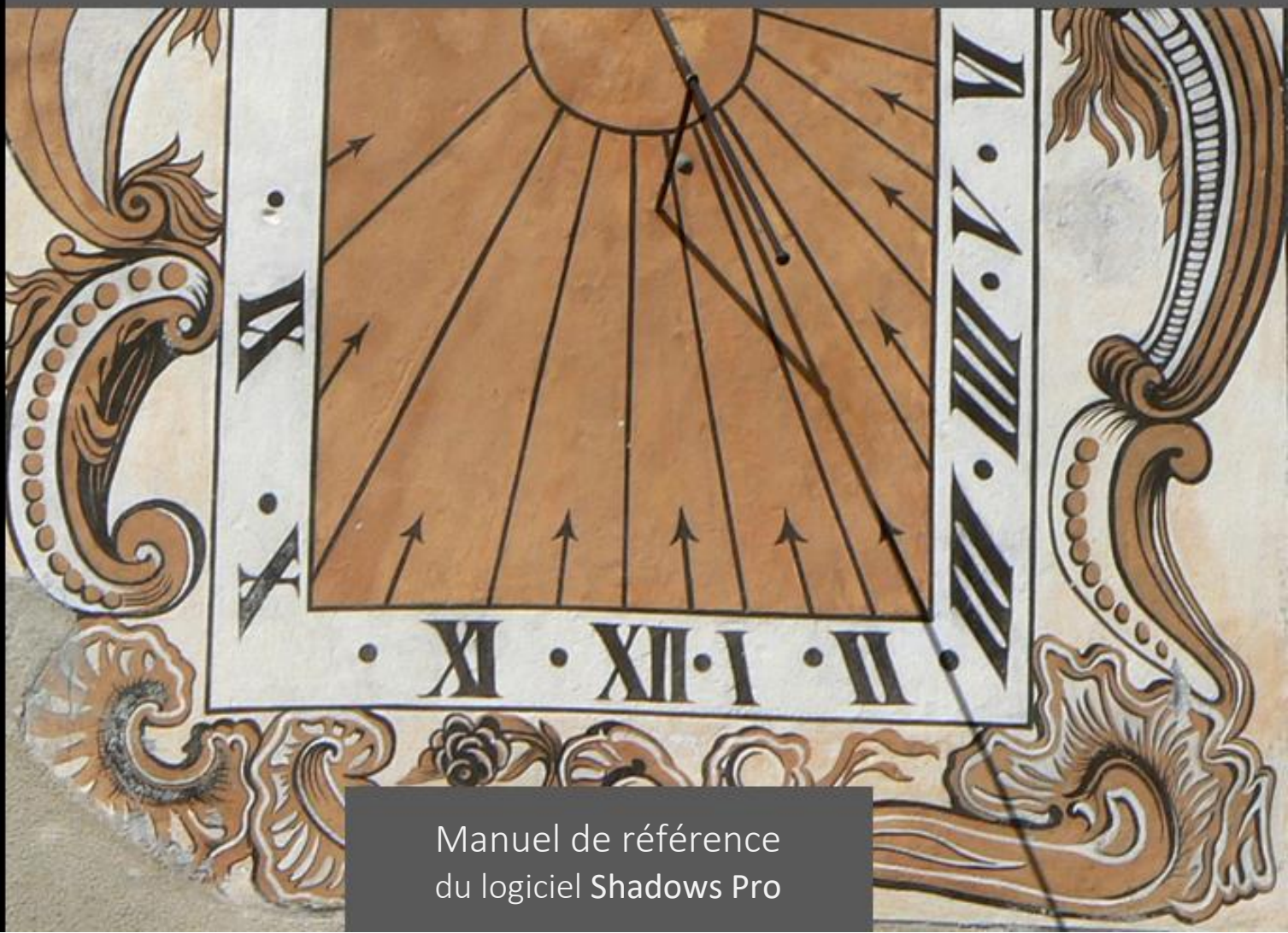
Cadrans solaires
&
Astrolabes

François Blateyron



Manuel de référence
du logiciel **Shadows Pro**

Ce manuel constitue la référence pour le logiciel Shadows Pro.

© Copyright 2014-2019 par François Blateyron.

La reproduction de tout ou partie de ce manuel est interdite sauf autorisation écrite de l'auteur.

Version du 17 août 2019

Cher utilisateur de Shadows®

Le logiciel Shadows est le fruit de nombreuses années de travail, des milliers d'heures de programmation pour rendre accessible à tous, la science des cadrans solaires et des astrolabes.

J'ai commencé à développer Shadows en 1996 et l'ai mis en accès libre sur Internet dès 1997 alors que les foyers français commençaient à peine à se connecter. De nombreux internautes ont permis, grâce à leurs contributions, de faire progresser le logiciel, en suggérant de nouvelles idées et fonctionnalités, en testant les nouveaux développements, ou en traduisant l'interface utilisateur.

Plus de vingt ans après, Shadows est le logiciel le plus utilisé dans le monde pour tracer un cadran solaire. Des dizaines de milliers d'utilisateurs utilisent Shadows, qu'ils soient simple curieux, amateur occasionnel ou cadranier professionnel.

J'ai également passé de longues heures à écrire ce manuel utilisateur, qui va bien au-delà de la description du logiciel et qui est une véritable référence sur les cadrans solaires, les astrolabes et sur d'autres outils astronomiques. Dans le développement du logiciel, tout comme dans l'écriture de ce manuel utilisateur, j'ai veillé à rendre simple l'utilisation des concepts et des équations complexes afin qu'elles soient accessibles au plus grand nombre.

Si vous découvrez seulement Shadows, vous verrez que la version gratuite est déjà très complète et de grande qualité. Je vous encourage cependant à acquérir une licence Shadows Pro pour accéder à toute la puissance du logiciel et pour soutenir son développement. J'ai la satisfaction de recevoir de nombreux messages d'encouragement d'utilisateurs répartis sur tout le globe, certains m'envoyant des photos de leurs réalisations – elles sont visibles dans la galerie des cadrans des utilisateurs sur le site www.shadowspro.com. N'hésitez pas à faire connaître vos œuvres.

Merci de votre soutien et bonne lecture.

François Blateyron

Cette page est laissée intentionnellement blanche.

LIVRE 1 – INTRODUCTION AU LOGICIEL SHADOWS

Introduction

Shadows est un logiciel de calcul de cadrans solaires et d'astrolabes. Il a été conçu et est développé en France par François Blateyron. Shadows a fêté en 2017 ses vingt ans d'existence sur Internet !

Shadows fournit aux utilisateurs tous les éléments pour tracer, construire, orienter, lire et comprendre toutes sortes de cadrans solaires. Il trace les différentes parties d'un astrolabe et permet de déplacer à l'écran les parties mobiles. Shadows propose également des éphémérides complètes du Soleil et de la Lune, ainsi que divers graphes et outils en relation avec le Soleil. C'est un formidable outil pédagogique pour les enseignants, les animateurs et les jeunes.

Le logiciel Shadows, dans son niveau de base est un logiciel gratuit (freeware). Vous pouvez l'utiliser librement à des fins personnelles, il n'y a rien à payer. Vous pouvez le distribuer librement à vos amis pourvu que la totalité des fichiers originaux y soient joints (y compris le logiciel d'installation et la documentation). Cette version est déjà très complète et permet la création de nombreux cadrans.

Le niveau Shadows Expert est destiné aux amateurs souhaitant réaliser des cadrans un peu plus sophistiqués et accéder aux fonctions avancées. Le niveau Shadows Pro est destiné aux amateurs chevronnés et aux professionnels et donne accès aux astrolabes. Ces deux versions sont accessibles aux utilisateurs s'acquittant d'un droit de licence (voir sur www.shadowspro.com/licence).

Vous pouvez proposer vos suggestions d'enrichissement et d'amélioration du logiciel, envoyer vos remarques et critiques, ainsi que les photos de vos réalisations de cadrans solaires, en contactant directement l'auteur par courriel :

info@shadowspro.com ou fblateyron@shadowspro.com

Informez-vous régulièrement de la disponibilité d'une nouvelle version en consultant le site officiel :

www.shadowspro.com

Le logiciel comporte un mécanisme de détection automatique de la présence d'une nouvelle version sur le site. Le logiciel se connecte sur le site s'il détecte une connexion active et vérifie la dernière version disponible et la compare à la vôtre. Si une nouvelle version est disponible, vous serez invité à la télécharger ou à visualiser la page de téléchargement. Cette fonction peut être aussi déclenchée manuellement à partir du menu Aide > Vérifier la disponibilité d'une nouvelle version…

Installer Shadows sur PC

Le logiciel Shadows est conçu pour Windows® et notamment les dernières versions Windows 10, Windows 8.1, Windows 8, Windows 7 et Windows Vista. Shadows est une application 64 bits et nécessite une version 64 bits de Windows. Sous certaines conditions, Shadows peut tourner également sous MacOS grâce au logiciel Wine ou aux machines virtuelles Parallel Desktop ou VMWare. Le support technique n'est cependant assuré que pour les plates-formes Windows.

Procédure d'installation du logiciel

Téléchargez la dernière version du logiciel sur le site www.shadowspro.com (le fichier téléchargé, shadows.exe, fait environ 25 Mo et se télécharge en quelques dizaines de secondes). Note : si vous installez le logiciel depuis une clé USB, sautez cette étape.

1. Lancez l'installation
    a. Dans le logiciel d'installation, choisissez la langue puis cliquez sur Suivant
    b. Lisez le Contrat d'Utilisateur Final, puis cochez la case : Je comprends… puis cliquez sur Suivant
    c. Cliquez sur Suivant, sauf si vous souhaitez installer le logiciel sur un autre disque, auquel cas, sélectionnez le chemin dans cet écran.
    d. Cliquez sur Suivant. Changez le cas échéant les options de création des icônes du programme.
    e. Attendez que l'installation se termine
    f. Enfin cliquez sur Terminer.
2. Le programme est maintenant installé.
    a. Sous Windows 7 ou antérieurs : vous pouvez y accéder depuis le menu Démarrer > Tous les programmes > Shadows
    b. Sous Windows 8 et suivants : vous pouvez y accéder en tapant Shadows dans la zone de recherche, ou en installant une « tuile » Shadows dans l'écran de démarrage Windows

Installation du fichier de licence Shadows

Lorsqu'une licence Shadows Expert ou Shadows Pro est commandée, elle est délivrée par courriel sous la forme d'un fichier texte crypté et d'un code d'activation. La licence est également fournie sur la clé USB dans le cas d'une commande de Shadows Pro en version boîte.

1. Copiez le fichier de licence dans le répertoire Documents\Shadows Data
2. Lancez Shadows. Un dialogue vous propose d'associer la licence. Voir ci-dessous la procédure.

Important ! Pensez à sauvegarder votre fichier de licence en lieu sûr pour pouvoir la retrouver si vous changez de PC ou si vous devez reformater le disque dur.

Associer la licence avec votre PC

La licence doit être attachée à votre PC grâce à un processus d'association. Cette opération est automatique à condition de disposer d'une connexion Internet.

Lorsque la licence est installée mais non encore associée, un dialogue s'affiche au démarrage. Cochez la case qui certifie que vous êtes le propriétaire de la licence et cliquez sur le bouton Associer la licence avec ce PC.

Une fois la licence associée, il n'est plus nécessaire d'être connecté.

Si vous obtenez une erreur de communication à ce stade, voyez Associer manuellement la licence ci-dessous.

Associer la licence manuellement

Si vous ne disposez pas de connexion Internet ou si vous avez obtenu une erreur de communication en essayant l'association, vous devrez envoyer à l'auteur le fichier texte qui aura été créé dans le répertoire Documents > Shadows Data > Association. L'auteur vous renverra alors votre licence manuellement associée qu'il suffira de copier dans Documents > Shadows Data.

Remerciements

Shadows a été entièrement conçu et développé en France par François Blateyron. Le manuel utilisateur, les illustrations et les photographies sont également de l'auteur. L'auteur a reçu le Prix Julien Saget décerné par la Société Astronomique de France pour la contribution à la gnomonique et à l'astronomie apportée par le logiciel Shadows .

L'auteur souhaite remercier toutes les personnes qui l'ont aidé en lui envoyant des suggestions, en l'aidant à tester le logiciel, en effectuant des traductions ou des corrections de textes ou du manuel utilisateur.

Les traductions de l'interface utilisateur ont été assurées bénévolement par les personnes suivantes :

Anglais	Contribution collective
Allemand	Claudio Abächerli, Carmen & Axel Wittich, Sonja Lejeune, Marco Tomljanovich, Karl-Peter Emmelmann, Christian Haack, Hermann Dellwing, Rita Gautschy, Siegfried Netzband, Ignaz Lorenz
Espagnol	Carlos María Sánchez Rodríguez, Gilberto De Hoyos C, Jesús San José Hernández, Mario D. Crespo, Isabelle Blateyron, Rafael Rodríguez Martín, Vicente Javier Fernández Gallego, Eduardo Bolufer Catalá
Italien	Claudio Abächerli, Marco Tomljanovich, Federico Bettinzoli, Luigi Massimo Ghia
Portugais	Hugo D. Valentim
Portugais Brésilien	Hugo D. Valentim, Rogério Luís Brochado Abreu, Juarez Silveira Sant'Anna, Willyan Becker
Hollandais	Fer J. De Vries, Thibaud Taudin-Chabot
Hongrois	Tulok László
Russe	Serge Zukanov, Alexei Krutiakov
Slovène	Stane Accetto
Polonais	Maciej Michalski, Mirosław Danch
Grec	Vangelis Skarmoutsos
Tchèque	Jaromír Ciesla
Arabe	Ahmed Ammar, Kamoun Sofien
Catalan	Gabriel Guix
Roumain	SRPAC / Radu Anghel & Dan-George Uza

Les fichiers d'aide et le manuel utilisateur ont été traduits par :

Anglais	Contribution collective
Allemand	Karl-Peter Emmelmann, Siegfried Netzband, Nicolas Feierstein, Rita Gautschy, Hermann Dellwing
Espagnol	Rafael Rodríguez Martín, Carlos María Sánchez Rodríguez, Vicente Javier Fernández Gallego
Italien	Marco Tomljanovich, Luigi Massimo Ghia
Portugais Brésilien	Juarez Silveira Sant'Anna
Polonais	Maciej Michalski
Tchèque	Jaromír Ciesla

Merci également aux nombreux utilisateurs qui ont aidé à mettre au point le logiciel, ont suggéré des idées, ou ont contribué à la diffusion du logiciel.

Fonctions des trois niveaux de licence

Shadows (niveau gratuit)

Shadows dans sa version de base est gratuit.

