



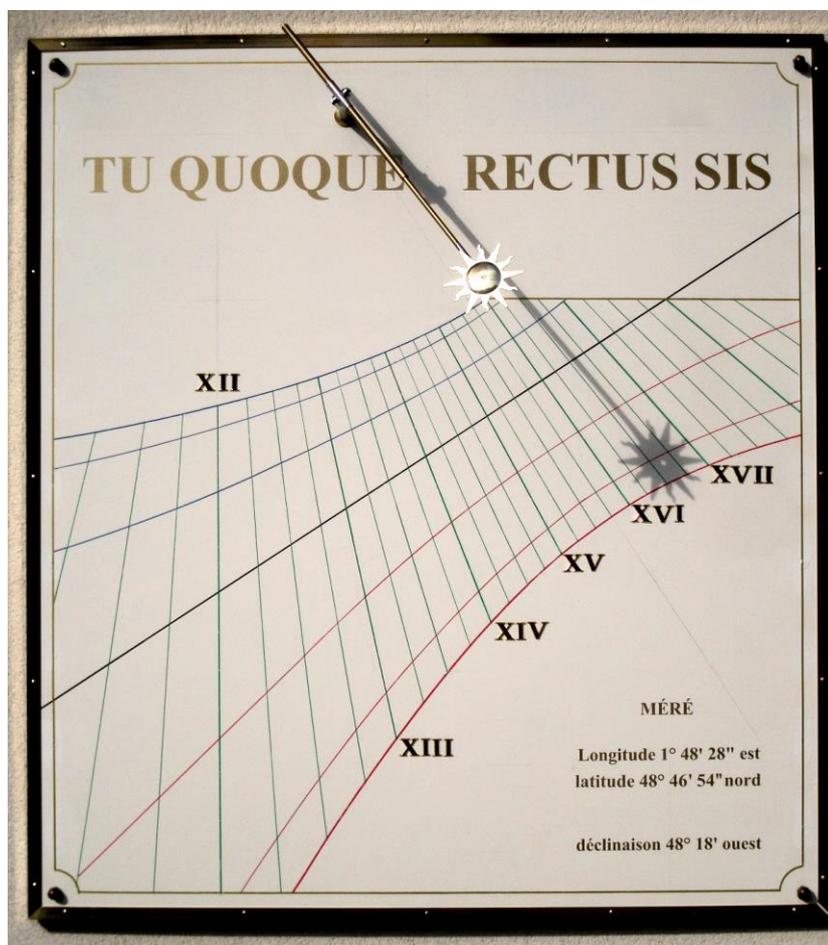
## RÉALISATION D'UN CADRAN SOLAIRE À MÉRÉ AVEC LE LOGICIEL SHADOWS

Ce document explique la conception d'un cadran solaire à partir des données fournies par le logiciel **Shadows** et montre la réalisation pratique jusqu'à la pose du cadran. La conception et la réalisation du cadran ainsi que le contenu de ce document sont dus à **Michel Lambalieu**. Un grand merci à Michel de partager son expérience avec la communauté des utilisateurs du logiciel Shadows.

Le logiciel Shadows peut être téléchargé sur [www.shadowspro.com](http://www.shadowspro.com). Le manuel utilisateur du logiciel est accessible en ligne sur [www.shadowspro.com/manuel](http://www.shadowspro.com/manuel).

Les cadrans verticaux et déclinants sont les plus spectaculaires mais leur réalisation, mais la fixation du style est souvent un problème délicat pour un amateur qui ne possède que l'outillage de base.

« Je m'étais fixé l'objectif de réaliser un cadran avec des matériaux simples et disponibles dans les magasins de bricolage, tout en étant capable d'afficher l'heure avec une précision d'une minute. Je pense avoir trouvé une solution acceptable que je sou mets ici pour pouvoir ainsi enrichir la boîte à idées des travaux d'amateur. » Michel Lambalieu



Le cadran de Michel est installé à Méré, près de Montfort-L'amaury dans les Yvelines.

