



# FABRIQUER SON ASTROLABE

## DÉCOUVERTE...

Février 2006, Paris - Institut du monde arabe : L'Âge d'or des sciences arabes ; architecture, mathématique, géométrie, mécanique hydraulique, astronomie, médecine, arts... quel foisonnement !

Étant en premier lieu intéressée par l'astronomie, c'est dans cette partie de l'exposition que je vais passer l'essentiel de mon après-midi. Là, d'antiques manuscrits d'algèbre et de mécanique céleste côtoient de magnifiques instruments de mesure, et en particulier des astrolabes planisphériques.

Astrolabe : traduction littérale "instrument pour prendre la hauteur des astres".

Les visiteurs se pressent autour des vitrines et dans leurs yeux se mêlent curiosité, étonnement, admiration... La fascination exercée par ces instruments au cours des siècles (du

VII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle ap. J.-C.) semble intacte. Le mystère dégagé par l'astrolabe est si attractif qu'en quittant cette exposition il me tarde d'en savoir un peu plus.

## DE LA LECTURE AU TRACÉ

Après quelques recherches, acquisitions et lecture d'ouvrages spécifiques, papier millimétré, crayon de papier et compas entrent en scène. En effet, lire sans tracer ne m'avance pas, il faut passer aux travaux pratiques. L'objectif visé est, dans un premier temps, de comprendre ce que représentent toutes ces belles courbes qui s'entremêlent. Trigonométrie et mécanique céleste, sont les deux disciplines à apprivoiser avant d'envisager de réaliser un tel instrument. Pour mémoire, je rappelle qu'un astrolabe est la représentation du ciel dans un plan et que le principe du tracé est la projection

stéréographique : représentation des solides par projection dans un plan.

L'astrolabe est composé de 5 éléments : la **mère** dans laquelle le **tympaan** est inséré ; par-dessus est superposée l'**araignée** ; l'**ostenseur** sur la face avant et l'**alidade** sur la face arrière viennent compléter l'instrument, toutes les pièces étant percées au centre de façon à faire passer un axe qui maintient l'ensemble.

Les parties les plus ouvragées en termes de tracés sont le tympan (face avant) et le dos de l'astrolabe.

Le tympan tracé à la latitude du lieu d'observation (sphère céleste locale), en l'occurrence ici 48° 46' 16", Montigny-le-Bretonneux, va recevoir la représentation des tropiques, de l'équateur, de l'horizon relatif au lieu, des cercles d'égal azimut tous les 5°, des cercles de hauteurs égales (almicantarats) tous les 5°, des lignes des heures inégales, et des maisons célestes. Le choix de l'intervalle de 5° pour les azimuts et les almicantarats n'est pas une règle absolue, il peut être de 10° ou de 2° ou même de 1°. De cet intervalle, dépendra la précision de l'instrument. Cependant plus le diamètre de l'objet sera petit, plus le

tracé sera délicat et sa lecture difficile. Pour débiter, et après avoir un peu défriché les principes de la projection stéréographique, je me limite à un instrument qui une fois terminé fera 25 cm de diamètre. Rapidement, pour réaliser le tympan, il devient nécessaire d'aménager un espace de travail assez conséquent et d'adapter les outils. Pour l'espace de travail il suffit de savoir que certaines courbes d'azimut demandent une ouverture de compas allant jusqu'à un peu plus de 1 m de part et d'autre du centre de l'astrolabe. Pour les outils, il a fallu recourir à la fabrication d'un compas "maison", avec une bonne marge de manœuvre en termes d'ouverture, car après quelques simulations pour voir ce que donnerait un tympan tracé à la latitude de 60° par exemple, il apparaît que l'ouverture est de 1,37 m.

Dernière facilité et non des moindres au regard du nombre de calculs à réaliser, l'informatique. Toutes les formules écrites dans un tableur permettent, en changeant par exemple le paramètre de la latitude, d'obtenir en un clic de souris tous les points des tracés re-calculés.

Le dos de l'astrolabe sera quant à lui constitué du calendrier zodiacal, du calendrier civil, bien souvent du carré des ombres, et d'une échelle des heures inégales.

Le calendrier zodiacal va représenter, par définition, la position du Soleil sur l'écliptique tout au long de l'année. Sachant que l'on considère l'écliptique comme un cercle, ce cercle sera donc gradué en 360°. À l'intérieur de ce calendrier zodiacal, le calendrier civil, excentré du fait de l'inéga-

lité des saisons, sera quant à lui gradué en 365 parties égales. Autant dire que la minutie, la précision, et la justesse des calculs doivent être optimum pour faire correspondre ces 2 calendriers.