Ce niveau comporte déjà un ensemble très puissant de fonctionnalités et dispose d'une documentation complète. Les fonctions de base de Shadows incluent :

- Cadrans plans à style polaire (horizontal, vertical déclinant, équatorial, polaire, méridienne)
- Tracé du cadran à l'échelle 1, de dimension, d'orientation et d'inclinaison quelconques
- Valable pour tout lieu sur Terre, dans l'hémisphère nord ou sud (+ de 5 000 lieux préinstallés)
- Tracé du style à l'échelle pour être découpé
- Tables des coordonnées des lignes horaires et des arcs de déclinaison
- Tracé des arcs diurnes, des heures solaires ou moyenne, correction de longitude
- Cadres de texte déplaçables sur le cadran, avec liste préinstallée de devises en français, latin et autres langues
- Export des tables de coordonnées au format Excel
- Copier-coller des tracés au format bitmap
- Tracé de l'équation du temps sous diverses formes
- Tracé de rapporteur d'angle et de cercle d'azimut
- Manuel utilisateur illustré de 130 pages
- Interface traduite en 17 langues

Shadows Expert

Shadows Expert est un niveau destiné aux personnes ayant acquis les bases et souhaitant accéder à des fonctions plus évoluées du logiciel. Shadows Expert apporte les fonctions suivantes en plus du niveau de base :

- Cadran analemmatique horizontal
- Cadrans cylindriques (cadran de berger, polaire sans style, couronne armillaire, extérieur de cylindre vertical)
- Cadran araignée
- Tables d'éphémérides solaires
- Tracé des heures italiques et babyloniques
- Insertion de cadres d'images et de cliparts sur le cadran
- Export des tracés au format EMF (vectoriel)
- Tracé de l'épure du cadran
- Simulation de l'ombre d'un toit
- Changement d'inclinaison et d'orientation du cadran
- Outil de détermination de la déclinaison d'un mur
- Rose des directions
- Astrolabe nautique
- Carte céleste interactive

Shadows Pro

Shadows Pro est le niveau le plus complet du logiciel. Il est destiné aux professionnels et amateurs chevronnés mais satisfera aussi tous les curieux. Shadows Pro apporte en plus de Shadows Expert les fonctions suivantes :

- Astrolabe planisphérique, astrolabe universel, mobiles à l'écran
- Cadran analemmatique vertical déclinant
- Cadrans bifilaires horizontaux ou verticaux déclinants
- Tracés des arcs d'azimut et de hauteur
- Heures sidérales et heures temporaires (inégales)
- Coloriage du fond du cadran en-dehors des solstices

- Coloriage du fond entre les arcs diurnes
- Table d'éphémérides lunaires
- Graphe solaire azimut-hauteur avec masque d'horizon
- Export des tracés vectoriels aux format DXF (AutoCAD)
- Outil de détermination des caractéristiques d'un cadran à partir de sa photo
- Graphe d'efficacité d'un panneau solaire

Commander une licence Shadows Expert ou Shadows Pro

Le logiciel Shadows est depuis longtemps le seul logiciel gratuit à être aussi simple d'utilisation et à avoir permis à un grand nombre de personnes novices de découvrir la gnomonique. Disponible depuis plus de quinze ans, Shadows continue de s'enrichir de nouvelles fonctionnalités mais toujours en veillant à rester simple et pédagogique.

En achetant une licence Shadows Expert ou Shadows Pro, non seulement vous accédez à toute la puissance du logiciel, mais également, vous soutenez les efforts de développement de l'auteur et contribuez à l'amélioration du logiciel.

Shadows est le niveau de base que tout le monde peut télécharger et utiliser librement et gratuitement (c'est un gratuiciel, ou freeware).

Les versions avancées Shadows Expert et Shadows Pro nécessitent l'achat d'une licence. Le prix des licences est donné sur la page Acheter une licence du site Internet www.shadowspro.com

N'hésitez plus, passez à la vitesse supérieure avec Shadows Pro. Vous ne le regretterez pas !

Cette page est laissée intentionnellement blanche.

LIVRE 2 – LES CADRANS SOLAIRES

Initiation aux cadrans solaires

Un cadran solaire est un dispositif donnant l'heure à partir de la position du Soleil ou plus précisément de son angle horaire, ou parfois de sa hauteur. Connu depuis des millénaires dans sa forme la plus simple, il s'est perfectionné et diversifié au cours des âges, et a été largement diffusé à partir de la Renaissance jusqu'au 19ème siècle avant de tomber en désuétude face aux progrès de l'horlogerie. La mode des cadrans solaires a réapparu dans les années 1980 (notamment sous l'impulsion de Robert Sagot et de la Société Astronomique de France) et connaît aujourd'hui un engouement important auprès du public.

L'étude des cadrans solaires permet d'aborder de nombreuses disciplines : l'histoire du patrimoine, les techniques artistiques (fresque, gravure, sculpture, vitrail), la philosophie des devises, la mécanique céleste, l'astronomie, et bien d'autres encore.

Il est possible de créer un cadran solaire sur tout support, qu'il soit plan, cylindrique, sphérique ou autre, de toute orientation et en tout lieu. Les pages de ce manuel décrivent quelques types de cadrans solaires supportés dans le logiciel Shadows mais il en existe de nombreux autres, parfois exotiques. Les inscriptions et tracés d'un cadran solaire sont également très variés et peuvent fournir de nombreuses informations au passant : heure solaire, heure de la montre, saison, date, azimut, hauteur et déclinaison du Soleil, heure de lever ou de coucher du Soleil, heure d'un autre lieu, heure sidérale, etc.

Ceux qui seraient tentés de créer leur cadran personnalisé peuvent s'appuyer sur ce manuel pour comprendre comment faire et trouver des exemples de cadrans anciens ou modernes, et surtout peuvent utiliser le logiciel Shadows pour effectuer tous les calculs et imprimer les tracés à l'échelle 1.

Concevoir un cadran solaire avec Shadows

Informations préalables à rassembler

Avant de lancer la conception d'un cadran solaire, vous devez réunir quelques informations qui seront nécessaires durant le processus de création.

1. Le lieu d'installation
2. L'orientation et/ou l'inclinaison du support
3. Le type de cadran solaire souhaité

Par ailleurs, une fois le cadran créé à l'écran, l'utilisateur pourra configurer les éléments suivants :

- La dimension de la table du cadran (largeur/hauteur) et sa forme (rectangle, cercle, …)
- Les indications données par le tracé (heure solaire, heure babylonique, …)
- Les décorations, la devise, les marquages associés aux tracés

Le lieu d'installation

Contrairement aux cadrans de série achetés en jardinerie qui sont conçus pour un lieu médian passe-partout, votre cadran doit être conçu pour son lieu précis d'installation. Le lieu est défini par sa latitude, sa longitude et son fuseau horaire.

Shadows est fourni avec une base de données de plus de 5 000 lieux déjà configurés. Vous pouvez y ajouter vos lieux favoris. Pour un cadran d'heure solaire, seule la latitude est importante. Pour un cadran d'heure moyenne ou corrigé de la longitude, il faudra utiliser également la longitude et le fuseau. D'autres fichiers de lieux sont

disponibles sur la page www.shadowspro.com/fr/downloadlocations.html, avec un total de plus de 300 000 lieux compatibles avec la base de données de Shadows.

On peut se satisfaire d'une précision d'une minute d'arc pour la longitude, sachant que cela correspond à environ 1 km à 1,5 km de distance Est-Ouest. Avec une précision à la seconde d'arc, on atteint 20 mètres.

L'orientation du support

Contrairement à une croyance répandue, les cadrans ne sont pas forcément toujours orientés au Sud. On peut avoir des cadrans déclinants vers l'Est ou l'Ouest, et même vers le Nord. L'important est qu'ils soient éclairés à un moment ou un autre de la journée, à une période de l'année.

La déclinaison gnomonique est l'angle horizontal entre la perpendiculaire à un mur et le plan méridien. Si le mur est parfaitement face au Sud, sa déclinaison sera nulle. S'il fait face à l'Est, on comptera 90° Est.

L'inclinaison gnomonique est l'angle vertical entre le cadran et le plan horizontal. Un cadran vertical sera incliné à 90° tandis qu'un cadran polaire sera incliné de la latitude du lieu.

La dimension du cadran

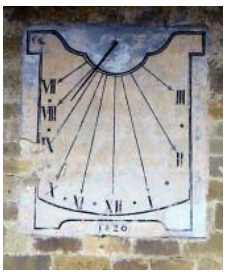
Vous apprêtez-vous à réaliser un cadran monumental pour la place du village ou un cadran portable à poser sur une étagère ? Il est important de réfléchir aux implications de la dimension du cadran. Avec un petit cadran, vous pourrez imprimer directement son tracé sur une ou plusieurs feuilles de papier avant de reporter le tracé sur le matériau définitif. Avec un cadran de plusieurs mètres, il faudra tracer les lignes à partir des coordonnées et des angles. Le poids des matériaux a son importance aussi, surtout s'il faut ensuite accrocher le cadran à quatre mètres du sol sur la façade de la maison.

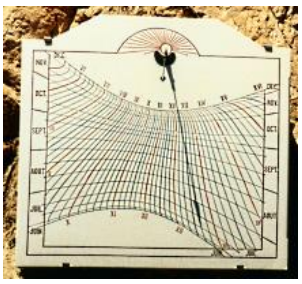
Le type de cadran

Faites-vous un cadran classique à style polaire ? Ou avec seulement un style droit (gnomon) ? Ou bien un cadran analemmatique, un cadran de berger ou une sphère armillaire ? Avant de vous lancer, renseignez-vous sur chaque type afin de choisir le type de cadran adapté.

Les indications

Les cadrans solaires que l'on voit pendant ses vacances donnent le plus souvent l'heure solaire du lieu. Mais on peut choisir aussi d'y faire figurer d'autres indications. Reportez-vous au chapitre correspondant aux indications données par le cadran pour choisir ce que vous y ferez figurer. Cela aura un impact sur la lisibilité du cadran, sur son caractère et sur son esthétique.





La décoration

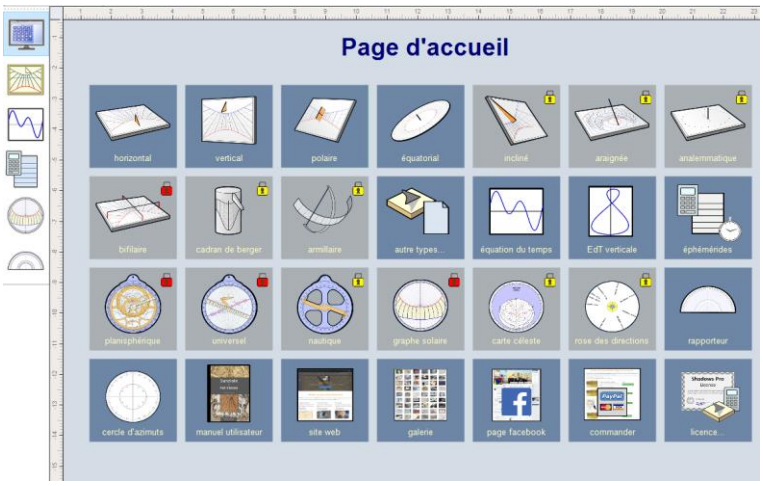
La décoration inclut la forme du cadran, la couleur de sa table, la forme du style, la couleur des lignes horaires et des arcs de déclinaison, la frise autour du cadre, la police de caractère de la devise, la devise elle-même, les figures décoratives ou le paysage représenté sur le cadran, etc.

Création rapide depuis l'écran d'accueil

Au lancement du logiciel, un écran d'accueil s'affiche avec des icônes permettant de lancer les principales fonctions.

Si vous utilisez le niveau gratuit de Shadows, certaines de ces fonctions sont marquées avec un cadenas jaune ou rouge selon qu'elles sont disponibles dans Shadows Expert ou Shadows Pro.

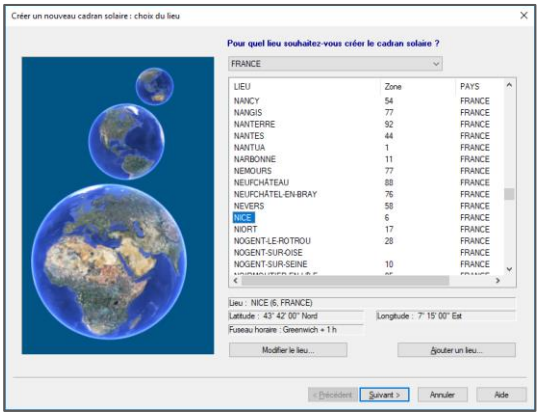
Si vous disposez d'une licence, ces cadenas disparaissent.



Vous pouvez revenir à cet écran à tout moment en cliquant sur l'icône en haut à gauche de la barre d'outils verticale.

Créer un nouveau cadran depuis le menu Fichier

Vous pouvez également créer un cadran en allant dans le menu Fichier > Créer un cadran solaire... qui vous donnera accès à plus de paramètres à travers un assistant en 3 étapes :

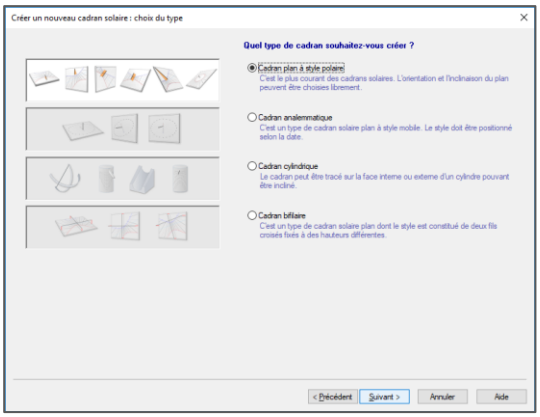


Dans le premier écran, choisissez pour quel lieu vous souhaitez créer le cadran. Déroulez la liste des pays en haut puis cliquez sur le nom de la ville dans la liste.

Vous pouvez aussi ajouter un nouveau lieu.

La plupart du temps, vous pouvez vous contenter de choisir un lieu proche de quelques kilomètres si le nom de votre village n'apparaît pas.

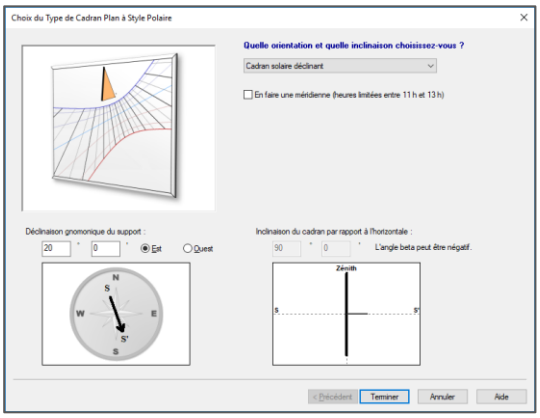
Cliquez sur Suivant >



Choisissez ensuite la catégorie de cadran solaire parmi :

- Cadrans plans à style polaire (le plus classique)
- Cadrans analemmatiques
- Cadrans cylindriques
- Cadrans bifilaires

Cliquez sur Suivant >

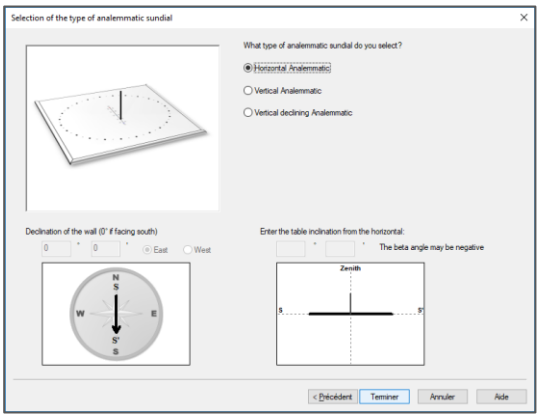


Pour un cadran plan à style polaire, sélectionnez ensuite le type de cadran dans la liste déroulante.

