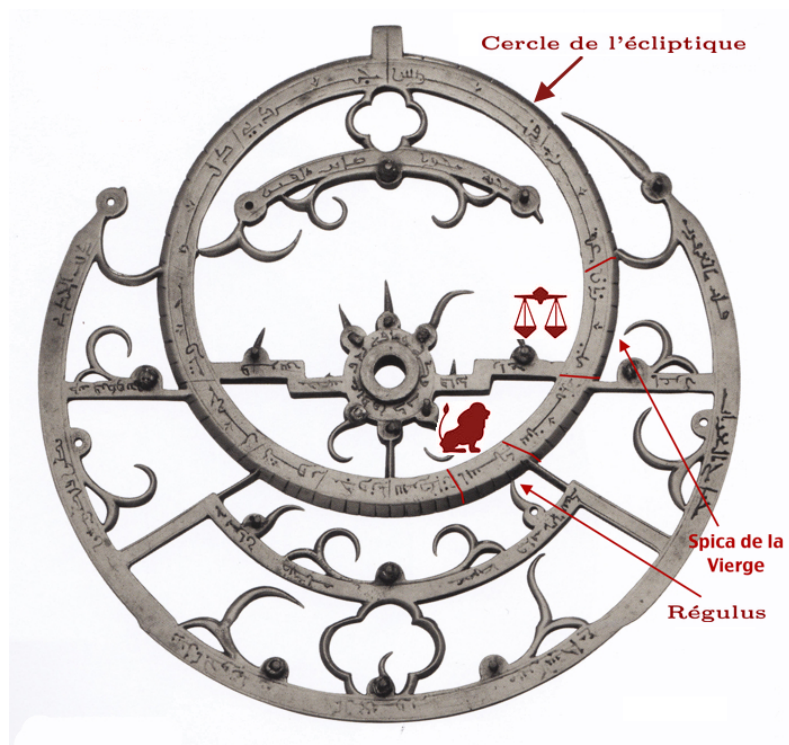
11. Il ne s'agit en fait que d'astrolabes de l'occident musulman. Comme le signalait déjà Michel (1948), ces astrolabes se distinguent de leurs homologues orientaux par la présence d'un calendrier solaire (Julien) au verso.

12. La conception de Gunther (1923) serait représentée par une ligne située entre les deux bandes.



**Figure 5** – Schéma géo-centré expliquant les causes et les effets de la précession des équinoxes (voir texte). Les positions et les relations entre les armilles sont celles de la période actuelle.

comparées aux données actuelles. Mais comme le souligne l’auteur, il est dangereux de se contenter d’une ou deux étoiles car rien ne garanti qu’elles aient été bien placées.

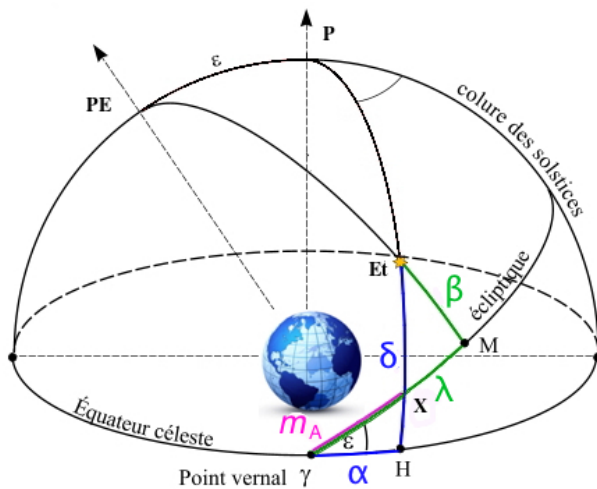


**Figure 6** – Exemple d’une araignée andalouse de 1240 (Pingree 2009), *Régulus* et *Spica* sont près de l’écliptique et leur longitude écliptique peut directement être lue sur les graduations de cette dernière. Actuellement ces étoiles seraient situées respectivement à la fin du Lion et dans le dernier 1/3 de la Balance.

2. utiliser l’*ascension droite* des étoiles qu’il est facile de mesurer sur un astrolabe. Bien que la variation de l’ascension droite puisse, en pratique, être considérée comme en relation linéaire avec la précession, cette relation diffère selon les étoiles. Cela nécessite un calcul supplémentaire assez lourd. D’un coté, Michel (1947) propose de n’appliquer la procédure que sur quelques étoiles sélectionnées, et il n’en utilise que quatre dans son exemple, mais d’un autre coté, il ne prend pas la peine de détailler le calcul complet car, et il le dit, c’est la troisième méthode qui a sa préférence.



3. utiliser la *médiation* qui est un élément d'un ancien système de notation hybride basée sur les deux repères écliptique et équatorial (fig. 7). Comme précédemment, cette coordonnée est facile à mesurer sur l'astrolabe. Selon Michel (1947), la médiation d'une étoile augmente à la même vitesse que sa longitude ( $1^\circ/71,6$  ans). Par ailleurs, ce paramètre permet de se référer aux tables astronomiques anciennes, celles qui ont été utilisées par les astrolabistes. Implicitement Michel (1947) considère donc ici que l'évaluation moderne de la précession est d'une utilité relative dans la mesure où les astrolabistes anciens utilisaient d'autres évaluations et que ce sont celles-ci qui peuvent permettre de reconstituer les calculs anciens de coordonnées d'étoiles et donc remonter à l'âge de l'instrument.



**Figure 7** – Différents systèmes de coordonnées d'un astre (Et). Ascension droite et déclinaison (en bleu) ; longitude et latitude écliptique (en vert) ; et médiation (en violet) qui est généralement associée à la déclinaison.