À propos du calendrier civil, se pose alors la question de savoir pour quelle époque l'instrument sera conçu. Avant le 15 octobre 1582 ou après ? Calendrier julien ou grégorien ? Cela a toute son importance, car de ce choix dépendra par exemple la date calendaire de l'équinoxe de printemps. Les autres pièces de l'astrolabe sont la mère, dont le limbe sera divisé en 360°, mais également tous les 15° en heure de temps, midi indiquant la direction du sud. L'araignée, ou le rete, pièce en général très ouvragée, est la représentation de l'écliptique et des étoiles les plus brillantes ou les plus significatives. Pour mon instrument j'en ai sélectionné 40, essentiellement sur le critère de la magnitude.

Restent l'alidade, qui se trouve au dos de l'astrolabe et qui permet de prendre la mesure de hauteur des astres au-dessus de l'horizon, et l'ostenseur, qui servira de règle de lecture sur la face avant.

## PREMIÈRES RÉALISATIONS, DU CARTON AU BOIS

En principe, la mère est creusée et reçoit le tympan. Dans un premier temps je choisis de tracer le tympan directement sur la mère, ce qui nécessitera de réaliser le limbe indépendamment et de le superposer sur la mère. Évidemment, si ma latitude varie de quelques degrés, mon instrument est inutilisable.

Après avoir fait les plans, le premier astro-

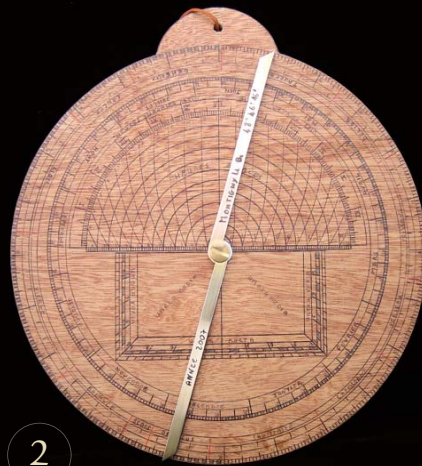
labe en carton voit le jour. La tentation est grande de passer au bois. Après réflexions sur les moyens à mettre en œuvre, action. Mes premiers essais de traçage sur bois sont riches d'enseignements. Premier constat : il faut choisir et préparer son bois. Du contreplaqué en bois exotique traité extérieur, et apprêt de la surface pour la rendre aussi lisse qu'une feuille de papier. Ponçage, vernis, ponçage. Et on passe au traçage. Face avant, face arrière, le limbe rapporté et l'araignée (photos 1 et 2). Ensuite découpe des pièces à la scie à main, scie à chantourner. Finitions à la lime, fine couche de vernis et assemblage. (photos 3 et 4) Pour l'alidade et l'ostenseur, l'idée du laiton s'impose très rapidement.

## DU BOIS ET DU LAITON

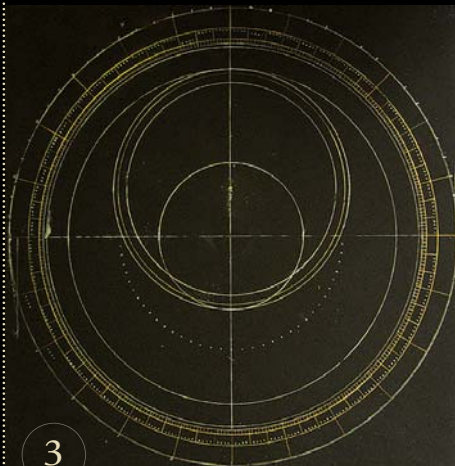
Nouvelle évolution : pour le prochain astrolabe, ce sera un mélange de bois pour la "mère-tympan" et de laiton pour le limbe et l'araignée. Pour le laiton, j'ai ma petite idée. Il existe différentes qualités de laiton. Le laiton "horloger" sera sans conteste le mieux adapté, car d'une finition et d'une qualité d'alliage optimum. Reste à résoudre comment graver le laiton. Nouvelle plongée dans la lecture d'ouvrages spécifiques et la méthode est décidée : technique de l'eau forte. Il suffit d'enduire la surface du métal à travailler d'un vernis à graver. En traçant au compas à pointe sèche, on enlève la couche de vernis qui correspond à la gravure. Cette méthode est plus délicate que le tracé sur bois. Toute erreur nécessite le nettoyage de la plaque de laiton, et le polissage pour enlever toute rayure provoquée par la pointe du compas (photo 3).