Dans le cas d'un cadran déclinant (ou incliné), vous pouvez saisir les angles au-dessus des schémas du bas.

Chaque cadran peut aussi devenir une méridienne en ne donnant les heures qu'entre 11h et 13h si vous cliquez sur la case à cocher En faire une méridienne…

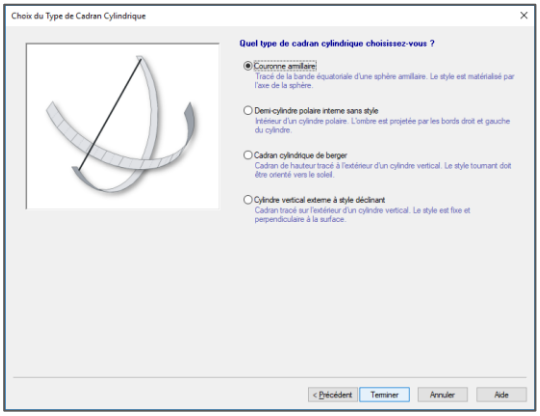
Cliquez sur Terminer



Pour un cadran analemmatique, sélectionnez ensuite le type à l'aide des boutons radio.

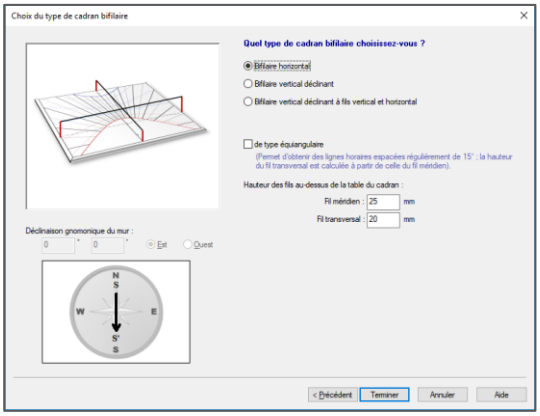
Dans le cas d'un cadran vertical déclinant, saisissez l'angle de déclinaison du mur.

Cliquez sur Terminer



Pour un cadran cylindrique, sélectionnez ensuite le type à l'aide des boutons radio.

Cliquez sur Terminer



Pour un cadran bifilaire, sélectionnez ensuite le type à l'aide des boutons radio et entrez la hauteur des deux fils.

Cliquez sur Terminer

Choisir un emplacement pour votre cadran solaire

On peut installer un cadran solaire n'importe où, pourvu que le Soleil éclaire son emplacement au moins une partie de la journée. La plupart des gens pensent que seul un mur au sud peut en recevoir, mais ce serait dommage de se limiter à cela. Au contraire, les cadrans les plus originaux (indépendamment de leur décoration) sont souvent orientés de façon quelconque, et ne sont pas forcément verticaux.

On considèrera les paramètres suivants avant de sélectionner un emplacement définitif :

- Durée d'éclairement journalier au cours de l'année
- Visibilité de la rue ou du jardin
- Exposition aux intempéries (vent et pluie battante)
- Facilité d'accès pour le montage
- Risque de recouvrement par la végétation
- Risque de dégradation volontaire (tag, bris) ou de vol
- Risque de blessure provoquée par le style (spécialement si c'est une tige métallique)

Passons maintenant en revue quelques endroits possibles pour l'installation d'un cadran :

Dans le jardin

- Un cadran horizontal ou équatorial peut très bien être placé sur une petite colonne, à la croisée de deux allées. La colonne ne doit pas mesurer plus de 1 mètre 20 de haut.
- Une méridienne agrémentera un pylône ou même un tronc d'arbre, face au sud dans un endroit éclairé vers midi toute l'année.
- Une sphère armillaire, sorte de cadran équatorial tracé sur des arceaux, peut faire office de sculpture au milieu du jardin.
- Sur l'un des piliers (ou les deux) qui encadrent le portail à l'entrée du jardin. Le cadran offre l'heure aux passants et leur rappelle l'attachement du propriétaire à la gnomonique.
- Une montée d'escalier, avec sa rambarde en pierre ou en béton, peut recevoir un cadran déclinant et incliné, suprême raffinement car rare et difficile à calculer (sauf pour vous avec le logiciel Shadows !).

Sur la façade de la maison

- Évidemment, un mur orienté au sud recevra un cadran méridional. Si le mur est légèrement déclinant, on peut néanmoins fixer le cadran face au sud moyennant quelques cales.
- Un mur à l'est (exact ou déclinant entre 80° et 100°) ou à l'ouest recevra un beau cadran oriental ou occidental ou déclinant. Ces cadrans n'éclairent qu'en matinée ou en soirée. Leur tracé étant assez dépouillé, on les décorera richement et on les dotera d'une devise adaptée au lever ou au coucher du soleil.
- Un mur quelconque sera encore mieux, spécialement s'il décline de 20 à 70° vers l'est ou l'ouest. Les lignes du cadran sont déjà une décoration à elles seules.
- Un mur au nord ou presque ? un cadran septentrional, éclairé seulement quelques instants dans la journée (et presque pas en hiver) se prêtera à des excentricités dans la décoration et à des devises percutantes.
- Au-dessus de la porte d'entrée, pour que tous les visiteurs voient le cadran et sa devise qui clame l'hospitalité des occupants de la maison.

Dans la maison !

- Face à une baie vitrée, sous un Velux, au fond d'un couloir face à l'est éclairé par une lucarne... dans la maison aussi, le soleil entre et peut éclairer un cadran d'intérieur. Celui-ci pourra être dans un matériau plus fragile et précieux que pour un cadran extérieur.
- Au plafond, avec un miroir pour renvoyer la lumière du soleil vers le haut. Attention, les tracés doivent être inversés mais l'originalité est garantie !

Sur le toit de la maison !

Pourquoi ne pas utiliser la pente du toit pour réaliser un grand cadran visible à plus de cent mètres de la maison. Le style peut être planté pour l'occasion mais aussi être improvisé avec une cheminée ou une antenne. Un cadran polaire peut convenir aux maisons orientées nord-sud.

Ailleurs que chez soi...

- Sur le mur de l'école du quartier. C'est l'occasion de mettre sur pied un projet pédagogique avec les élèves, les enseignants et les parents. Notions de mécanique céleste, d'astronomie, sur les calendriers et le temps. Travaux pratiques durant la réalisation jusqu'à la pose... et l'inauguration par le maire ou le proviseur.
- À la maison des associations, à la mairie, sur le clocher de l'église, sur la place du village, proposez un projet original à votre maire, il sera sûrement intéressé.
- Chez vos voisins.

Si vous parlez des cadrans solaires autour de vous, vous susciterez certainement des questions et des souhaits d'installation de nouveaux cadrans.

Déterminer les coordonnées géographiques d'un lieu

La détermination de la position géographique du cadran est fondamentale pour la précision du cadran. Pour cela, il suffit de disposer d'une carte du lieu à une échelle suffisamment précise (1/100 000 ou mieux une carte IGN au 1/25 000). Il faut déterminer les deux coordonnées : longitude et latitude. Les deux se mesurent sur une carte en utilisant la même technique : l'interpolation.

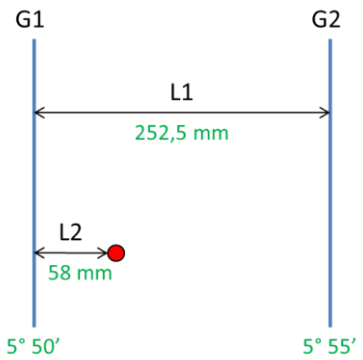
Remarque : pour que l'interpolation soit valable, il faut que la distance entre les deux références ne soit pas trop grande pour que l'on puisse assimiler sans trop d'erreur la zone comme cartésienne. En effet, les cartes sont établies selon une projection (projection Lambert) qui n'approxime le quadrillage cartésien que sur de petites distances.

Déterminer la longitude

À partir du lieu à mesurer, tracer une ligne verticale jusqu'au bord de la carte. Repérer la graduation de gauche G1 et celle de droite G2. À l'aide d'une règle graduée, mesurer en centimètres la distance L1 entre ces deux graduations. Puis mesurer la distance L2 entre la graduation de gauche et la ligne verticale venant du lieu. La longitude du lieu sera donnée par :

*LONGITUDE = G1 + (G2 - G1) * L2 / L1*

Soit par exemple, pour le village de Villers-Buzon, dans le Doubs : (mesure sur carte IGN 1/25 000 numéro 3323 ouest)



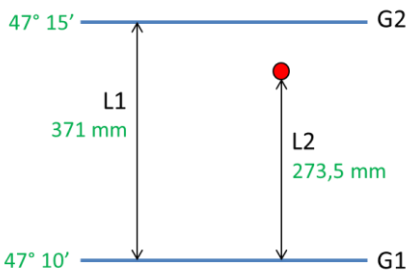

```
G1 = 5° 50'
G2 = 5° 55'
L1 = 252,5 mm
L2 = 58,0 mm
Longitude = 5° 50' + (5')*58,0/252,5
          = 5° 51' 09" Est
```

Une précision à la minute est suffisante. Il faut bien vérifier que l'on prend les graduations en degrés et pas celles exprimées en grades (imprimées en bleu sur les cartes IGN au 1/25000).

Déterminer la latitude

On procède comme précédemment, sauf que l'on trace une ligne horizontale. On repérera la graduation en dessous G1 et celle au-dessus G2. On utilise donc la même équation.

Pour Villers-Buzon :



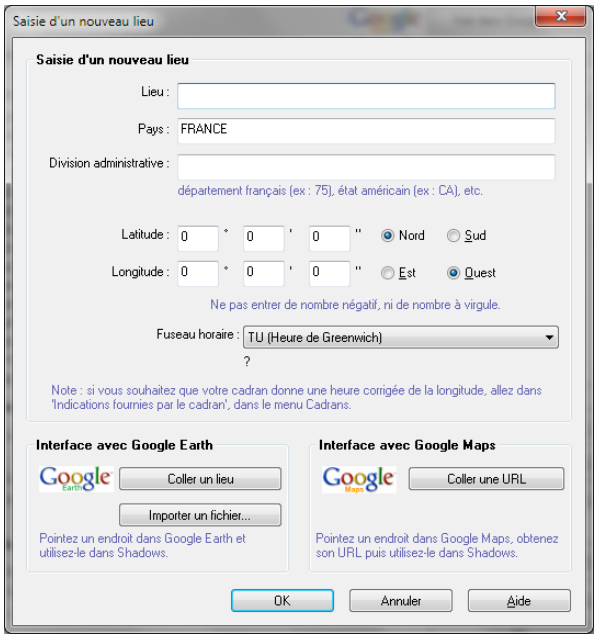

```
G1 = 47° 10'
G2 = 47° 15'
L1 = 371,0 mm
L2 = 273,5 mm
Latitude = 47° 10' + (5')*273,5/371,0
         = 47° 13' 41"
```

Entrer le lieu dans la base

Une fois les coordonnées déterminées, entrez votre lieu dans la base de données des lieux afin de pouvoir vous en resservir lors de vos prochaines créations de cadran solaire.

Menu Outils > Éditer la base de données des lieux…

ou lors de la création d'un cadran, cliquez sur le bouton Ajouter un lieu…



Vous pouvez entrer les coordonnées géographiques à la seconde d'arc près.

Il est important de renseigner correctement le fuseau horaire. En France, le fuseau de rattachement est TU+1h.

Si vous ne connaissez pas les coordonnées de votre lieu, vous pouvez le trouver sur Google Maps ou Google Earth et copier-coller directement les coordonnées dans Shadows.

Pour plus de détails, se reporter à la rubrique Ajouter de nouveaux lieux à la base de données à la fin de ce document.

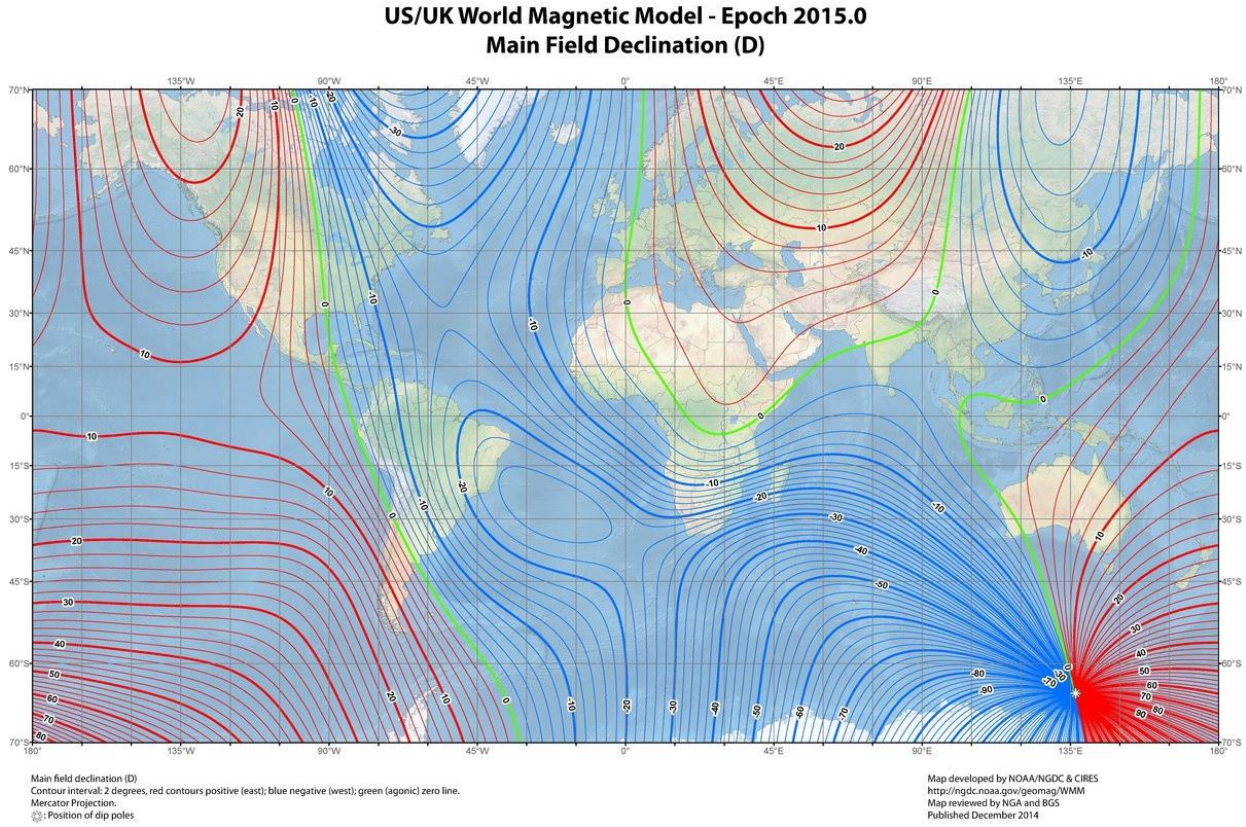
Déterminer la direction du méridien local

Le méridien local donne la direction Nord-Sud et surtout, définit le plan méridien qui contient le style de la plupart des cadrans solaires. Il est donc souvent nécessaire de connaître avec précision la direction du méridien local pour aligner un cadran solaire.