À ce stade, quatre remarques me semblent devoir être faites :

- Vu la lourdeur des calculs, l'auteur suggère à chaque fois, de ne choisir que quelques étoiles. Le problème est que, à part pour l'utilisation de la longitude où le choix s'impose, il ne propose aucun critère pour sélectionner les étoiles à considérer... le risque étant évidemment de choisir une étoile mal implantée qui au final va donner un âge erroné.
- Les trois méthodes proposées n'utilisent, à chaque fois, qu'une seule des deux coordonnées du système de référence choisi. Or, quand une étoile est mal implantée<sup>13</sup>, cela concerne généralement les deux coordonnées du couple. On peut penser qu'il est déraisonnable de calculer un âge à partir de, par exemple, la longitude écliptique d'une étoile dont la latitude est manifestement fautive. N'utiliser qu'une coordonnée du couple c'est se priver d'une précieuse indication sur les erreurs d'implantations d'étoiles et donc de prendre le risque de calculer un âge faux. Nous reviendrons plus loin sur ce problème notamment au sujet des travaux de Torode (1989 & 1992).
- Les scrupules de Michel (1947) à utiliser les paramètres actuels de la précession et sa volonté d'utiliser les données des manuscrits anciens dans le cas d'utilisation de la médiation paraissent tout à fait recevables. C'est, par exemple, sur ce genre de raisonnement qu'est entièrement construite la contribution de Poulle (1956). Il est juste surprenant, et à dire vrai pas très cohérent, de n'appliquer ce raisonnement qu'au cas de la médiation alors qu'il s'applique dans les mêmes termes aux autres systèmes de coordonnées, mais aussi à la date de l'équinoxe. Et nous avons vu que dans la méthode

13. Par exemple suite à une erreur de retranscription dans les tables, ou à la déformation tardive de l'index.

de l'équinoxe, Michel (1947) ne fait aucune allusion aux manuscrits anciens et postule que les astrolabistes connaissaient et utilisaient la date exacte, selon les critères actuels, de l'équinoxe de l'année. . .

- Toutes les considérations de Michel (1947) sur l'utilisation de la médiation sont mathématiquement et astronomiquement fausses comme l'a démontré d'Hollander (1999, p. 46 à 51, 113). La figure 7 va nous permettre d'illustrer graphiquement l'erreur qui consiste à considérer qu'il y a la même relation linéaire entre la médiation et la précession qu'entre la longitude écliptique et la précession, ainsi que le prétend Michel (1947). Si, suite à la précession, l'étoile ( $Et$ ) se déplace vers le colure des solstices parallèlement à l'écliptique ; et comme les points  $PE$  et  $P$  sont fixes, on conçoit que la forme du triangle sphérique ( $Et, M, X$ ) va changer. Notamment l'arc ( $XM$ ) va diminuer pour devenir égal à 0 si l'étoile atteint le colure. En d'autres termes,  $mA$  augmente plus vite que  $\lambda$  ; la relation qui les lie à la précession ne peut donc pas être la même (CQFD). On trouvera dans d'Hollander (1999, p. 46 à 51) les démonstrations complètes et les relations correctes.

Poulle (1956), fidèle à sa stratégie de n'envisager que les manuscrits, souligne les nombreuses erreurs de recopiage et/ou de calcul de précession dans ceux-ci. Il donne notamment l'exemple de tables d'étoiles qui ont été établies à 150 ans d'écart en utilisant la même valeur de la précession<sup>14</sup>. Dans ces conditions, il exprime de forts doutes sur le fait que les astrolabistes aient pu construire des instruments avec des positions correctes d'étoiles ; et donc il doute de la possibilité d'utiliser ces positions pour dater les astrolabes. Il est à noter que ni lui, ni aucun médiévaliste avant Stautz (1996), n'ont pris la peine de vérifier la précision effective des instruments qui nous sont parvenus !

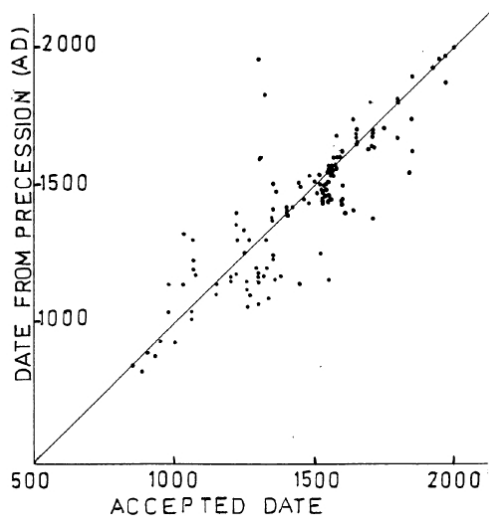
Torode (1989 & 1992) a repris le travail de Michel (1947), mais, contrairement à ce dernier, il va calculer un âge à partir de l'ensemble des étoiles de l'araignée. En fait et selon ses propres termes : *Michel ne pouvait pas anticiper que les ordinateurs allaient rendre facile la prise en compte de toutes les étoiles d'un astrolabe*. Sa procédure est la suivante : grâce à une grille arbitraire centrée sur le centre de l'araignée, il calcule, au 0:1 près<sup>15</sup>, les coordonnées équatoriales de tous les index de l'astrolabe. Comme il ne sait pas lire l'arabe et qu'il avoue de grandes difficultés avec l'écriture gothique et ses abréviations, il *cherche* le nom de l'étoile la plus vraisemblable selon la position de l'index sur l'astrolabe. Puis il transporte ces coordonnées dans le repère écliptique. La différence entre la longitude calculée et la longitude actuelle de l'étoile (celle qu'il a attribuée au pointeur), lui permet de calculer un âge pour chaque étoile. Il réalise ensuite la moyenne de ces âges après avoir exclu les âges extrêmes, manifestement aberrants. C'est cette moyenne qu'il attribue à l'astrolabe.