Latitude 48° 46' 54" Nord,

Longitude 1° 48' 28" Est.

Sa dimension est de 90 cm x 100 cm ; il est déclinant de 48° 18' vers l'ouest.

La maquette de réalisation a été exécutée en bois pour extérieur et rigidifié par des fers plats, puis enduit et peint avec une peinture pour extérieur. Toutes les fournitures ont été achetées dans un grand magasin.

La réalisation finale (ci-contre) a été effectuée sur un panneau de stratifié.

La devise latine TU QUOQUE, RECTUS SIS signifie *Toi aussi, sois juste*. Elle souligne la précision du cadran tout faisant un clin d'œil à celui qui lit.

# DÉTERMINATION DE LA DÉCLINAISON DU MUR

La détermination de la déclinaison gnomonique d'un mur est comme chacun le sait la base de départ préalable à la réalisation correcte d'un cadran solaire vertical. Une des méthodes implique la détermination avec un rapporteur et un fil à plomb.



## Réalisation du rapporteur d'angles

Pour cela un rapporteur de dimension suffisante est nécessaire. Il peut être réalisé à l'aide du logiciel Shadows qui permet d'imprimer un rapporteur de grande dimension imprimé sur plusieurs pages (menu **Affichage > Outils de traçage**).

Un rapporteur scolaire peut également convenir, notamment les modèles de 35 cm de diamètre, dont il faut prendre soin de raccourcir ses extrémités de façon à ce que le diamètre en appui sur le mur, passe par les angles 0° et 180°, comme indiqué sur la photo.

Il faudra également annoter le rapporteur pour mettre le 0° à la place du 90°, perpendiculairement au mur, pour repérer l'angle du Soleil par rapport à la normale au mur. Les angles seront notés négatifs vers l'Est et positifs vers l'Ouest.

Afin de vérifier la parfaite horizontalité du plan du rapporteur pendant la mesure, deux petits niveaux à bulle sont ajoutées sur les deux axes X et Y. On trouve des rechanges de niveau en grande surface.



## Installation du fil à plomb

Le choix du fil à plomb lui-même n'est pas aussi évident qu'on pourrait le croire : la pénombre et des franges d'interférence bordent l'ombre proprement dite, ce qui rend difficile le repérage de l'ombre franche si le fil est trop fin.

La solution retenue ici a été de choisir un cordonnet dont l'ombre mesure quelques millimètres et dont on peut apprécier, relativement facilement, la valeur centrale.

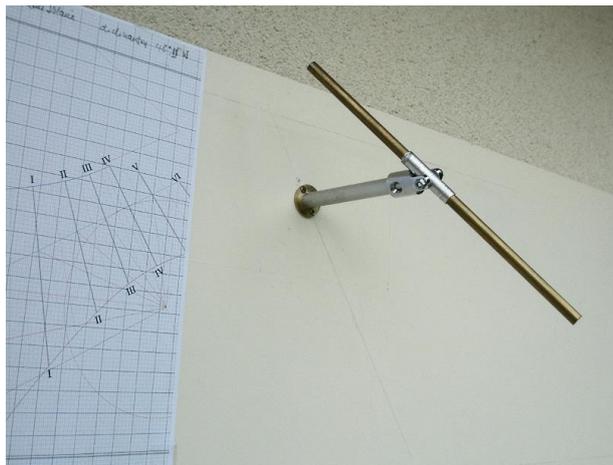
Plusieurs méthodes de mesure de la déclinaison ont été testées, dont les méthodes de **la planchette** et de la **détermination du passage au méridien**.

Il est nécessaire de réaliser l'amortissement des mouvements du fil à plomb en plongeant le poids tenseur dans de l'eau. La table est réalisée par une planche posée sur deux tréteaux bien entendue réglée pour être parfaitement horizontale.

Les angles mesurés peuvent être comparés aux **éphémérides instantanées** proposées dans Shadows qui fournissent l'azimut du Soleil pour un instant donné.