Quelques méthodes sont données ci-dessous. Il est préférable de les confronter pour obtenir une meilleure détermination.

Détermination à l'aide d'une boussole

Une boussole indique la direction du pôle magnétique. Or, pour déterminer le méridien, il faut connaître le pôle géographique, qui n'est pas forcément aligné avec le pôle magnétique. On peut trouver sur certaines cartes la déclinaison magnétique du pôle et en tenir compte pour retrouver le pôle géographique. L'écart entre ces deux directions est loin d'être négligeable puisqu'il peut atteindre 20 à 30° à certains endroits, comme en Amérique du nord ! Actuellement le pôle magnétique est situé au nord du Canada à 82° de latitude Nord et 113° de longitude Ouest. Certains lieux sont par ailleurs soumis à des perturbations locales du champ magnétique (dues à des montagnes ou à la teneur du sol en minerai de fer, par exemple) et il convient de vérifier sur une carte locale la valeur de la déclinaison magnétique. La déclinaison magnétique évolue assez rapidement dans le temps.



Source : http://www.magnetic-declination.com/what-is-magnetic-declination.php

La carte ci-dessus donne les valeurs de déclinaison magnétique de la direction du nord magnétique par rapport à la direction du nord géographique, en bleu pour une déclinaison vers l'ouest, en rouge vers l'est. On voit qu'en France, la déclinaison est d'environ +/- 2° mais qu'au Canada ou à Madagascar, elle atteint voire dépasse les 20°.

La mesure se fera donc à l'aide d'une boussole de qualité graduée en demi-degrés. Il conviendra de s'éloigner des sources métalliques (véhicule, gouttière, mur ferré, etc.) afin de ne pas perturber la mesure. Ensuite, on corrigera la valeur lue sur la boussole par la valeur de la déclinaison magnétique locale.

Détermination à l'aide du passage du Soleil au méridien

Pour cette mesure, il faut installer un fil à plomb bien stable au-dessus d'un sol bien horizontal. On calcule dans les éphémérides de Shadows l'heure de passage au méridien du Soleil pour le lieu et le jour considérés. À cet instant précis, le Soleil traverse le plan du méridien local et l'ombre du Soleil est alignée avec la direction du méridien local (géographique). Il suffit de repérer sur le sol le point à la verticale du fil à plomb et au moins un point sur l'ombre du fil à plomb noté au moment du passage au méridien. L'inconvénient de cette méthode est de n'être valide qu'à l'instant précis du passage au méridien. Il faut donc qu'il n'y ait pas de nuages ni de vent pour permettre la mesure. On peut réitérer la mesure sur plusieurs jours afin d'améliorer la précision.

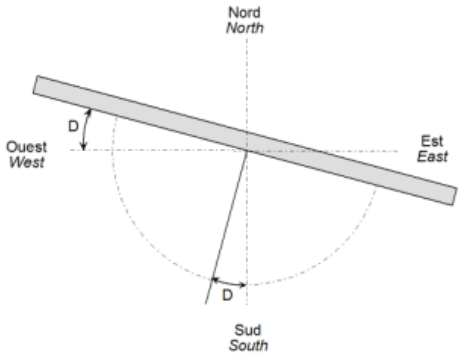
Détermination par les bissectrices

Pour cette mesure, l'installation est similaire à la précédente, à savoir un fil à plomb et un sol bien horizontal, ou mieux, une planche posée sur le sol bien horizontalement. On tracera sur le sol (ou la planche) une série de cercles concentriques, centrés sur le point à la verticale du fil à plomb. On place sur le fil un repère fixe (une boule, un nœud, etc.) afin qu'un point de l'ombre du fil soit identifiable sur le sol (la planche). On tracera des cercles dont le rayon est adapté à la hauteur du point de repère sur le fil par rapport au sol : on peut par exemple tracer des cercles de rayon 10 cm, 15 cm, 20 cm et 25 cm si le repère est à 15 cm du sol.

On commence les mesures le matin en notant l'endroit où l'ombre du repère coupe chaque cercle. On poursuit jusque dans l'après-midi afin de disposer de mesures de part et d'autre du méridien. On peut également noter toutes les 5 minutes la position de l'ombre du repère et ensuite relier ces points en une courbe continue afin de reconstituer l'hyperbole parcourue sur le sol. Il suffit ensuite de tracer une droite reliant les deux intersections de l'ombre avec un même cercle. On repère ensuite le point milieu de ces droites. Ces points sont tous situés sur le méridien, il suffit de les relier pour obtenir la direction Nord-Sud.

Déterminer la déclinaison gnomonique d'un mur

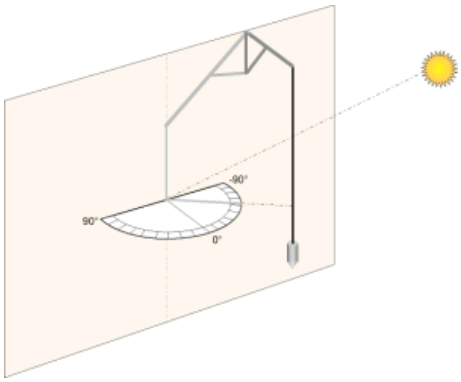
Dans les exemples suivants, l'azimut du soleil A est mesuré à partir du méridien (direction du sud dans l'hémisphère nord).



La déclinaison gnomonique d'un mur (D) mesure l'angle entre la normale au mur (une perpendiculaire) et le méridien local. Cet angle est également celui qui sépare le plan du mur du plan vertical Est-Ouest. La déclinaison gnomonique est mesurée positive vers l'Ouest et négative vers l'Est. Un mur faisant parfaitement face au Sud a donc une déclinaison de 0° (dans l'hémisphère Sud, ce sera pour un mur faisant face au Nord). Pour un mur très déclinant, faisant face au Nord-Ouest par exemple, la déclinaison est comprise entre 90° et 180°. Un mur faisant face au pôle aura une déclinaison de 180°.

En complément des méthodes données ci-dessous, il est aussi possible de repérer le méridien local et de mesurer l'angle que fait le méridien avec le plan du mur (et soustraire 90°).

Détermination avec un rapporteur et un fil à plomb



Il faut d'abord imprimer le cercle d'azimut disponible dans le menu Outils de Shadows, le couper en deux selon le diamètre Est-Ouest puis le coller sur une planche découpée en demi-cercle.

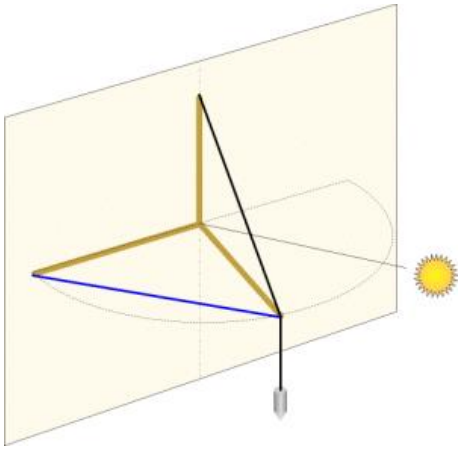
On place ce rapporteur bien horizontalement, avec le diamètre coupé contre le mur. On installe ensuite un fil à plomb de telle sorte que l'ombre du fil coupe le centre du rapporteur. On note alors la valeur (L) de l'angle indiquée par l'ombre du fil sur le rapporteur. Attention, si le Soleil est face au mur, vous devez avoir une valeur proche de 0°. Si vous utilisez un rapporteur d'angle, soustrayez 90° à votre mesure.

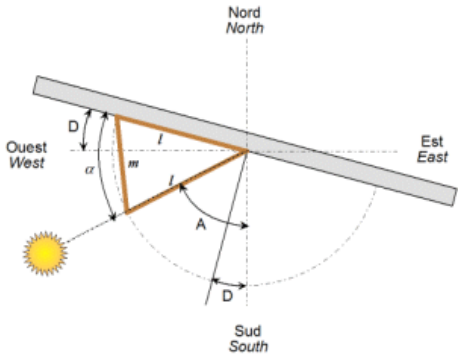
Dans les éphémérides calculées par le logiciel Shadows, repérez la valeur d'azimut (A) pour l'instant de mesure.

Vous obtiendrez la déclinaison du mur (D) en soustrayant la mesure (L) effectuée à la valeur d'azimut (A) calculée ;

$$D = A - L$$

Détermination par la méthode de la planchette





Cette méthode utilise deux tasseaux de longueur (l) identique (par exemple de 80 cm) reliés par une charnière à la manière d'un compas. On installe également un tasseau perpendiculaire aux deux autres, au sommet duquel on accrochera un fil à plomb. Pour plus de commodité, on placera l'installation sur une table bien horizontale, placée le long du mur.

On ouvre la charnière de sorte que l'une des branches soit placée le long du mur, bien horizontalement. La branche perpendiculaire d'où part le fil à plomb doit être parfaitement verticale. On place la dernière branche face au Soleil afin que l'ombre du fil soit alignée avec la branche et passe par le centre de la charnière.

À l'aide d'un mètre à ruban, on mesure l'arc (m) entre les deux extrémités placées horizontalement.

Dans les éphémérides calculées par le logiciel Shadows, repérez la valeur d'azimut (A) pour l'instant de mesure.

On calcule ensuite l'angle d'ouverture a de la charnière par :

$$\alpha = 2.\arcsin\ (\ m\ /\ 2l\ )$$

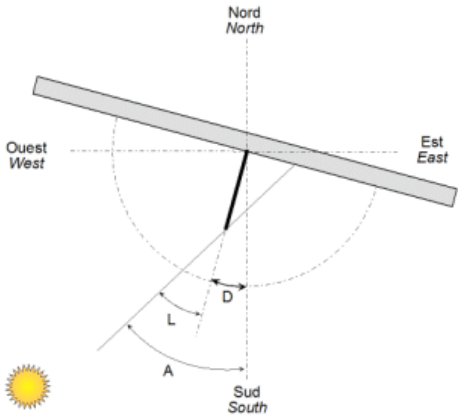
puis enfin, on en déduit la déclinaison gnomonique par :

$$D = \alpha + A - 90°$$

Détermination par la méthode de l'ombre rasante

Cette méthode est la plus simple. Elle consiste à noter l'instant précis où le Soleil passe dans le plan du mur, c'est-à-dire qu'il éclaire le mur de façon rasante. À l'aide du logiciel Shadows, on calcule l'azimut du Soleil correspondant à l'instant relevé. La déclinaison du mur est égale à cet azimut augmenté de 90° le matin ou diminué de 90° l'après-midi selon que le mur commence à être éclairé par le Soleil ou entre dans l'ombre.

Détermination par la méthode du réseau de tangentes



Dans le logiciel Shadows, dans les outils de tracé, vous avez la possibilité d'imprimer un réseau de tangentes. Ce réseau s'utilise plaqué contre le mur à mesurer, avec un style droit planté en son centre. La longueur du style droit doit correspondre à celle utilisée lors de l'impression du réseau de tangentes.

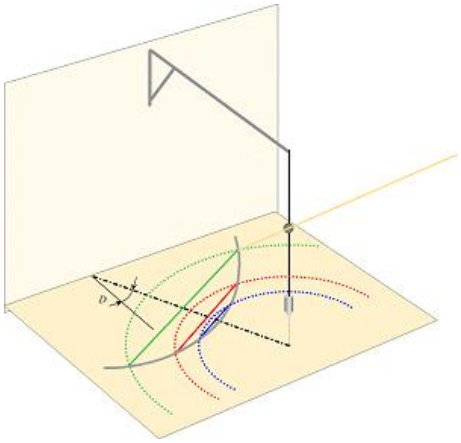
Le style permet de projeter une ombre dont l'extrémité atteindra une ligne du réseau. Cette ligne est graduée en degrés indiquant l'angle que fait le Soleil avec la perpendiculaire au mur. Il faut donc noter cet angle à un instant donné.

À l'aide du logiciel Shadows, on calcule l'azimut (A) du Soleil correspondant à l'instant relevé. Pour calculer la déclinaison du mur (D), il faut soustraire la mesure (L) effectuée sur le réseau de tangentes à la valeur d'azimut (A) calculée ;

$$D = A - L$$

On choisira l'instant de mesure de sorte que l'angle que fait le Soleil avec le mur soit assez grand (supérieur à 40°) afin d'améliorer la précision de mesure.

Détermination par la méthode des bissectrices



Le principe est de déterminer le méridien en partant du constat que la hauteur du soleil est symétrique de part et d'autre du méridien. Par exemple, une heure avant le passage au méridien, la hauteur du soleil est la même qu'une heure après. Nous ne calculerons pas ici l'heure de passage au méridien mais chercherons la moitié de deux instants repérés comme ayant la même hauteur.

On installe un fil à plomb au-dessus d'une surface horizontale sur laquelle on place une grande feuille de papier. On fixe un repère sur le fil à plomb entre la moitié et les 2/3 de la hauteur du fil. On note la position de l'ombre à divers instants de la matinée. Pour chaque point noté, on trace un cercle centré sur le point à la verticale du fil à plomb. Il suffit ensuite d'attendre que le soleil, dans sa trajectoire hyperbolique atteigne le cercle de l'autre côté. On note l'emplacement de ces points puis on relie les points d'intersections d'un même cercle et on repère le milieu de chaque segment. Les points milieu sont tous situés sur le méridien qu'il suffit de tracer. Restera à mesurer l'angle que fait la normale au mur avec ce méridien.

Assistant à la détermination de la déclinaison gnomonique

Ce dialogue accessible depuis le menu Outils > Calculer la déclinaison gnomonique d'un mur… se propose d'effectuer les calculs aboutissant à la déclinaison gnomonique d'un mur vertical, à partir de vos relevés effectués selon l'une des méthodes proposées.

Mode d'emploi :

1. Renseigner le lieu dans le cadre en haut à droite. Ce lieu est automatiquement renseigné avec le lieu de référence courant.
2. Renseigner ensuite la date et l'instant des mesures effectuées.

3. Les données astronomiques sont fournies pour information mais ne seront pas utiles à l'utilisateur pour le calcul puisque le logiciel s'en charge.
4. Sélectionner la méthode de mesure dans le cadre à gauche sous l'image. Renseigner également les paramètres complémentaires si nécessaires.
5. Effectuer les relevés en extérieur et noter soigneusement l'heure de chaque relevé. Il est conseillé de répéter l'opération à de nombreuses reprises dans la journée pour améliorer la précision.
6. Saisissez ensuite une à une chaque valeur relevée dans le cadre Données, puis cliquez sur le bouton Valider à chaque fois. Le logiciel calcule la déclinaison correspondante et ajoute le résultat à la liste. Un résultat final est automatiquement calculé par la moyenne de tous les résultats de la liste. La moyenne améliore la précision de la mesure en réduisant les erreurs aléatoires de manipulation.