Cette procédure appliquée à 170 instruments dont on connaît par ailleurs l'âge donne des mauvais résultats et suggère une fourchette précision de l'ordre de 400 ans (fig. 8 page suivante).

Ce travail n'est pas à l'abri de critiques. La plus importante concerne l'attribution des noms d'étoiles en *devinant*, selon leurs positions, celles qu'avait voulu indiquer l'astrolabiste. De très nombreux exemples d'erreurs très importantes concernant des positions d'étoile (Stautz 1996, d'Hollander 1999, Mercier 2018. . .) montrent qu'utiliser ce genre de procédure ne peut

14. Dekker (1992) signale, en citant Kunitzsch (1980), des tables arabes ayant plus de 250 ans d'écart mais qui utilisent la même valeur de la précession. Le problème signalé par Poulle (1956) n'est donc pas spécifique au Moyen-Âge européen.

15. Cette prétention paraît étrange car, inversement, il insiste sur la précision relative de ses mesures du fait de la difficulté à fixer précisément l'origine des mesures (c'est centre de rotation de l'araignée qui est souvent usé et déformé par l'usage) et l'échelle servant à la mesure de la déclinaison (qui nécessite de connaître précisément la position d'un tropique ou de l'équateur sur l'araignée, ce qui est souvent très difficile).



**Figure 8** – Corrélation entre les âges de 170 astrolabes et les âges calculés selon la procédure de Torode (1989 & 1992). (Torode 1992).

que conduire à des erreurs d'attribution<sup>16</sup> et par là, à des erreurs d'âge qui vont finalement peser sur le résultat final<sup>17</sup>. Par ailleurs, et comme pour Michel (1947), on peut regretter une procédure pour le moins rustique d'élimination des étoiles mal placées. La procédure proposée revient à éliminer les étoiles qui ont une longitude écliptique aberrante, alors qu'il faudrait aussi éliminer celles qui ont une latitude fautive car, dans ce cas un fort soupçon devrait peser aussi sur la longitude, même si, en première analyse, elles peuvent faire illusion.

16. Kunitzsch (2005) condamne également cette méthode.

17. Le travail de Torode (1989) a donné lieu à une critique extrêmement violente de Dekker (1992) et qui commence de la façon suivante *cet auteur a tellement échoué dans son approche historique que je me sens contrainte de démontrer que cet article aurait mieux fait d'être ignoré (par la revue qui l'a publié)*. Notons que King (1993) et Kunitzsch (1993), grands spécialistes de l'astronomie arabo-musulmane, semblent valider l'opinion globale de Dekker. D'Hollander (1999, p. 113) va dans le même sens en citant Dekker (1992), mais quelques années plus tôt (D'Hollander 1995), il avait apparemment utilisé la méthode de Torode (1989, 1992) dans son étude de l'Astrolabe dit *Carolingien* de l'Institut du Monde Arabe (voir Mercier 2017). Voyons l'argumentaire utilisé dans le réquisitoire de Dekker. Tout d'abord, il semble y avoir un quiproquo sur le travail de Torode, du moins tel qu'il l'a présenté en 1989 ; son article de 1992 (déposé en Sept. 1990 et accepté en Janv. 1991), et notamment la figure reproduite ici (fig. 8), montre qu'il ne prétend pas avoir mis au point une procédure opérationnelle et qu'il considère que des travaux plus fins sont encore nécessaires. C'est pourtant ce que lui reproche Dekker en regrettant qu'il n'ait pas respecté la règle selon laquelle toute nouvelle méthode doit être validée avant d'être publiée. Ensuite, la procédure fantaisiste de *reconnaissance* des étoiles de Torode est signalée sans être critiquée. La critique viendra quelques pages plus loin, mais elle restera très modérée par rapport au ton général de l'article. Par contre, Dekker s'acharne sur sa tentative d'identifier et d'éliminer certaines étoiles à position aberrantes. Elle va jusqu'à lui conseiller de reprendre les bases élémentaires des statistiques, conseil qui, à mon avis, pourrait lui être retourné. La suite de l'argumentaire de Dekker correspond à un long texte érudit mais confus, au moins en partie inspiré de Poulle (1956) et visant à démontrer que :

- on ne peut pas utiliser la valeur moderne de la précession pour calculer un âge car les anciens utilisaient des valeurs différentes ;

- il y a beaucoup d'erreurs dans les tables d'étoile des manuscrits ;

- et donc par voie de conséquence, la position des étoiles sur un astrolabe ne peut pas nous renseigner sur son âge.

Je reviendrai en conclusion de ce travail sur cet argumentaire. Mais d'ores et déjà, on peut constater que sur le fond, il n'y a rien de nouveau et que les critiques de Dekker (1992) auraient très bien pu être faites à Michel (1947) ... ce que Emmanuel Poulle a fait d'ailleurs, mais de façon plus policée, dans son texte de 1956, mais aussi en 1977 à l'occasion de la ré-édition (sans modifications) de l'ouvrage d'Henri Michel : il sera juste un peu plus incisif, notamment quand il évoquera « les méthodes de datation des astrolabes » qui sont « contestables » (Poulle 1977).

Ces deux critiques de fond doivent à mon avis, nous conduire à relativiser les mauvais résultats de la fig. 8 [page précédente](#) et à réenvisager le problème.

Selon Torode (1992) les astrolabes maghrébo-andalous (*Moorish*) ne s'en sortent pas mieux que leurs homologues plus orientaux ou européens (exclusion faite des instruments du XVI<sup>e</sup> siècle). Or, j'ai montré (Mercier 2018), qu'à l'intérieur du premier groupe au moins, on pouvait distinguer les étoiles mal placées, qui au cours de siècles sont curieusement toujours les mêmes, et les étoiles généralement bien placées. À ce stade du raisonnement on doit donc soupçonner que ce sont les étoiles mal placées, qu'il est possible d'identifier, et les erreurs d'identification, qui dégradent la corrélation de la fig. 8. C'est cette idée que je vais maintenant essayer de tester dans la seconde partie de cet article.