**Shadows Expert** propose également un outil de **détermination de la déclinaison gnomonique d'un mur**, qui effectue les calculs correspondant aux relevés effectués.

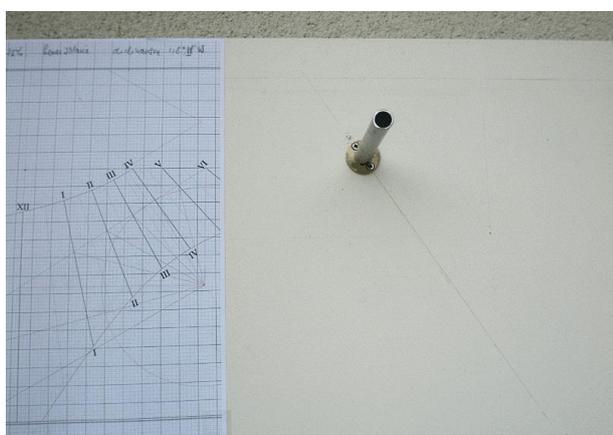
## Réalisation et installation du style



À l'aide du logiciel Shadows, on détermine l'implantation du support de style, tronqué dans le cas de ce cadran, avec une précision de l'ordre du millimètre. Le point A correspond au pied du style droit ; le point B correspond au point d'attache du style polaire. Ce point est ici rejeté loin de la table du cadran du fait de la déclinaison.

Le style est ici formé d'une tige portant un œillette, ce qui permet d'augmenter le contraste ombre/lumière et ainsi faciliter la lecture de l'heure.

On positionne l'œillette à l'aplomb du point A, perpendiculairement au plan du cadran. Le support du style est placé sur la ligne sous-styloire (ligne joignant les points A et B).



L'attache du pied droit est une embase de support de douille électrique en laiton munie de 2 trous pour fixation le long de la sous-styloire.

Sur la partie fileté, est monté un tube en aluminium, d'une longueur inférieure d'un centimètre à la hauteur de support déterminée par le logiciel, pour permettre un réglage en hauteur précis. Le tout est collé à la colle **Époxy Araldite** après s'être assuré que la partie plane de l'embase soit bien perpendiculaire au tube.

Une genouillère cardan constituée de l'articulation de commande de manœuvre de store est utilisée pour attacher le style polaire grâce à la fourche déjà percée selon un axe perpendiculaire.



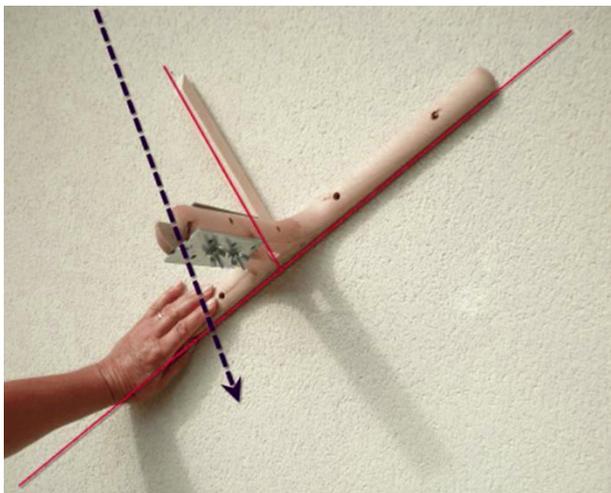
Le support de la tige du style est un tube d'aluminium ; les matériaux aux dimensions requises ne sont pas toujours disponibles dans la même matière, il faut chercher.

Percé et fileté, le support est fixé dans la partie récupérée de la genouillère, permettant ainsi un déplacement dans le plan vertical constitué avec la tige support, et immobilisé par une vis pointeau à la fin des réglages de toutes les orientations et dimensions, à l'aide d'une équerre et d'un réglet.

L'orientation et l'inclinaison du style sont essentielles pour garantir la précision du cadran. Les écarts parfois constatés sont en général dus à un défaut d'installation du style et non pas un défaut de tracé du cadran.