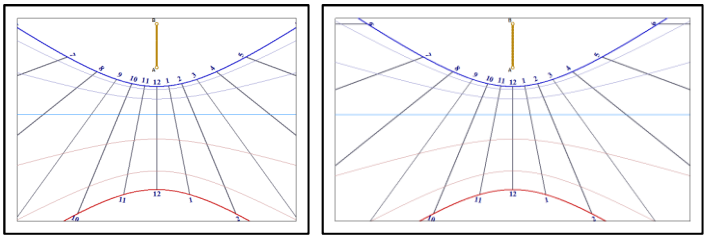
Une fois la valeur obtenue, elle peut être entrée comme déclinaison gnomonique lors de la création d'un nouveau cadran.

Dimensionner le cadran

Dimensionner la table

La table du cadran est son support. Elle est matérialisée dans Shadows par un cadre à bordure qui peut être rectangulaire, elliptique ou polygonal. La table est dimensionnée par sa largeur et sa hauteur qui peuvent être changées dans le menu Configuration > Dimensions…

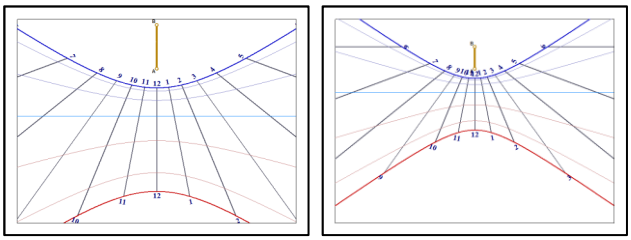
Deux modes existent dans ce dialogue : le mode manuel ou le mode automatique. Le mode manuel permet de choisir séparément la largeur et la hauteur de la table, ainsi que la hauteur du style. Le mode automatique dimensionne les trois à la fois à partir de la largeur, les autres paramètres étant calculés par règle de trois.



Ci-contre, un exemple montrant l'effet du changement de la largeur de la table. L'échelle du tracé est la même puisque la hauteur du style n'a pas été changée.

Dimensionner le tracé

L'échelle du tracé est déterminée par la hauteur du style droit (posé au point A). On peut changer cette dimension indépendamment de la taille de la table du cadran en passant en mode manuel et en ne changeant que la hauteur du style.



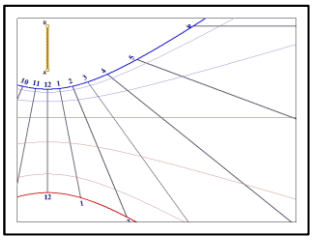
Ci-contre, un exemple montrant l'effet du changement de hauteur de style. À droite, la hauteur est 2x plus petite qu'à gauche et le tracé fait apparaître plus de lignes horaires.

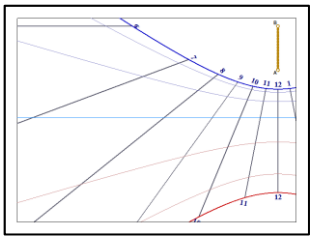
Changer l'ancrage du style

L'ancrage du style détermine l'emplacement du point A dans la table du cadran. L'ancrage peut être changé en allant dans le menu Configuration > Ancrage du style…

Le point A peut être positionné en pourcentage de la largeur et de la hauteur du cadran ou en distance absolue par rapport au coin supérieur gauche du cadran. Dans le premier cas, le changement de dimension de la table

conservera la position relative du point A dans le cadran, dans le deuxième cas, on pourra adapter la dimension de la table sans changer la distance en millimètres du point A au coin.





Ci-contre, le même cadran avec un ancrage décalé en horizontal par rapport à la table du cadran.

L'ancrage peut aussi être modifié à l'aide du raccourci clavier CTRL-<flèche>.

Changer la forme de la table

Shadows propose des formes prédéfinies pour la table du cadran, rectangulaire, elliptique ou circulaire, octogonale (rectangulaire à coin coupés) ou hexagonale. Ces réglages se changent dans la barre d'outil en cliquant sur l'icône .

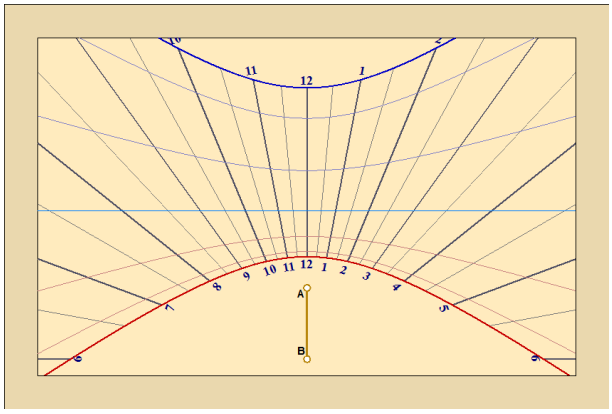


Table rectangulaire

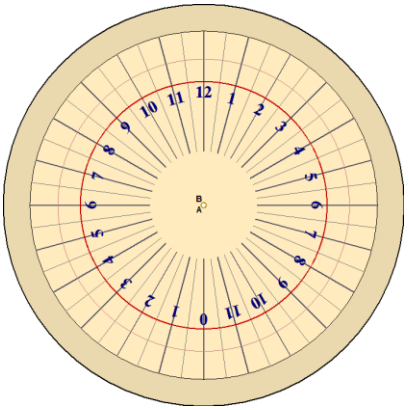


Table circulaire ou elliptique

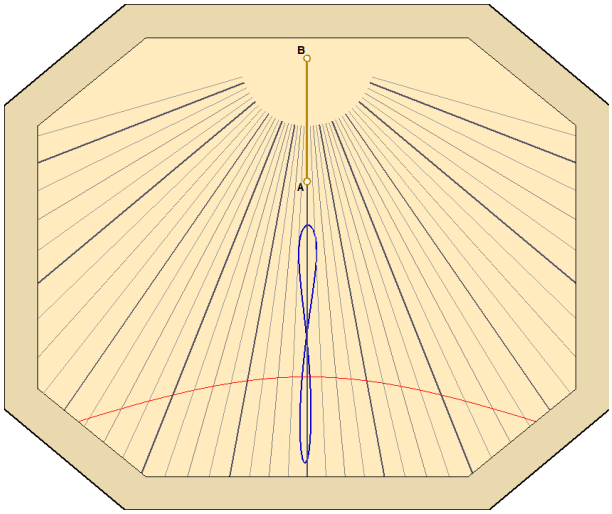


Table octogonale

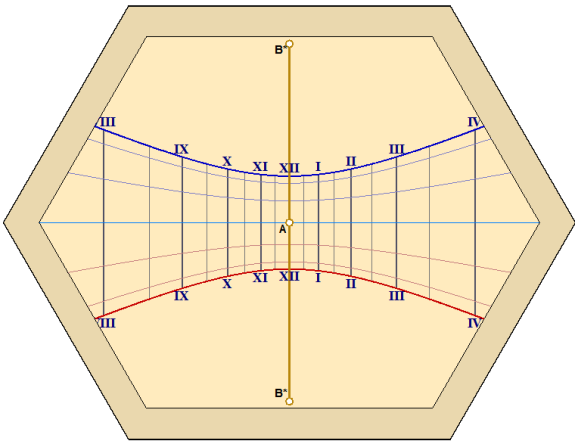
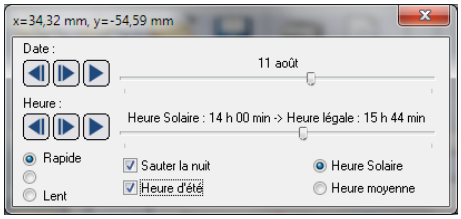


Table hexagonale

Visualiser l'ombre du style

Il est possible de visualiser l'ombre du style sur le cadran pour l'instant actuel en allant dans le menu Outils > Visualiser l'ombre du style. Si le cadran n'est plus éclairé, il sera entièrement gris.

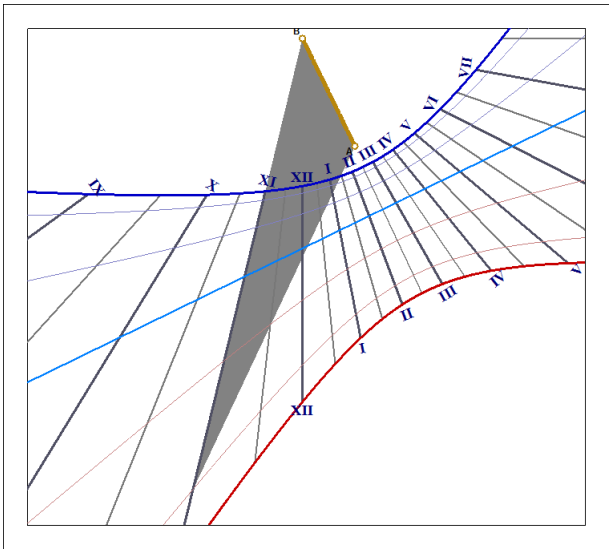
On peut visualiser l'ombre du style pour un autre instant et même réaliser une animation en allant dans Outils > Animer l'ombre du style.



L'ombre peut être animée selon la date dans l'année ou l'heure de la journée.

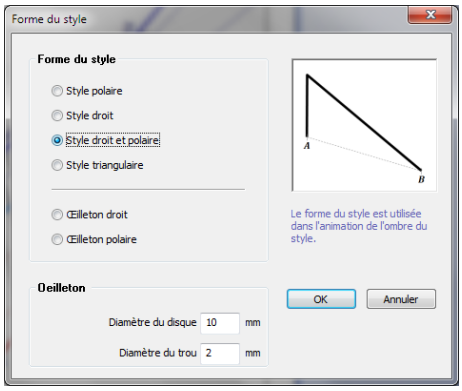
L'heure peut être choisie en heure solaire ou en heure légale (de la montre).

Les boutons permettent d'incrémenter ou de décrémenter pas à pas la position ou de lancer une animation automatique.

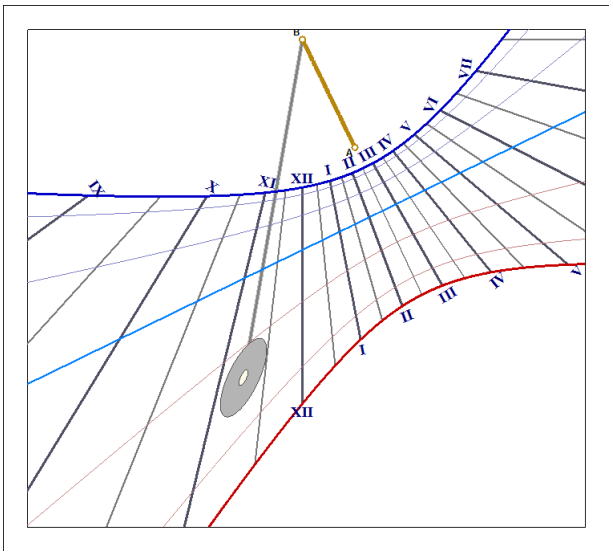


La forme du style peut être choisir en allant dans Outils > Forme du Style…

Cela permet de changer la forme de l'ombre ou de simuler la tache de lumière projetée par un œilleton.



Les paramètres de l'œilleton peuvent être modifiés : diamètre du disque faisant ombre et diamètre du trou laissant passer la tache de lumière.

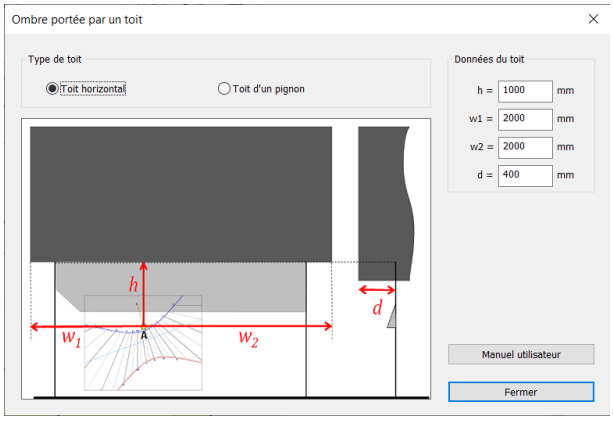


Visualiser l'ombre portée du toit de la maison

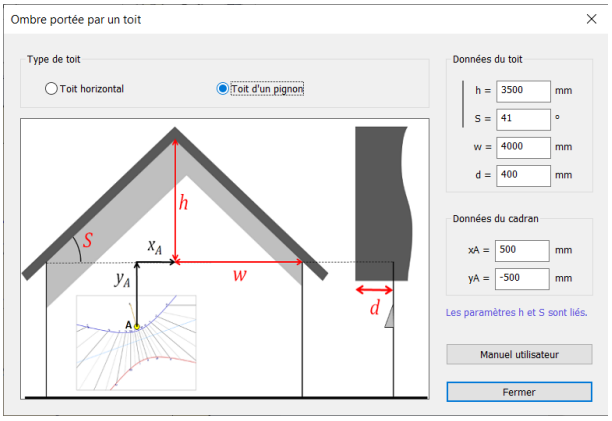
Les cadrans verticaux sont parfois rendus muets à cause de l'ombre d'une avancée de toit, notamment durant l'été, quand le soleil est au plus haut. Afin de prévoir ce genre d'inconvénient, Shadows propose un outil de simulation de l'ombre portée du toit, qui permet de voir à différents moments de la journée et de l'année, si l'ombre du toit parvient jusqu'au cadran.

L'ombre du toit est visualisée quand les deux options Animer l'ombre du style et Visualiser l'ombre du toit sont sélectionnées.

Deux configurations sont proposées : ombre d'une avancée de toit plat (ou d'un balcon), et ombre d'un toit en pignon.