## 4 Nouvel essai de détermination de l'âge des astrolabes planisphériques

La méthode de Torode (1989 & 1992) consiste donc, en première approximation, de calculer un âge pour chaque étoile de l'araignée, et de faire la moyenne de ces valeurs pour trouver l'âge de l'astrolabe. Sur le fond, c'est une idée intéressante ; la méthode de datation que je propose ne va différer que par des détails qui découlent de mes critiques précédentes ; notamment, je ferai en sorte que :

- les seules étoiles utilisées sont celles qui sont identifiées par une mention sur l'instrument ; il n'est pas question de deviner les noms des étoiles selon leurs positions.
- les seules étoiles utilisées sont seulement celles qui ont, sur l'araignée, une latitude écliptique correcte <sup>18</sup>.

Les étapes de la méthode sont décrites dans les figures 9 et 10 <sup>19</sup>.

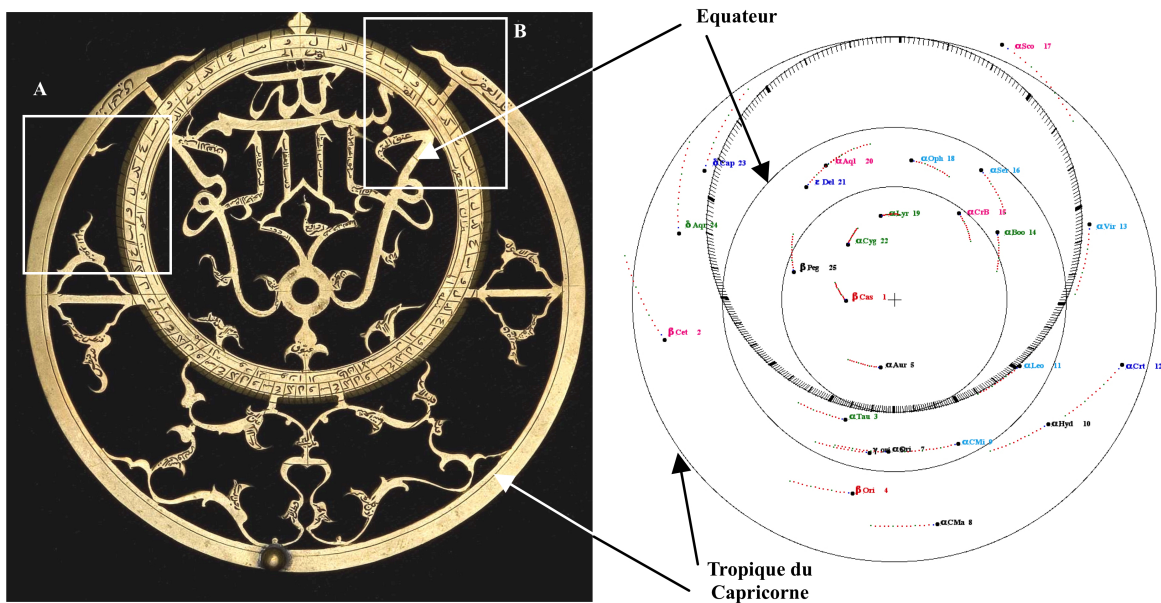
Un des points critiques de la méthode réside dans la superposition de l'image de l'araignée avec celle de la modélisation. Cette superposition doit être réalisée avec beaucoup de soin. Or, nous avons vu que souvent une étape supplémentaire nécessitait d'avoir recours à une image de l'astrolabe complet (voir fig. 9 [page ci-contre](#)) de façon à « caler » l'équateur ou les tropiques avec l'araignée. La précision de ce calage supplémentaire nous échappe totalement dans la mesure où elle dépend du placement, lors de la prise de vue, du tympan par rapport à l'araignée et donc au final à de l'usure du trou central. En absolu, il serait donc préférable de travailler sur des astrolabes réels plutôt que sur des photos pour maîtriser cette incertitude. Par ailleurs, une grande précision est également nécessaire lors de l'analyse des pointés. En pratique cela nécessite des photos de très bonne qualité, nettes et ne présentant que des aberrations géométriques minimums.

Cette méthode essentiellement graphique est très proche de celle proposée, avant l'âge de l'informatique, par Price (1955 p. 249). À l'appui de sa proposition, Derek J. Price soulignait déjà qu'une méthode graphique avait l'énorme avantage de permettre d'éliminer les étoiles mal placées, ou dont l'index était déformé. Il semble qu'il ait utilisé systématiquement cette

---

18. Les tables d'étoiles des traités anciens utilisent généralement comme coordonnées la médiation et la déclinaison, voire l'ascension droite et la déclinaison. Toute erreur de copie sur un seul des deux termes du couple de coordonnées utilisé, va se traduire, sur l'instrument, par une altération à la fois de la longitude et de la latitude écliptique. Je considère donc ici, qu'une erreur sur la latitude écliptique (facilement détectable sur l'araignée) constitue un indice important d'altération de la donnée originale.

19. On remarquera que la précision de la lecture des âges par étoile est très variable (20 à 100 ans) selon la distance au pôle . . . Par ailleurs, l'erreur de latitude admissible pour considérer, ou non, une étoile dans le calcul de l'âge est totalement empirique. La *reproductibilité* de l'âge calculé de l'instrument n'est donc pas absolue.