1



2



3



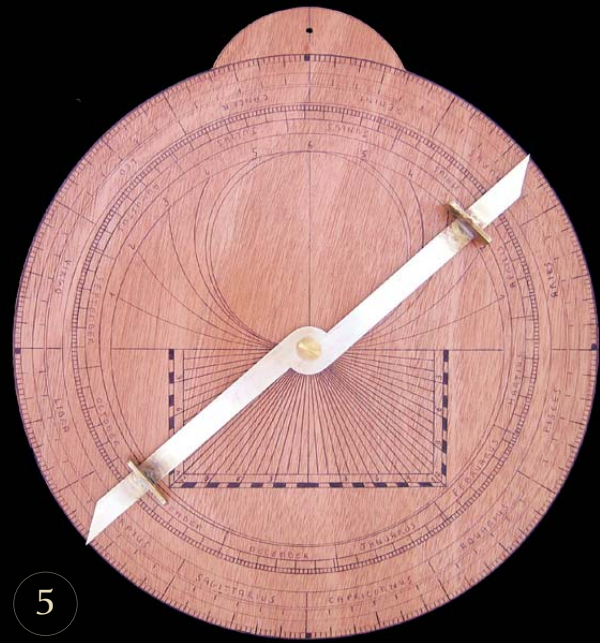


4

Le tracé terminé, il suffit de protéger l'autre face et les champs du laiton par un vernis à recouvrir, et de plonger la plaque dans de l'acide nitrique. Le temps passé dans l'acide est fonction de différents paramètres : concentration et température de l'acide, profondeur de la gravure recherchée. Dernière étape après nettoyage des différents vernis, découpe et ajustage (photo 4 et 5).

### ULTIME ÉTAPE, 100 % LAITON

Après avoir réalisé 4 astrolabes tout en bois et 2 astrolabes mi-bois mi-laiton, il reste une étape à franchir. Réaliser un astrolabe tout en laiton. La technique de gravure selon le principe de l'eau forte est tout de même assez risquée et contraignante. La moindre erreur de tracé nécessite de tout recommencer. Petit à petit, en glanant des informations auprès de bricoleurs expérimentés (mon club astro. Magnitude78 en



5

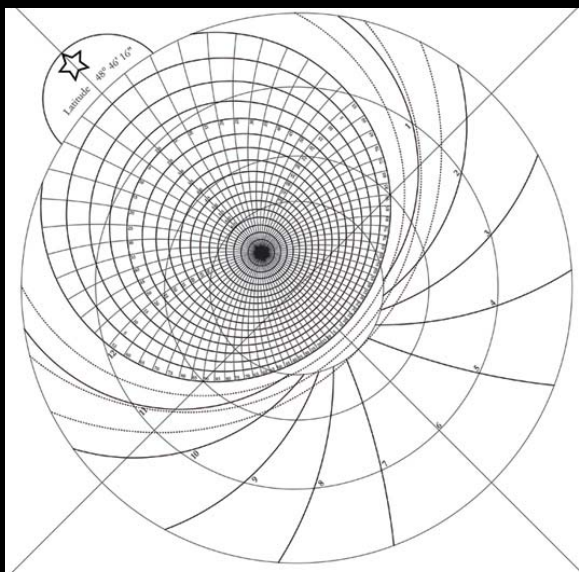
pièce de laiton sur laquelle est plaquée un film négatif du tracé, puis gravure au persulfate d'ammonium). Reste ensuite les découpages et les finitions. Pour cette mise en œuvre, des techniques et des outils spécifiques sont requis.

Tout d'abord, pour obtenir les films, il faut réaliser les tracés dans un logiciel qui permet de travailler en vectoriel. Le rendu est d'une très grande qualité, et je peux en quelques manipulations modifier la taille de l'objet. Un autre avantage, et non des moindres, le film est utilisable un grand nombre de fois, d'où un gain de temps énorme. Les fichiers sont alors envoyés à l'imprimeur pour réalisation des négatifs (photo 6).

Ensuite, il faut disposer d'une insoleuse (pour simplifier, c'est une boîte à l'intérieur de laquelle sont installés des tubes actiniques – néons UV). Celles du commerce ne répondant pas aux dimensions recherchées, une fabrication "maison" s'impose. Pour tout dire, je n'y connais rien en électricité, et c'est mon compagnon qui s'y colle !

Les plaques de laiton sont sensibilisées chez un professionnel. J'avais envisagé de les sensibiliser moi-même, mais les bombes de vernis photosensible ne se commercialisent plus apparemment, normes européennes obligent. De plus, le procédé du professionnel exclut toute irrégularité de surface, ce qui n'est pas négligeable. Dernier dispositif nécessaire pour cette mise en œuvre, la machine à graver, sorte de cuve en verre dotée d'une résistance chauffante et d'une pompe à air, dans laquelle la plaque de laiton est maintenue verticalement.

L'aspect technique de la réalisation de ce si bel instrument est une chose, comprendre et maîtriser son utilisation est un autre chapitre, qui ouvre d'ailleurs toutes grandes les portes de l'Histoire. Quand on commence à s'interroger, à se poser les questions : qui ? comment ? pourquoi ? où ?... il est trop tard, on est déjà happé par l'objet. Chaque découverte amène d'autres questions, chaque réponse est plus étonnante que la précédente...



6

est bien pourvu !), et en navigant sur Internet, je commence à entrevoir un nouveau procédé : utiliser la méthode pour les circuits imprimés (insolation de la