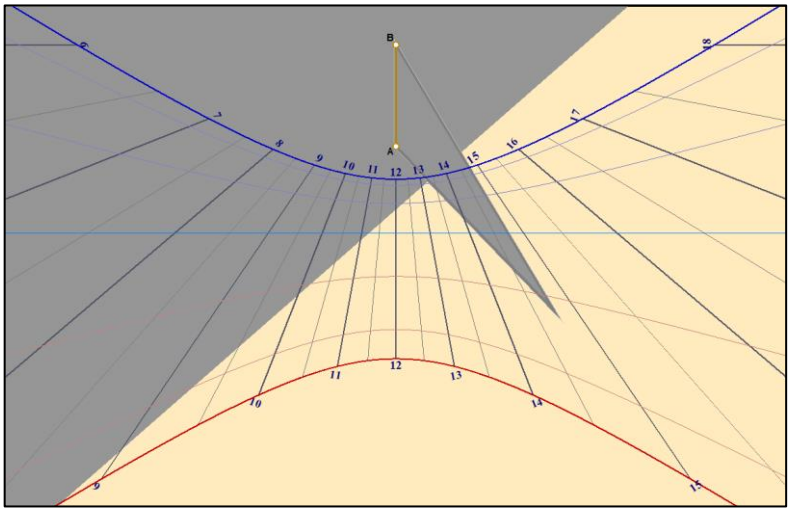


Configuration d'un toit horizontal



Configuration d'un toit en pignon

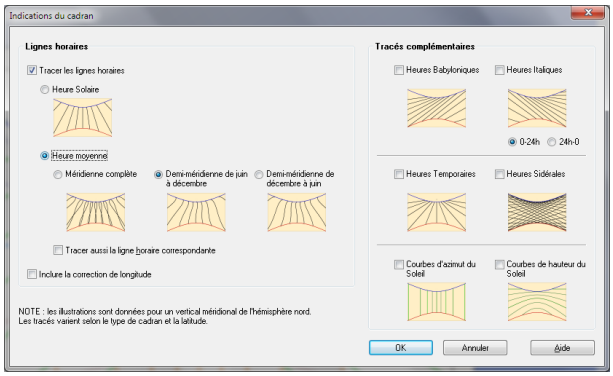
Le résultat apparaît sur le cadran lors de la visualisation de l'ombre du style.



Indications fournies par le cadran solaire

Choisir les indications

La sélection des types de tracés se fait à partir du menu Configuration > Indications fournies par le cadran.

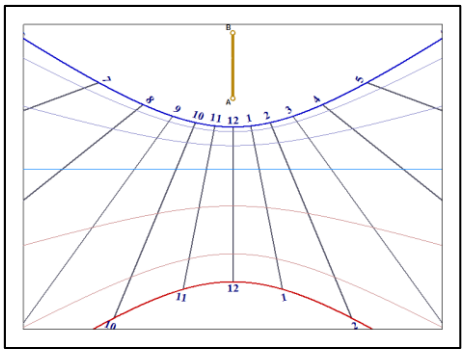


Heure solaire locale

Il s'agit de l'heure basée sur l'angle horaire du soleil.

Dans ce système, il est midi lorsque le Soleil passe au méridien du lieu. La grande majorité des cadrans solaires indiquent l'heure solaire. Ce type d'heure dépend de la longitude du lieu, c'est-à-dire qu'il ne fera pas la même heure solaire au même moment à Dijon ou à Orléans.

On reconnait un cadran d'heure solaire par le fait que la ligne de midi est verticale sur un cadran vertical.

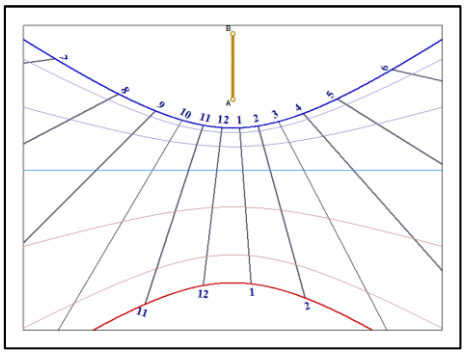


Heure solaire du fuseau

Il s'agit ici de l'heure solaire corrigée de l'écart de longitude entre le lieu d'observation et le méridien de référence du fuseau horaire.

Elle est obtenue en cochant la case Inclure la correction de longitude.

Par cette correction, le cadran indiquera l'heure solaire du fuseau de référence (en Europe le fuseau TU + 1h), quelle que soit la localisation du cadran.

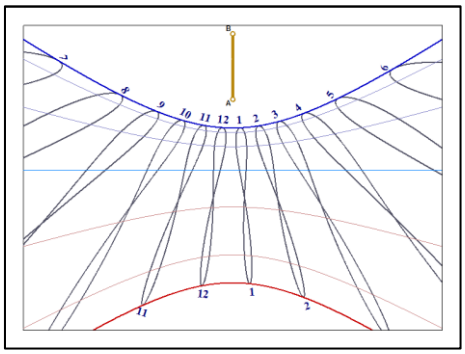


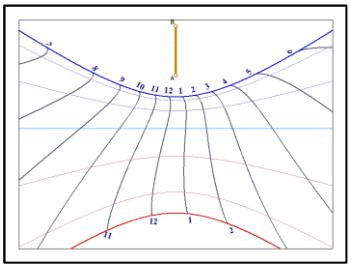
Heure moyenne (heure de la montre)

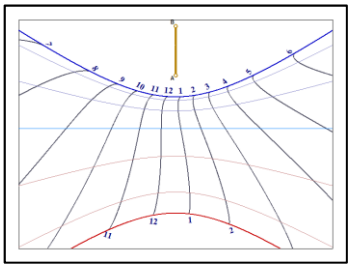
On corrige ici l'heure avec l'équation du temps. Si on inclut en plus la correction de longitude, on obtient l'heure légale, c'est-à-dire l'heure de la montre. Il convient cependant de tenir compte manuellement de l'heure d'été si besoin.

L'équation du temps produit une courbe en huit pour chaque ligne horaire. Il est préférable de fournir un moyen de repérer de quel côté lire la courbe, par une indication ou une couleur.

Ces courbes risquent de se chevaucher dès que l'on affiche les ½ heures ou les ¼ d'heure. C'est pourquoi on préfèrera, pour plus de clarté, ne tracer que des demi-courbes.







Les demi-courbes sont tracées de solstice à solstice, de décembre à juin ou de juin à décembre. On peut donc fournir deux cadrans d'heure moyenne, fonctionnant chacun durant la moitié de l'année.

À gauche, de juin à décembre, à droite de décembre à juin.

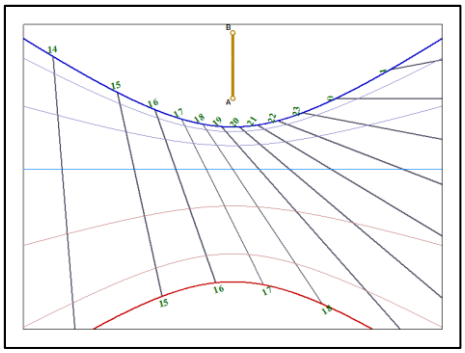
Heures italiques

Les heures italiques sont comptées à partir du coucher de soleil la veille.

Elles peuvent être graduées de 0h à 24h ou de 24h à 0h ; dans ce dernier cas, elles indiquent le temps restant jusqu'au prochain coucher.

Les heures italiques peuvent aussi être activées à l'aide du raccourci clavier CTRL-i.

Ces indications sont disponibles dans Shadows Expert et Shadows Pro.

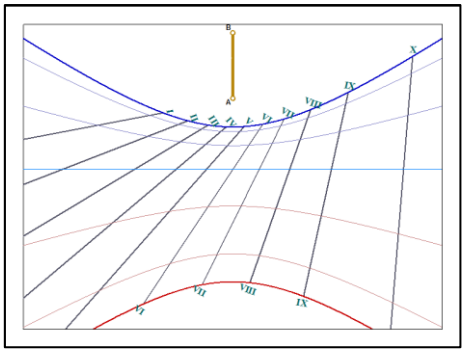


Heures babyloniques

Les heures babyloniques sont comptées à partir du lever de soleil ; elles donnent donc directement le temps écoulé depuis le lever de soleil.

Les heures babyloniques peuvent aussi être activées à l'aide du raccourci clavier CTRL-SHIFT-b.

Ces indications sont disponibles dans Shadows Expert et Shadows Pro.



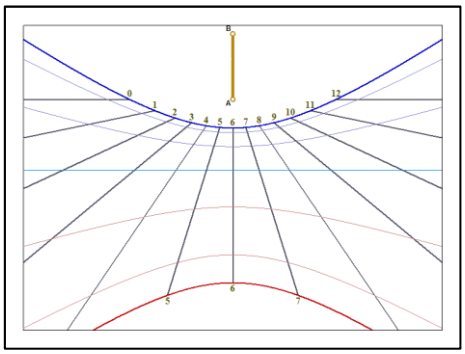
Heures temporaires

Les heures temporaires, appelées aussi heures inégales, sont comptées 12 heures entre le lever et le coucher du Soleil.

Selon la saison, la durée de l'heure varie fortement, par exemple, en France leur durée varie de 40 à 80 minutes.

Les lignes des heures temporaires croisent les heures solaires sur l'équinoxiale, puisqu'à ce moment, la durée du jour égale celle de la nuit.

Ces indications ne sont disponibles que dans Shadows Pro.

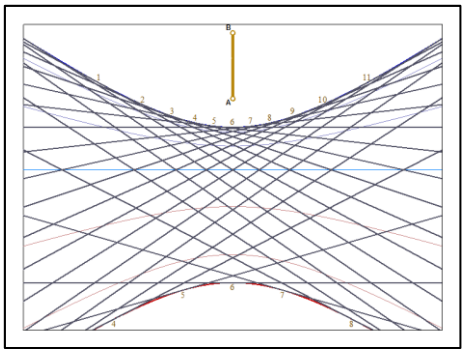


Heures sidérales

Les heures sidérales correspondent à l'angle horaire du point vernal et sont utilisées pour repérer les étoiles.

Les cadrans proposant ce type de tracé sont rares et assez peu lisibles.

Ces indications ne sont disponibles que dans Shadows Pro.

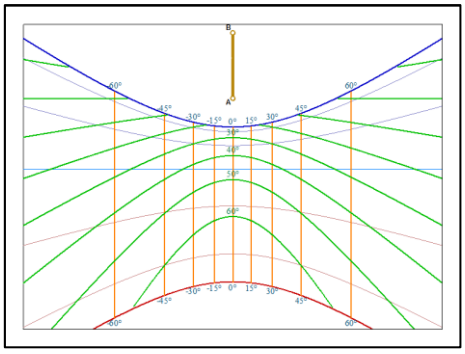


Courbes d'azimut et de hauteur

Cette indication ne fournit pas l'heure mais les coordonnées horizontales du Soleil. Pour certains cadrans, ce choix ne fournira que la hauteur (comme dans le cadran de berger).

Ci-contre, les lignes d'azimut sont tracées en orange et les arcs de hauteur en vert.

Ces indications ne sont disponibles que dans Shadows Pro.

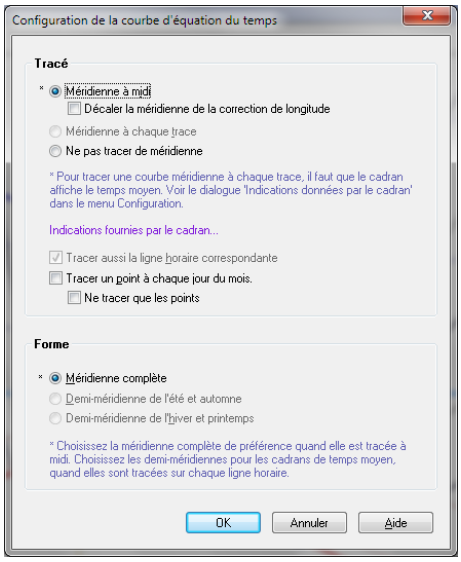


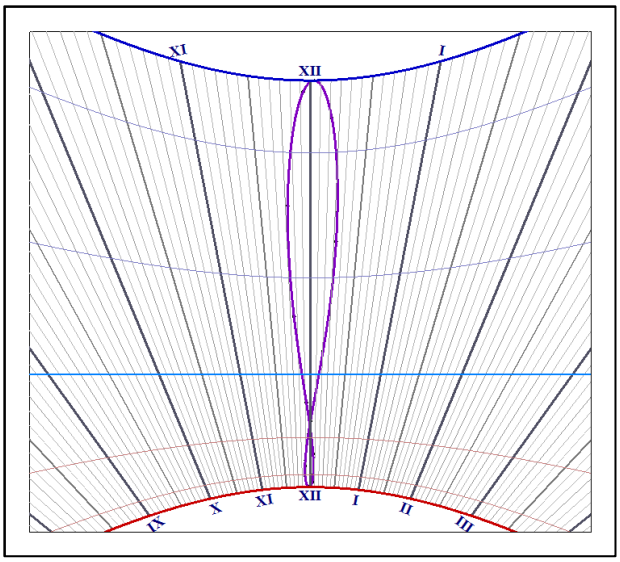
Courbe en huit

On rencontre souvent des cadrans solaires arborant une courbe en forme de huit autour de la ligne de midi. Il s'agit de l'analemme ou courbe de temps moyen qui a pour but de montrer l'heure de la montre sur le cadran. Pour bien faire il faut inclure la correction de longitude ce qui déplace la courbe en huit sur une ligne horaire qui n'est pas verticale.

On peut faire afficher cette courbe en allant dans le menu Tracés > Tracer une courbe méridienne à midi.

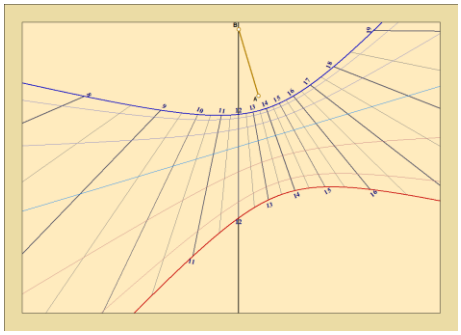
On peut configurer les attributs d'affichage en choisissant Propriétés de la méridienne.





Des repères peuvent être tracés sur la courbe afin de repérer la date. Un point est tracé pour le 1er jour de chaque mois puis tous les 5 jours.

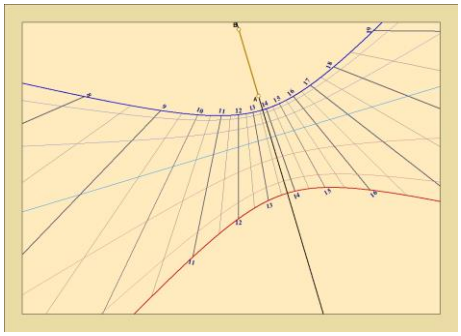
Tracer les lignes horaires particulières



Ligne horaire du midi solaire

On peut faire afficher la ligne de midi solaire de part en part du cadran en sélectionnant le menu Tracés > Tracer la ligne du midi solaire.

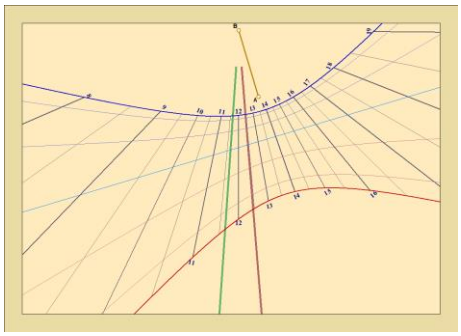
Sur un cadran vertical, la ligne de midi solaire est toujours verticale et correspond à la ligne horaire de 12h solaire.

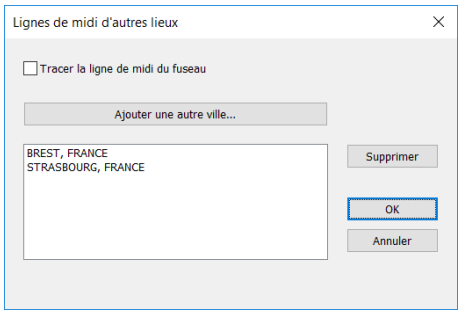


Ligne sous-stylaire

On peut faire afficher la ligne sous-stylaire de part en part du cadran en sélectionnant le menu Tracés > Tracer la sous-stylaire.