**Figure 9** – Exemple d’utilisation de la méthode proposée sur l’astrolabe n° 45509 du Musée d’Histoire des Sciences d’Oxford. Il s’agit d’un instrument Perse, daté de H 1093 (1682 J.C.) et signé par Qāsim ‘Alī Qā’inī. Le catalogue en ligne inventorie la liste des étoiles reconnues sur l’araignée (voir fig. 10 page suivante). On constatera que de nombreux index de l’instrument n’ont pas été formellement identifiés. . . Les étoiles identifiées, et elles seules, sont intégrées dans un logiciel qui dessine les positions possibles de ces étoiles de 500 à 2000 J.C. avec un incrément de 100 ans. Les deux images (araignée et modélisation) sont ramenées à la même échelle et superposée (fig. 10). Dans le cas présent, cette étape ne pose pas de problème car l’équateur et le tropique du Capricorne sont indiqués sur l’araignée. Mais cela est assez rare et il faut souvent passer par une étape supplémentaire qui est de calculer l’échelle de la modélisation à partir d’une photo complète de l’astrolabe : l’équateur et au moins un des tropiques étant presque toujours gravés sur les tympan (voir discussion dans le texte).

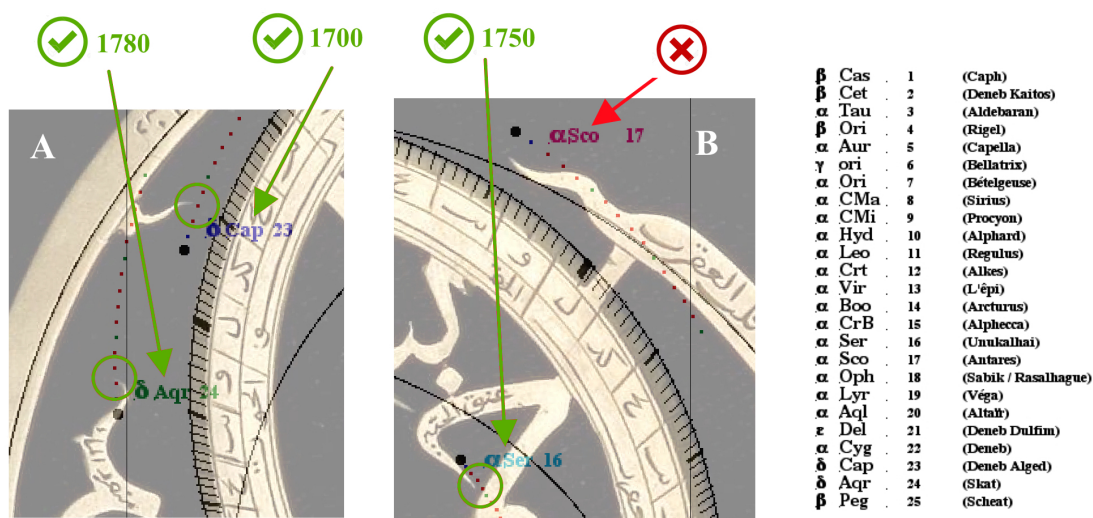
méthode pour proposer un âge approximatif aux astrolabes non datés de son *International Checklist* de 1955. Je n’ai pas retrouvé d’indice d’une utilisation ultérieure de cette méthode ; notamment, il semble que la version suivante de l’*International Checklist* (Gibbs et al 1973) ne fasse que reprendre les évaluations anciennes de Price (1955) sans appliquer la méthode aux astrolabes nouvellement intégrés dans la liste.

## 5 Résultats (préliminaires)

Pour tester la méthode proposée, j’ai recherché des jeux de photos de bonne qualité<sup>20</sup> d’astrolabes bien datés, et disposant d’une liste d’étoiles publiée. Le catalogue en ligne du Museum of History of Science (Oxford)<sup>21</sup> m’est apparu comme étant, de loin, la source la mieux adaptée à ce test. Ce catalogue recense 140 instruments de toutes époques et de toutes origines, dont 19 répondent aux critères recherchés. J’ai donc appliqué la méthode proposée sur

20. Les photographies disponibles pour chaque instrument, sont nombreuses et de haute définition (typiquement 2000× 1300 pixels). De plus, les vérifications effectuées montrent que les cercles ne sont pas déformés ce qui indique l’absence d’aberration géométrique.

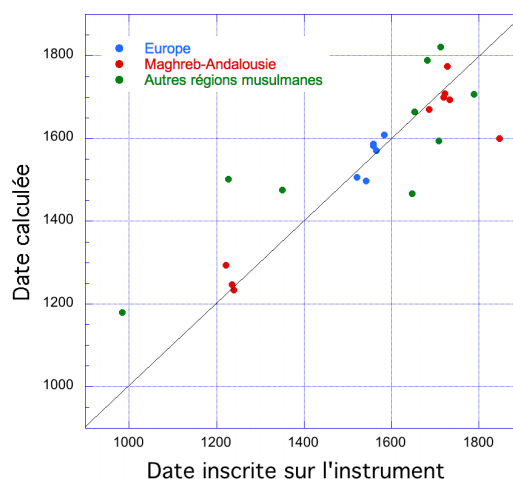
21. <https://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/categoryReport.html>



**Figure 10** – La liste des étoiles indiquée sur le catalogue du Musée d'Oxford et deux agrandissements de la superposition de la modélisation avec l'araignée. Certains index sont décalés de la courbe des positions possibles : leur latitude écliptique est fautive, on n'en tiendra pas compte (exemple : étoile n° 17 de la modélisation) ; d'autres index pointent une position de la courbe et indiquent donc un âge (exemples : étoiles n° 16, 23 et 24). Au total les âges indiqués par ces *bons* index (20 sur cette araignée) sont moyennés pour fournir l'âge calculé, ici : 1789 J.C. La marge d'erreur sera discutée dans le texte, la date inscrite sur l'instrument est 1682 J.C.

ces 19 astrolabes auxquels j'ai joint les 5 astrolabes maghrébo-andalous du *Adler Planetarium & Astronomy Museum* (Pingree 2009).