Le logiciel Shadows permet d'imprimer un gabarit à l'échelle du style qui permettra de régler l'inclinaison du style polaire le long de la sous-styloire.





En reprenant l'idée de la triple-équerre de G. Bigourdan, appliquée comme il se doit sur l'équinoxiale au pied de la sous-styloire, il est possible de réaliser un dispositif simple pour maintenir le style en position, grâce à une plaque mobile échancrée en V en son milieu à sa partie supérieure pendant l'opération, toujours délicate, de réglage du style.

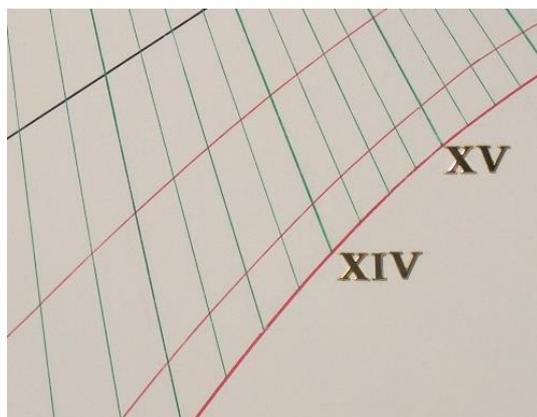
Le matériel utilisé se trouve dans les magasins de bricolage :

- 2 équerres, en hêtre, de 30 cm environ. Les trous permettent de fixer temporairement les deux équerres sur le support le temps de la mise en place de la tige style ;
- 1 tasseau raboté de 16 mm d'épaisseur et de 30 cm de longueur ;
- 2 plaques de fixation métalliques montées décalées, comme l'indique la figure ;
- 2 tiges filetées de  $\varnothing$  3 mm ou 4 mm avec écrous à oreilles.



La plaque présentant l'œilleton est réalisée à partir d'une embrasse de rideau découverte dans un magasin de bricolage ; le décor représentant le soleil était bienvenu ! La pince de rideau ôtée de cette plaquette décorative, un perçage central permet le passage de la lumière.

La tige est ensuite soudée à l'étain en respectant bien l'alignement trou-tige.



### Il ne reste plus qu'à tracer et décorer le cadran.

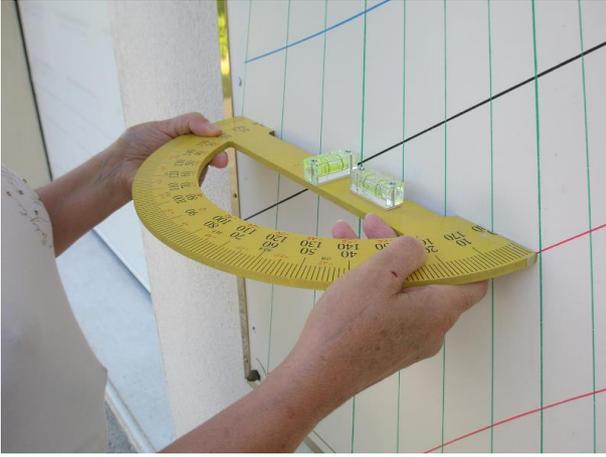
Les points des lignes horaires et des arcs diurnes sont reportés à partir du tracé imprimé depuis le logiciel Shadows, puis reliés au feutre indélébile, guidé par un pistolet à dessin *perroquet* (règle courbe de plastique présentant une grande variété de courbes) employé en dessin technique, ou par une règle souple *cobra* qui permet, en la déformant à sa guise, de joindre tous les points calculés, ce qui est intéressant pour les grandes longueurs. Ces règles se trouvent dans toutes les boutiques de travaux manuels ou d'accessoire de couture.

La légende avec la latitude, longitude et déclinaison du cadran est testée avec un premier tirage papier puis réalisée en pulvérisant de la peinture à travers des pochoirs réalisés par une société spécialisée à qui on les aura communiquées sur papier.