La sous-stylaire est la ligne qui prolonge le segment A-B du style sur le cadran. Sur un cadran déclinant, cette ligne est inclinée.





Ligne de midi solaire d'autres lieux

Shadows offre désormais la possibilité de tracer le midi solaire pour d'autre lieux.

L'exemple ci-contre, pour un cadran vertical déclinant à Paris, la ligne verte correspond au midi solaire de Strasbourg et la ligne brune correspond au midi solaire de Brest.

Cette fonction est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro. Dans Shadows, on peut seulement tracer la ligne de midi du fuseau horaire de référence.

La couleur et l'épaisseur des tracés peuvent être changés dans le dialogue de style des lignes .

Arcs diurnes

Les arcs diurnes sont des courbes qui marquent le trajet de l'ombre du style au cours de la journée.

Cette boîte de dialogue permet de choisir quels arcs diurnes tracer sur le cadran. Par défaut, les arcs sont affichés pour les dates de changement de signe du Zodiaque.

Arcs liés à la longitude écliptique

La course apparente du Soleil (l'écliptique) coupe l'équateur céleste en deux points : le point vernal ascendant et le point vernal descendant. Lorsque le Soleil est sur l'un des points vernaux, on est à l'équinoxe. On a l'habitude de découper l'orbite en 12 secteurs de 30° correspondant chacun à une constellation du Zodiaque. On trace alors un arc diurne lors du changement de secteur. Deux de ces arcs sont pour les solstices, un autre pour les deux équinoxes (ce sont en fait deux arcs confondus).

Lorsque l'on divise l'orbite terrestre autour du Soleil en douze secteurs angulaires de 30°, on obtient certaines valeurs de déclinaison du Soleil :

0° ; +11°29' ; +20°20' ; +23°26' ; +20°20' ; +11°29' ; 0° ; -11°29' ; -20°20' ; -23°26' ; -20°20' ; -11°29'

On peut également découper l'orbite en 36 secteurs de 10° de longitude. Les secteurs sont alors appelés les décans.

Arcs diurnes liés à la déclinaison du Soleil

Au cours de l'année, du fait de l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur céleste, le Soleil apparent voit sa déclinaison varier de part et d'autre de l'équateur, jusqu'à +/- 23,45°. On peut donc tracer des arcs pour des valeurs de déclinaison particulière, tous les 10° ou tous les 5°. Comme la valeur extrême de la déclinaison n'est pas un multiple de ces intervalles, on peut tracer les arcs des solstices pour borner le tracé.

Ce réglage est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Arcs diurnes liés à la date

Il est possible de tracer des arcs gradués en date, tous les mois, tous les 15 jours ou tous les 10 jours. Cette fois les arcs ne se superposent plus et cela conduit parfois à une prolifération d'arcs pas toujours faciles à distinguer les uns des autres. Il est donc recommandé de n'utiliser cette option que sur de grands cadrans.

Dans le cas où le cadran affiche des heures de temps moyen avec des demi-méridiennes d'été ou d'hiver, les arcs diurnes de date sont tracés pour la même période facilitant ainsi la création de deux cadrans de temps moyen, chacun fonctionnant sur six mois de l'année.

Ce réglage est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Arcs pour une date anniversaire

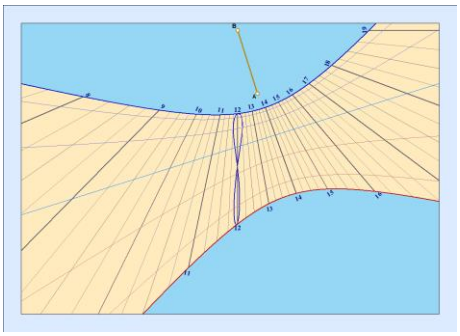
La trajectoire de l'ombre du style suit un arc pendant la journée. Cette option permet de faire tracer un (ou plusieurs) arc(s) diurne(s) pour une date particulière qui peut être l'anniversaire d'une personne ou d'un événement.

Cette option est accessible par le menu Tracés > Arcs diurnes pour des dates particulières....

Sélectionnez une date avec la liste et cliquez sur le bouton Ajouter.

Le niveau de base Shadows permet un seul arc diurne anniversaire, alors qu'avec Shadows Expert et Shadows Pro leur nombre est illimité.

Coloriage du fond du cadran en dehors des solstices

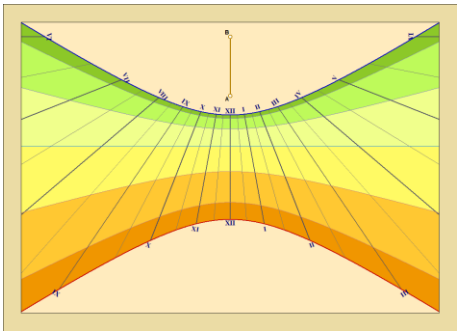


Une nouvelle option dans la préférence Propriété du tracé permet de colorier le fond du cadran en dehors des solstices avec une couleur spéciale.

La zone entre les solstices reste coloriée avec la couleur de fond du cadran choisie dans la préférence Propriété de la table.

Cette option n'est disponible que dans Shadows Pro.

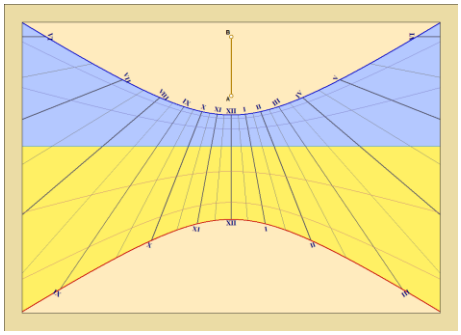
Coloriage du fond entre les arcs diurnes

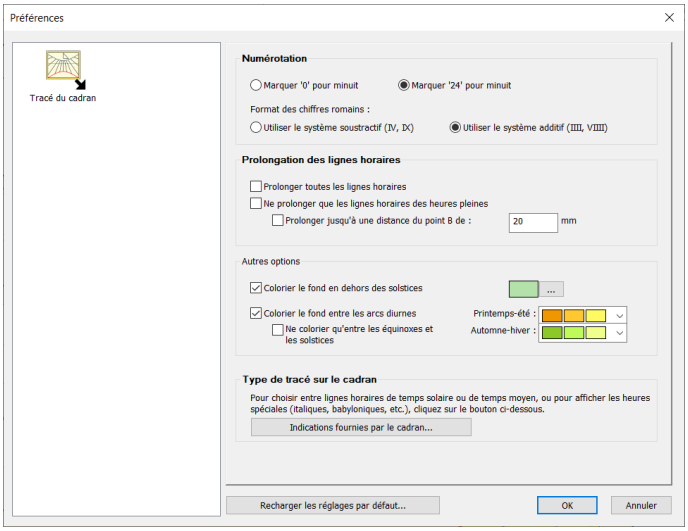


Une autre option permet de colorier les zones entre les arcs diurnes du Zodiaque, ou entre les équinoxes et les solstices.

Des jeux de couleurs prédéfinies sont proposés. Dans le cas où l'on choisit l'option entre équinoxes et solstices, seule la couleur la plus claire du jeu choisi est utilisée.

La sélection des options et des couleurs se fait en cliquant sur l'icône Propriété du tracé.

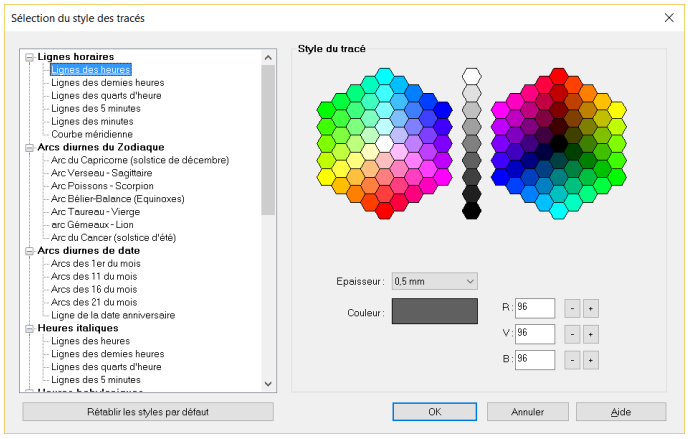




Cette option n'est disponible que dans Shadows Pro.

Changer le style et la couleur des tracés

La couleur et l'épaisseur des tracés peut être modifié en allant dans le menu Tracés > Style des lignes...



Cliquez sur le nom d'un élément de tracé dans la liste à gauche, puis changez son épaisseur dans la liste déroulante, et sa couleur en cliquant sur une case du nuancier.

Il est également possible de saisir les composantes R (rouge), V (vert) et B (bleu) de la couleur.

Changement d'attributs dans la vue du cadran solaire

La vue du cadran est pilotée par les options du menu Tracés qui sont en général reprises dans les icônes dans la barre d'outils.

Permet d'accéder aux réglages liés à la table du cadran : forme rectangulaire, circulaire, hexagonale ou octogonale, le tracé d'un double cadre, sa couleur de fond.

Permet d'accéder aux réglages liés aux tracés du cadran : prolongation des lignes horaires, format des nombres, etc.

Permet de limiter le tracé entre une heure de début et une heure de fin (par exemple entre 8h et 14h)

Affiche / masque les numéros des heures.

Numérote les heures du 24 h ou 12 h.

Numérote en chiffres romains ou en chiffres arabes.

Trace les lignes horaires des demi-heures.

Trace les lignes horaires des quarts d'heures.

Trace les lignes horaires toutes les cinq minutes.

Trace les lignes horaires toutes les minutes. À réserver aux cadrans de grande dimension.

Permet de choisir la taille et la police de caractère des numéros.

Trace une courbe en huit (méridienne) sur la ligne horaire de midi.

Configure les options d'affichage de la méridienne.

Affiche / masque les arcs diurnes.

Configure les options de tracé des arcs diurnes.

Configure la couleur et l'épaisseur des tracés sur le cadran solaire.

Marque la position du style avec les repères A et B.

Visualise le repère X-Y sur l'origine du cadran.

Tracer la sous-stylaire. Utile pour les cadrans déclinants.

Tracer la ligne de midi solaire.

Tracer la ligne de midi du fuseau. Inclut la correction de longitude.

Ne tracer que quand le cadran est éclairé. Limite les tracés aux moments où le soleil éclaire le cadran.

Prolonger les lignes horaires. Étend les lignes horaires des heures jusqu'aux bords du cadre.

Prolonger toutes les lignes horaires.

Tracer le style rabattu. Visualise la taille du style à plat sur le cadran.

Tracer l'épure du cadran. L'épure est l'antique méthode graphique pour construire les lignes horaires.

Décorer le cadran

Le cadran solaire ne s'arrête pas à quelques lignes. Il se doit de comporter une belle décoration et une devise. La décoration est soit intégrée au complexe de lignes, soit placée à côté ou autour du cadran lui-même.

La décoration commence par un cadre, qui peut être ornementé ou simple. Près du style, on trouve fréquemment des représentations d'animaux ou du soleil. Les cadrans des Alpes montrent souvent des oiseaux.

Ce cadran du matin, situé dans la vallée de Pragelato près de Sestrières en Italie, laisse plus de place à la décoration qu'au tracé des lignes horaires. Le style du cadran est matérialisé par le bâton du skieur. La devise est en patois piémontais.

Cet autre cadran, situé à Serre-Chevalier, laisse également une large place à la décoration et à une devise inscrite dans un entrelac complexe. Là aussi, le tracé gnomonique est simple pour mettre en valeur la création artistique.

La description des techniques de décoration sort du cadre de ce document.

La fonction d'importation d'une illustration vectorielle ou d'une image permet d'imprimer la décoration en même temps que le cadran. On préfèrera les dessins vectoriels qui permettent d'avoir les contours des dessins.

Ajouter un cadre de texte

Les cadres de texte vous permettent de placer sur le cadran des annotations dont vous pouvez choisir le style. Typiquement, ces cadres serviront à graduer les lignes horaires ou les arcs diurnes, à ajouter une devise ou indiquer les coordonnées du cadran.

Pour insérer un cadre de texte, choisissez le menu Cadres > Insérer un cadre de texte… Cela permet d'ajouter les indications suivantes sur le cadran :

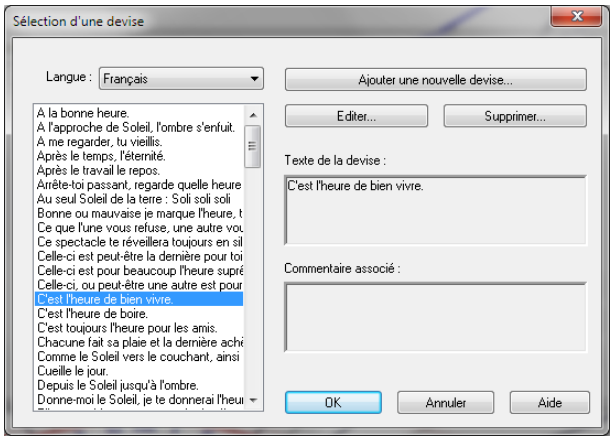
- un texte libre
- une devise choisie dans une liste prédéfinie
- un symbole du Zodiaque
- le nom du lieu
- le type du cadran
- la position géographique

La police de caractères, la taille et la couleur du texte peuvent être configurées.

Ajouter une devise

La devise est souvent ce que l'on retient d'un cadran solaire. Elle exprime souvent la position de l'homme dans l'univers : face au temps, face à la mort, face à Dieu. La devise est parfois philosophique, religieuse, sentencieuse et souvent à double sens. Pensez donc à inscrire une devise sur votre cadran, qu'elle soit choisie parmi la liste proposée par le logiciel, puisée dans un livre ou un recueil de poèmes ou de votre cru. La devise que vous inscrirez sera en quelque sorte votre signature.

Les cadres de texte permettent la sélection d'une devise parmi une liste prédéfinie ou de saisir un texte de votre choix. Le style et la couleur du texte sont personnalisables. Shadows est livré avec plus de 550 devises en Français, Latin, Italien, Allemand, ou d'autres langues.



Sélectionnez une devise dans la liste. Vous pouvez la modifier ou inclure un commentaire (par exemple sa traduction) qui ne sera pas affiché sur le cadran.

Les devises sont stockées dans le fichier mottoes.txt qui est installé dans le répertoire d'installation de Shadows.

Importer une image

Pour insérer un cadre, allez dans le menu Cadres > Insérer un cadre d'image...

Les cadres d'image peuvent charger et afficher les fichiers des types suivants :

- Image bitmap Windows BMP
- Images bitmap GIF transparentes ou opaques, en 16 ou 256 couleurs.
- Images bitmap JPG en couleurs 16 bits.
- Dessins vectoriel WMF ou EMF

Les images bitmap sont constituées de points de couleur. Les dessins vectoriels sont constitués de lignes et de formes que l'on peut redimensionner de façon quelconque.