La figure 11 permet de comparer l'âge calculé avec l'âge connu par ailleurs (inscrit sur l'instrument), sur ces 24 astrolabes. En dépit de la faible représentativité de l'échantillon utilisé, on peut essayer de tirer quelques conclusions préalables. On constate que de la validité de la méthode semble dépendre fortement de l'origine spatio-temporelle des instruments :



**Figure 11** – Corrélation entre l'âge calculé et l'âge inscrit sur l'instrument.

1. en ce qui concerne les astrolabes européens du XVI<sup>e</sup> siècle, les résultats sont satisfaisants et la méthode proposée semble avoir une précision de  $\pm 50$  ans au maximum. Ce résultat était prévisible, dans la mesure où Stautz (1996) avait déjà souligné l'excellente précision

des pointés d'étoiles dans ce groupe. Le même auteur a par ailleurs indiqué que la qualité était bien moindre sur les astrolabes européens plus anciens. On peut regretter que les collections photographiques disponibles ne m'aient pas permis de travailler sur ce groupe précoce.

2. Torode (1992) avait conclu à l'impossibilité de dater les astrolabes maghrébo-andalous. C'est manifestement une conséquence des manquements de sa méthode, car, si l'on exclut le XIX<sup>e</sup> siècle qui est connu comme ayant produit de très mauvais instruments (voir Mercier 2018, fig. 11), on retrouve quasiment les mêmes résultats que pour le groupe précédent : datation possible à  $\pm 50$  ans. En fait, là encore ce résultat était prévisible car j'ai précédemment établi (Mercier 2018) que, si l'on ne tient pas compte d'une poignée d'étoiles dont les coordonnées corrompues semblent avoir traverser les siècles, la majorité des étoiles est très généralement bien placée.
3. les astrolabes musulmans orientaux (Moyen-Orient, Perse, Inde, Turquie (?)), par contre, semblent échapper à tout espoir de datation. La dispersion est énorme et la marge d'erreur atteint au moins 400 ans ( $\pm 200$  ans).

## 6 Discussion sur le cas des astrolabes maghrébo-andalous

En dépit du caractère préliminaire des conclusions précédentes, il me semble intéressant de revenir sur les arguments de Dekker (1992) qui, non seulement condamnait la méthode de Torode (1989 & 1992), mais considérait comme impossible toute datation par une méthode astronomique<sup>22</sup> du type de celles envisagées plus haut. Pour résumer, cet auteur insiste sur le fait qu'il y a beaucoup d'erreurs dans les tables d'étoiles des manuscrits ; elle signale, par exemple, en citant Kunitzsch (1980), des tables andalouses datées de plus de 250 ans d'écart, mais qui utilisent la même valeur de la précession. Implicitement, elle postule que les astrolabistes ont utilisé sans discernement ces manuscrits erronés<sup>23</sup>, par voie de conséquence, que les astrolabes sont faux et donc que la position des étoiles ne peut pas nous renseigner sur son âge.

Le problème, selon moi, est qu'avant Stautz (1996), aucun médiévaliste n'a pris la peine de vérifier la précision effective des instruments. En ce qui concerne les astrolabes maghrébo-andalous, on peut même considérer que le postulat est faux. Il n'est pas possible d'identifier un astrolabe de ce groupe qui présenterait une erreur de précession de 250 ans, ni même d'ailleurs, une erreur significative de précession. En fait le degré de précision de ces instruments est remarquable (Mercier 2018) et il est clair que les astrolabistes sélectionnaient efficacement les tables d'étoiles qu'ils utilisaient ; même si celles-ci comportaient certaines erreurs redondantes.

Dekker (1992) utilise un second argument en faveur de sa thèse, elle considère qu'on ne peut pas utiliser la valeur contemporaine de la précession pour calculer un âge car les anciens utilisaient des valeurs différentes. Il s'agit d'un argument sérieux difficile à contourner. En ce qui concerne l'espace Maghrébo-andalou, ce que l'on peut dire, et cela constitue une sorte de paradoxe, c'est que si l'on utilise l'évaluation actuelle de la précession, on retombe assez précisément sur les valeurs qu'ont utilisées les anciens pour confectionner leurs astrolabes !

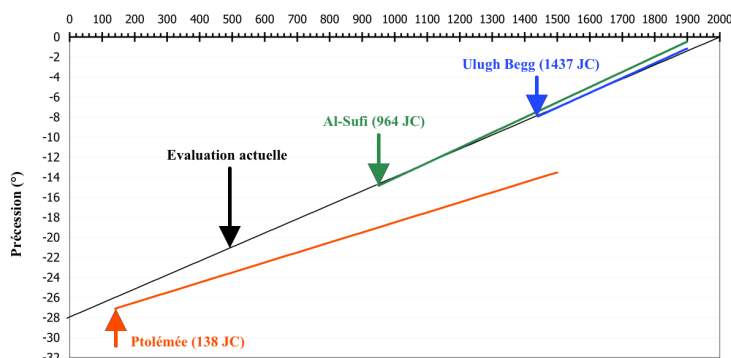
Un premier élément de réponse peut être trouvé dans l'étude des données d'observation auxquelles pouvaient, éventuellement, avoir accès les astrolabistes. Il s'agit de :

22. Comme je l'ai déjà signalé, Dekker (1992) utilise le même genre d'arguments que Poulle (1956) pour démontrer la même chose ; mais, contrairement à Elly Dekker, celui-ci avait limité son propos aux astrolabes médiévaux européens. N'ayant pas pu travailler sur ce groupe d'instruments, je laisserai ouverte la discussion sur ses arguments même si, à mon sens, son texte contient les mêmes faiblesses que celui de Dekker (1992).