Les chiffres horaires sont achetés dans un magasin de bricolage et collés sur le cadran.



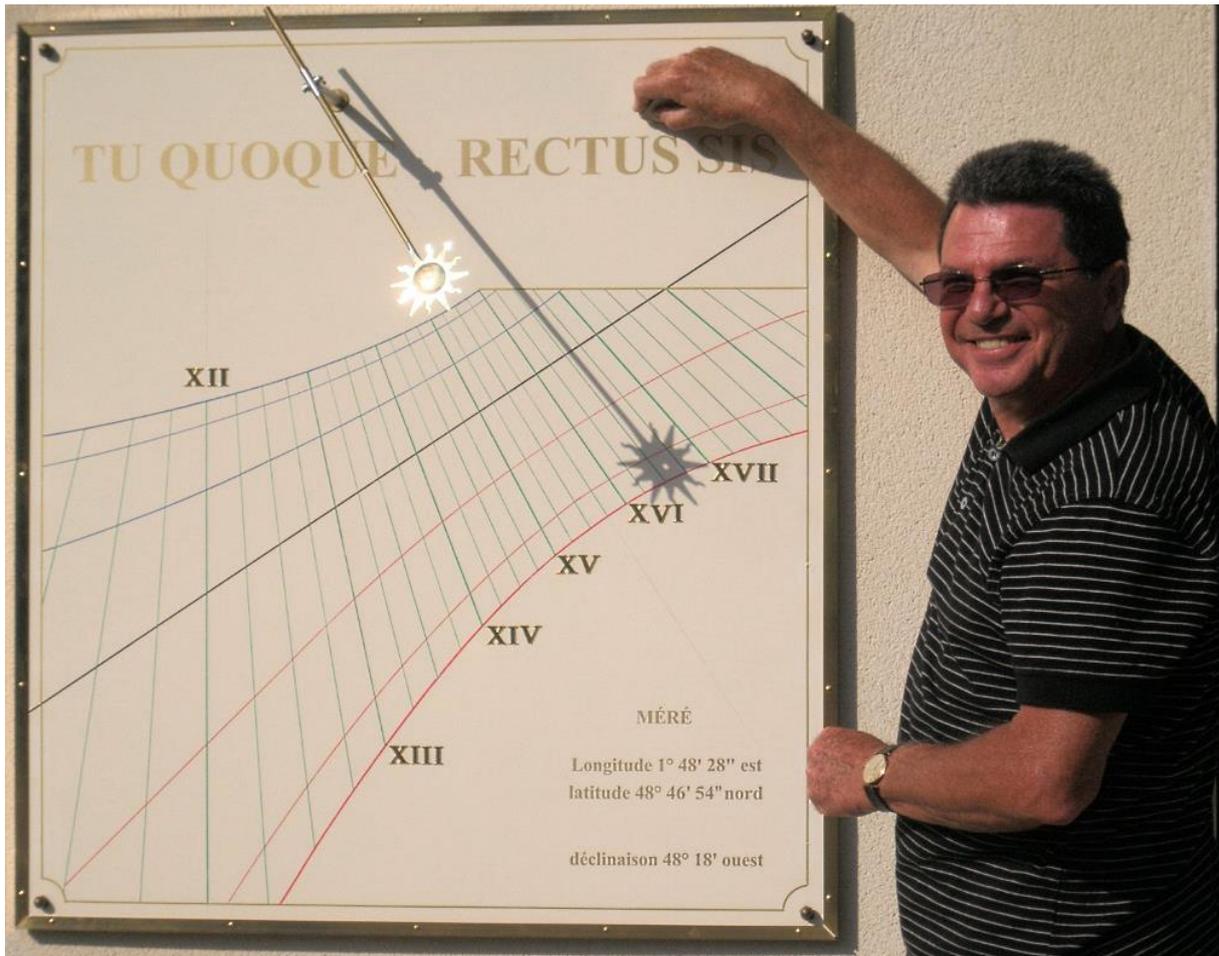
règle à dessin

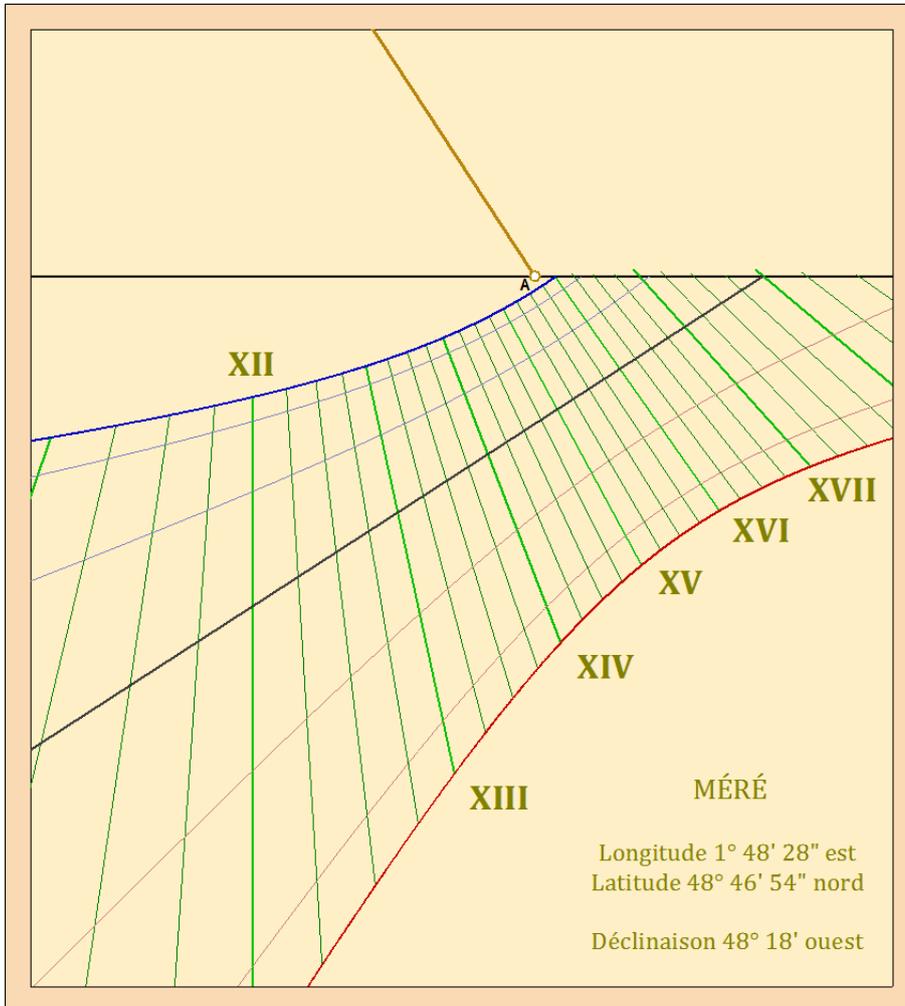


L'encadrement est réalisé par des cornières de laiton.

Le cadran ainsi réalisé est fixé en contrôlant bien son parallélisme au mur dont on a relevé la déclinaison.

La fixation du cadran est faite en enfilant la table sur quatre tiges filetées scellées dans le mur à l'aide de chevilles ; on prend soin d'intercaler des écrous entre le mur et le cadran de façon à pouvoir rattraper le manque de parallélisme mur/cadran résiduel. Les extrémités des tiges sont ensuite masquées par des écrous borgnes.





Le tracé de référence du cadran réalisé sous Shadows en choisissant un cadran vertical déclinant conçu pour Méré (ajouté à la base de lieux) et en paramétrant la déclinaison du mur, et les options de tracé.

La couleur et l'épaisseur des traits peut être sélectionnée pour chaque catégorie de traits (heures, demi-heures, arcs de solstice, équinoxiale, etc.)

Des cadres de texte déplaçables permettent décorer le cadran (ici les indications en bas à droite)