23. Ce qui est également l'opinion de Poulle (1956), on l'a vu, mais aussi de Kunitzsch (2005 p. 45).

- L’*Almageste* de Ptolémée (138 J.C.) qui d’une part avait fait une erreur de  $1^\circ$  dans ses valeurs de la longitude écliptique, et qui évaluait la précession à  $36''/\text{an}$  ( $1^\circ/100$  ans).
- La *Description des étoiles fixes* de al-Sufi (964 J.C.) qui évalue la précession à  $54''.5/\text{an}$  depuis Ptolémée (Schjellerup 1874).
- Le *Traité du Prince* d’Ulugh Begg (1437 J.C.) qui donne une précession de  $53''.1/\text{an}$  depuis Ptolémée (Knobell 1917).

**Figure 12** – Comparaison entre le modèle actuel de précession, et les trois modèles issus de l’observation, potentiellement disponibles dans le monde musulman ancien. On constate que les travaux de al-Sufi et Ulugh Begg sont remarquablement précis... leurs erreurs d’évaluation de la précession résultent uniquement de la non détection du décalage initial de Ptolémée.



Quand on compile ces valeurs pour les comparer au modèle de précession actuel (fig. 12), on constate que pendant la période de production des astrolabes, des évaluations précises de la précession étaient disponibles. Le problème est de savoir si les astrolabistes maghrébo-andalous y avaient effectivement accès. L’étude, par Dekker (2013, p. 310), d’un autre type d’objet astronomique de l’islam ancien, les globes célestes, montre que la valeur de la précession de al-Sufi été connue et utilisée du X<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle (Dekker 2013, p. 310) en orient ; en ce qui concerne l’occident musulman, c’est beaucoup moins certain<sup>24</sup>. Une autre question importante est de savoir pourquoi les manuscrits sur l’astrolabe sont autant entachés d’erreurs alors que les instruments eux-mêmes semblent réalisés de façon correcte.

Borrelli (2008) considère que le savoir des astrolabistes européens du XI<sup>e</sup> siècle leur a été transmis selon des processus « non-verbaux » (et donc en dehors des manuscrits). La discussion précédente suggère que cette idée puisse être généralisée aux astrolabistes de l’espace maghrébo-andalou.

## 7 Conclusions

Les auteurs qui se sont intéressés à la datation des astrolabes par des méthodes astronomiques ont souvent eut une position tranchée. Soit positive comme Gunther (1923 & 1932), soit très négative comme Poulle (1956) ou Dekker (1992). Curieusement le problème ne semble jamais avoir été abordé en termes de précision : *quelle est la marge d’erreur inhérente à la méthode ?*. Le problème de savoir si cette marge d’erreur est acceptable constitue un autre problème qui est d’ordre historique et non scientifique.

Il existe donc a priori trois manières de dater un astrolabe par une méthode astronomique :

- la longitude du Périhélie qui est considérée par l’ensemble des auteurs comme impraticable ;

24. Selon Sonja Brentjes (Université de Berlin) (*Com. oral.*, Avril 2018), alors que plusieurs dizaines de copies de l’ouvrage de al-Sufi ont été réalisées en Orient, seules trois copies sont connues pour l’occident musulman (dont une manifestement re-traduite en arabe à partir d’une traduction européenne non identifiée).



- la date de l'équinoxe de printemps, inscrite sur le calendrier au dos de l'instrument. Nous avons vu que la précision de la datation ne peut pas être meilleure que  $\pm 200$  ans. Les causes de cette imprécision ne relèvent pas de problèmes théoriques, mais relèvent, à la fois, d'un problème à la source (le calcul de la date précise de l'équinoxe n'a été maîtrisé que tardivement), et de deux problèmes liés à l'interprétation des graduations du calendrier, et à la nature de la date inscrite (équinoxe moyen ou équinoxe de l'année), sur lesquels nous n'avons généralement aucune indication.
- la précession des équinoxes que l'on peut déduire de la position des étoiles sur l'araignée. Nous avons vu ici que, si l'on prend la peine de *filtrer* les étoiles selon un critère de *cohérence* et que l'on se limite à des groupes d'astrolabes particuliers (européens récents, maghrébo-andalous) la précision peut être évaluée à  $\pm 50$  ans.

Le bilan est donc mitigé, des groupes importants d'astrolabes échappent complètement à la possibilité de datation par une méthode astronomique (musulmans orientaux : précision  $\pm 200$  ans, européens médiévaux<sup>25</sup>).

Je voudrais terminer cette revue par l'expression de quelques doutes et/ou réserves : dans les lignes qui précèdent, j'ai essayé de valider une méthode de datation en la testant sur des instruments datés. Bien sûr, cela n'est qu'une étape avant d'appliquer cette méthode à des instruments non datés. Implicitement cela suppose que les instruments non-datés ont été réalisés avec le même soin que les instruments datés. Or, toute personne qui a réalisé un astrolabe planisphérique sait que la validité scientifique de son instrument est limitée dans le temps. Il paraît donc très naturel de dater l'instrument. De là à penser que les astrolabistes qui n'ont pas daté leurs instruments ne sont pas très compétents, que leurs instruments ne sont pas précis et que les conclusions tirées de l'étude des astrolabes datés ne puissent pas s'appliquer... il n'y a qu'un pas. Mais il n'est pas certain qu'il faille le franchir car, inversement, lors de l'étude des étoiles des astrolabes maghrébo-andalous (Mercier, 2018) les astrolabes dépourvus de date gravée ne me sont pas apparus moins finement réalisés que les autres. La question reste donc ouverte.

Comme on le constate, la méthode proposée dans cet article et qui vise à attribuer un âge à des astrolabes non daté possède une validité limitée à quelques groupes d'instruments seulement. Elle ne peut être utilisée qu'avec beaucoup de précautions et sans doute en complément d'autres méthodes (stylistique, métallurgique...). Pour finir, et à ma grande surprise, il me faut bien constater que j'arrive à des conclusions assez proches de celles des auteurs précédents (Michel 1947 ; Poulle 1956, Dekker 1992, Torode 1992)... mais, il est vrai, pour des raisons sensiblement différentes, notamment en ce qui concerne la datation par la précession.

## Références

- [1] Borrelli A. (2008) : *Aspects of the astrolabe*. Franz Steinet Verlag, 272 p.
- [2] Dekker E. (1992) : *Astrolabes and Dates and Dead-ends*. Annals of Science, XLIX, pp. 175–184.
- [3] Dekker E. (2013) : *Illustration the phaenomena*. Oxford Univ. Press ; 467 p.

---

25. Le cas des astrolabes européens médiévaux n'a pas pu être étudié ici, mais le résultat aurait probablement été mauvais dans la mesure où on sait (Stautz 1996) que la précision de l'implantation des étoiles est défallante dans ce groupe.

- [4] D'Hollander R. (1995) : *Étude comparative entre l'astrolabe dit « carolingien » et l'astrolabe d'Abu-Bakr ibn Yusuf de Toulouse*, in Wesley, S., Beaujouan G., Turner, A., « The oldest Latin Astrolabe », *Physis*, n° 32, 1995, fasc. 2-3, p. 405–420.
- [5] D'Hollander R. (1999) : *L'Astrolabe, Histoire, théorie et pratique*. Institut océanographique ed., 383 p.
- [6] Gibbs R. M., Henderson J. A. & Price D. J. S. (1973) : *A computerized checklist of astrolabes*, Department of History of Science and Medicine, Yale University, 118 p.
- [7] Gunther R. T. (1923) : *Early science in Oxford*, ii, Astronomy, Oxf. Hist. Soc., LXXVIII.
- [8] Gunther R. T. (1932) : *Astrolabes of the world*, vol. 1 & 2, Holland Press ed., 609 p. (ré-édité en 1976).
- [9] King D. A. (1993) : *Some medieval astronomical instruments and their secrets*, in Renato Mazzolini, ed., *Non-Verbal Sources in Science before 1900*, Florence : Leo S. Olschki, pp. 29–52.
- [10] Knobel E. B. (1917) : *Ulugh Beg's catalogue of Stars*, Carnegie Institution of Washington, 124 p.
- [11] Kunitzsch P. (1980) : *Two Star Tables from Muslim Spain*. *Journal for the History of Astronomy (JHA)* 11., p. 192–201.
- [12] Kunitzsch P. (1993) : *Zur Problematik der Astrolabsterne – eine weitere unbrauchbare Sterntael*. *Archives internationales d'histoire des sciences*, XLIII, pp. 197–208.
- [13] Kunitzsch P. (2005) : The stars on the astrolabe, p. 41–46, in Van Cleempoel K.V. : *Astrolabes at Greenwich*, Oxford Univ. Press.
- [14] Mercier E. (2017) : *L'astrolabe dit « Carolingien » de Marcel Destombes*, *Cadran-Info* n° 35, p. 75–88.
- [15] Mercier E. (2018) : *Les étoiles des astrolabes maghrébo-andalous*, *Cadran-Info* n° 37, p. 56–77.
- [16] Michel H. (1947) : *Traité de l'astrolabe*, Alain Brioux ed., 202 p. réédité en 1976.
- [17] Michel H. (1948) : *Un astrolabe latin du XII<sup>e</sup> siècle* ; *Ciel et Terre*, 3-4, p. 73–79.
- [18] Morrison J. E. (2007) : *The astrolabe*. Janus ed., 438 p.
- [19] Pingree D. (2009) : *Eastern astrolabes*. Adler Planetarium ed., 268 p.
- [20] Poulle E. (1956) : *Peut-on dater les astrolabes médiévaux ?* *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 9, n° 4 ; pp. 301–322.

- [21] Poulle E. (1977) : Le traité de l'astrolabe d'Henri Michel, *Revue d'histoire des sciences*, 30-4, pp. 375–376
- [22] Price D. J. (1955) : *An International Checklist of Astrolabes*, *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 8, p. 243–249 & 363–381.
- [23] Schjellerup H. C. F. C. (1874) : *Description des étoiles fixes composée au milieu du dixième siècle de notre ère par l'astronome Persan Abd-al-Rahman Al-Sufi.*, Académie impériale des Sciences, Saint Petersburg. 300 p. + 7 pl.
- [24] Simon B. (2007) : *Comment Képler a déterminé l'orbite de la Terre autour du Soleil.* *Cahiers Clairaut*, 117, p. 10–13.
- [25] Stauts B. (1996) : *Untersuchungen von mathematisch-astronomischen Darstellungen auf mittelalterlichen Astrolabien islamischer und europäischer Herkunft.* (Étude des représentations mathématiques et astronomiques sur les astrolabes médiévaux d'origine islamique et européenne). (Thèse soutenue le 14 juin 1996 à l'Université de Frankfurt am Main), GNT Verlag, 287 p.
- [26] Torode R. K. E. (1989) : *A Mathematical System for Identifying Stars of an Astrolabe and Finding its Age*, *Astrolabica* 5 – Études 1987–1989, éd. A. J. Turner, Paris, Institut du Monde Arabe / Société Internationale de l'Astrolabe, 1989, pp. 53–76.
- [27] Torode R. K. E. (1992) : *A Study of Astrolabes.* *JBAA*. 102, 1, pp. 25–30.
- [28] Turner A. J. (1985) : *The Time Museum Catalogue of the Collection*, V. 1, t. 1. Time Museum edt, 268 p.
- [29] Turner G. L'E. (2003) : *A critique of the use of the First Point of Aries in dating astrolabes.* In : *Renaissance astrolabes and their markers.* Ashgate-Variorum serie, (étude III, publiée initialement en Allemand, en 2000).
- [30] Webster & Webster (1998) : *Western astrolabes.* Adler Planetarium edt., 179 p.