Il est recommandé de préparer l'image en utilisant un logiciel de dessin ou de retouche puis d'importer le fichier dans Shadows. On peut ainsi capturer une illustration en numérisant au scanner une photographie ou une gravure, ou dessiner soi-même à l'aide d'un logiciel de dessin vectoriel les contours d'un dessin.

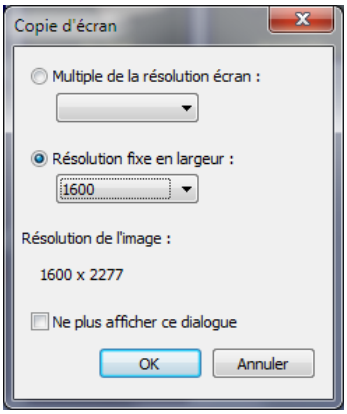
Le logiciel est livré avec quelques cliparts vectoriels qui sont localisés dans le sous-répertoire cliparts dans le répertoire d'installation de Shadows.

Les cadres d'image sont disponibles dans Shadows Expert.

Exporter les tracés

Copier-coller la vue dans un autre logiciel

Cette option permet de récupérer une image de ce qui est affiché. Cette image peut être une image bitmap constituée de pixels ou bien une image vectorielle constituée de traits. Avec cette seconde option, il est possible d'agrandir l'image sans dégradation, et également de dégrouper les constituants pour modifier leur style individuellement.



Il est possible de choisir la résolution de l'image copiée soit dans le dialogue qui s'affiche soit dans les préférences.

On peut choisir un multiple de la résolution de l'écran (x1 à x4) ou la largeur en pixels de l'image (de 640 à 3000), la hauteur étant calculée d'après le rapport d'aspect de l'image.

Pour récupérer l'image copiée dans le presse-papier, il suffit ensuite de coller le contenu du presse-papier dans un autre logiciel.

Raccourcis : CTRL-C pour une copie sous forme bitmap, SHIFT-CTRL-C pour une copie sous forme vectorielle.

La copie au format bitmap BMP est disponible dans tous les niveaux.

La copie au format vectoriel EMF est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Exporter le tracé vectoriel

Export en EMF

Cette option permet de créer un fichier (extension .emf) contenant le contenu de la vue au format Enhanced Windows MetaFile compatible avec la plupart des logiciels de dessins et des traitements de texte.

Il est alors possible de récupérer le tracé vectoriel d'un cadran ou d'une courbe (équation du temps) dans un logiciel de dessin ou de CAO afin de l'enrichir ou de le modifier. Certains logiciels permettront même de préparer une photogravure ou un usinage numérique à partir de ce fichier EMF.

L'export EMF est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Export DXF vers un logiciel de CAO

Le tracé du cadran peut être exporté dans un fichier au format DXF AutoCAD. Ce format est supporté par la quasi-totalité des logiciels de CAO ainsi que des logiciels de pilotage des machines-outils et de gravure. Le fichier contient une série de codes en ASCII décrivant le tracé du cadran. Il est possible de le charger dans un éditeur de texte pour modifier ou ajouter manuellement des codes.

Seuls les tracés sont exportés, mais pas tous les textes ni les symboles ou les images contenus dans les cadres. Pour obtenir un tracé complet, il est conseillé d'utiliser l'export au format EMF.

Le format DXF a connu de nombreuses variantes et il se peut que certains logiciels interprètent le fichier différemment. En cas de problème, veuillez contacter l'auteur qui pourra si besoin intégrer des options pour s'adapter aux différentes variantes.

L'export DXF n'est disponible que dans Shadows Pro.

Tables de coordonnées

Les tables de coordonnées sont générées sous la forme de fichier texte avec les valeurs séparées par une tabulation, de sorte qu'il est facile de les visualiser sous Excel ou un autre logiciel. Les tables de coordonnées peuvent être générées à partir du menu Configuration > Tables de coordonnées.

Coordonnées de lignes horaires

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	COORDONNÉES DES LIGNES HORAIRES							
2	Origine des coordonnées (x, y) : point A.							
3	Origine des coordonnées (rayon, angle) : point B.							
4	Hour	Min	Day	Month	X (mm)	Y (mm)	Radius (mm)	Angle(°)
2503	7	15	7	3	-356,96	110,72	395,02	-25,36
2504	7	15	12	3	-309,15	88,06	342,11	-25,36
2505	7	15	17	3	-272,51	70,69	301,56	-25,36
2506	7	15	22	3	-243,64	57,01	269,61	-25,36
2507	7	15	27	3	-220,38	45,99	243,88	-25,36
2508	7	15	1	4	-201,33	36,96	222,79	-25,36
2509	7	15	6	4	-185,49	29,45	205,27	-25,36
2510	7	15	11	4	-172,18	23,15	190,53	-25,36
2511	7	15	16	4	-160,89	17,8	178,04	-25,36
2512	7	15	21	4	-151,25	13,23	167,37	-25,36
2513	7	15	26	4	-142,99	9,31	158,23	-25,36
2514	7	15	1	5	-135,89	5,95	150,37	-25,36

Le nombre de lignes de la table dépend de la résolution des lignes horaires (½ heures, ¼ d'heure, etc.) Chaque ligne horaire est décrite par un point tous les 5 jours. Lorsqu'un point est en dehors du cadre, il est noté avec une étoile.

Coordonnées des lignes de déclinaison

	A	B	C	D	E	F
1	COORDONNÉES DES ARCS DIURNES					
2						
3						
4	Cancer	(23,44°)				
5	h	min	x (mm)	y (mm)	radius (mm)	angle (°)
26	10	0	-703,23	-1086,84	1294,51	57,1
27	10	30	-127,98	-239,2	271,28	61,9
28	11	0	-60,46	-142,13	154,45	67
29	11	30	-33,03	-104,49	109,58	72,5
30	12	0	-17,32	-84,41	86,17	78,4
31	12	30	-6,51	-71,88	72,18	84,8
32	13	0	1,89	-63,3	63,32	-88,3
33	13	30	9,06	-57,03	57,74	-81

Pour chaque arc diurne, on donne les coordonnées pour chaque point horaire. Le nom de l'arc est rappelé au début. Cela peut être un arc zodiacal ou de décan, un arc pour une déclinaison donnée ou pour des dates données, selon les réglages effectués dans Tracés > Propriétés des arcs diurnes.

Coordonnées des méridiennes

	A	B	C	D	E	F
1	COORDONNÉES DES COURBES MÉRIDIENNES					
2						
3						
4	12 h					
5	day	month	x (mm)	y (mm)	radius (mm)	angle (°)
6	1	I	-17,94	-13,57	22,49	37,1
7	6	I	-18,35	-14	23,08	37,3
8	11	I	-18,73	-14,56	23,73	37,9
9	16	I	-19,09	-15,26	24,44	38,6
10	21	I	-19,42	-16,09	25,22	39,6
11	26	I	-19,7	-17,04	26,05	40,9
12	1	II	-19,96	-18,36	27,12	42,6
13	6	II	-20,13	-19,58	28,08	44,2

Les points de la courbe en huit sont détaillés tous les 5 jours. Ceci est valable aussi bien pour la méridienne à midi ou pour les cadrans de temps moyen avec une méridienne complète ou partielle à chaque heure.

Coordonnées des points horaires

	A	B	C	D	E	F
1	COORDONNÉES DES POINTS HORAIRES					
2	Origine des coordonnées (x, y) : point A.					
3	Hour	Min	X (mm)	Y (mm)	Radius (mm)	Angle(°)
4	4	30	-46,19	-13,71	48,18	16,5
5	5	0	-48,3	-9,27	49,18	10,9
6	5	30	-49,57	-4,67	49,79	5,4
7	6	0	-50	0	50	0
8	6	30	-49,57	4,67	49,79	-5,4
9	7	0	-48,3	9,27	49,18	-10,9
10	7	30	-46,19	13,71	48,18	-16,5
11	8	0	-43,3	17,91	46,86	-22,5
12	8	30	-39,67	21,8	45,26	-28,8
13	9	0	-35,36	25,33	43,49	-35,6
14	9	30	-30,44	28,41	41,64	-43

Pour un cadran analemmatique, on donne les coordonnées des points horaires sur l'ellipse.

Coordonnées des positions du style mobile

Pour un cadran analemmatique, cela permet de décrire la ligne de date au centre du cadran.

	A	B	C	D	E
1	TABLE DES POSITIONS DU STYLE MOBILE				
2	Angle de l'équinoxiale par rapport à la ligne du midi local : -90°				
3					
4					
5		dec (°)	X (mm)	Y (mm)	
6	Cancer	23,437	0	15,13	
7	Leo-Gemini	20,149	0	12,8	
8	Virgo-Taurus	11,471	0	7,08	
9	Libraque-Aries	0	0	0	
10	Scorpius-Pisces	-11,471	0	-7,08	
11	Sagittarius-Aquarius	-20,149	0	-12,8	
12	Capricornus	-23,437	0	-15,13	
13					

Coordonnées des lignes horaires sur l'équinoxiale

	A	B	C	D	E
1	COORDONNÉES DES LIGNES HORAIRES SUR L'ÉQUINOXIALE				
2	Angle de l'équinoxiale par rapport à la ligne du midi local : 64,03°				
3	Distance entre le point O et le point B : 69,68 mm				
4	Les distances sont données en mm à partir du point O de l'équinoxiale.				
5	Hour	Min	Distance O (mm)	Distance S (mm)	
6	9	0	-334,39	-366,75	
7	9	30	-127,58	-162,64	
8	10	0	-68,06	-105,85	
9	10	30	-39,07	-79,65	
10	11	0	-21,43	-64,87	
11	11	30	-9,23	-55,63	
12	12	0	0	-49,49	

Cette table donne les points d'intersection entre les lignes horaires et la droite équinoxiale, comme sur la règle équinoxiale.

Les distances sont données à partir du point O (ligne de midi solaire) ou à partir du point S (sous-stylaire).

Coordonnées des lignes spéciales

	A	B	C	D	E	F
1	COORDONNÉES DES LIGNES HORAIRES BABYLONIQUES					
2	Origine des coordonnées (x, y) : point A.					
3	Hour	Minutes	X1 (mm)	Y1 (mm)	X2 (mm)	Y2 (mm)
4	1	0	-2199,19	-366,51	-104,63	-15,24
5	1	30	-2293,5	-592,98	-74,07	-16,12
6	2	0	-1851,76	-661,15	-55,46	-16,18
7	2	30	-1377,92	-638,64	-42,72	-15,83
8	3	0	-1052,66	-610,3	-33,3	-15,24
9	3	30	-7198,47	-5128,78	-25,91	-14,49
10	4	0	-5333,96	-4567,39	-19,86	-13,62

Comme pour les lignes horaires, les coordonnées des points des lignes babyloniques, italiques, sidérales, temporaires et des arcs d'azimut et de hauteur sont données sous forme de table.

Réaliser le cadran d'un point de vue pratique

Choisir un matériau pour le cadran

Le cadran peut être tracé directement sur un mur, sur une couche d'enduis ou sur un mur peint. On pourra utiliser l'impression du cadran sur papier pour créer un pochoir et marquer les points caractéristiques des lignes horaires et des arcs diurnes par tamponnage de pigments à travers les trous du pochoir. Il est également facile de réaliser des lignes droites à la peinture en collant deux rubans adhésifs séparés de l'épaisseur de la ligne.

Les cadrans peints les plus beaux utilisent la technique de la fresque sur support humide (*a fresco*). Cette technique est très difficile à maîtriser car il faut procéder rapidement et sans erreur. Les matériaux sont ceux que l'on utilise pour les fresques et les revêtements muraux : chaux hydraulique et pigments minéraux. Tous les cadrans anciens ont été peints avec ces techniques et ils résistent plusieurs dizaines d'années avant de nécessiter une restauration. Il faut éviter les peintures murales classiques car elles ne résistent pas au temps et demanderont une restauration tous les cinq ans au moins.

Dans le cas d'un cadran préparé sur un support puis installé à son emplacement, on devra choisir des matériaux légers permettant le transport et l'installation, à moins de réaliser une mosaïque.

Les matériaux les plus courants et les plus pratiques sont :

- Le bois : de préférence contre-plaqué marine avec un traitement pour qu'il résiste au temps. C'est avec le bois que l'on s'exercera sur ses premiers cadrans. On pourra utiliser aussi la médite (ou MDF ou HDF), sorte d'isorel à haute densité, utilisée pour l'ameublement et la réalisation d'enceinte acoustique haute-fidélité.
- Le carrelage : on trouve en jardinerie des carreaux jusqu'à 50 cm de côté en matériaux composites (poudre de calcaire, marbre, etc.) et d'un coût raisonnable. L'état de surface devra ne pas être trop irrégulier. Il existe des peintures spéciales qui cuisent au four et permettent de réaliser de très beaux petits cadrans. On peut également assembler plusieurs carreaux pour faire un cadran de plus grande taille.
- Le marbre : à réserver pour les petits cadrans à cause du poids et du prix. Le tracé peut être gravé par sablage en réservant les parties non gravées à l'aide d'un masque négatif.
- Le verre : assez épais pour qu'il ne soit pas trop fragile, choisi en verre Sécurit fumé ou dépoli. Les lignes peuvent être gravées ou peintes.
- Le Plexiglas : moins lourd que le verre, il peut être intéressant à travailler.

- Le métal : plaques de tôle, de cuivre ou d'aluminium, elles pourront être gravées et rehaussées de couleurs, voire émaillées au four.

Il est aussi possible de réaliser un moulage et de couler une résine qui, une fois durcie, pourra être peinte et patinée façon métal ou bois. L'avantage du moulage est qu'il est possible de réaliser plusieurs cadrans d'après le même moule. Le moule sera en gomme de silicone par exemple, pour faciliter le démoulage.

Reporter le tracé sur le matériau

Le logiciel permet d'imprimer le cadran sur plusieurs feuilles que l'on recollera pour s'en servir comme modèle.

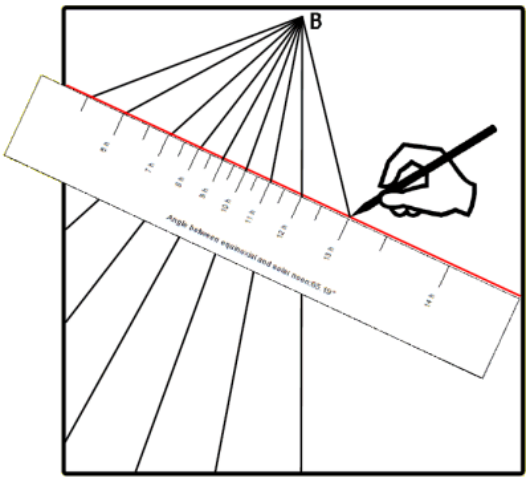
Pour des cadrans de taille modeste (jusqu'à 60 cm de côté), on pourra plaquer le cadran papier sur le support et noter chaque point d'un coup de poinçon (ou de la pointe d'un compas). Il suffira ensuite de tracer les lignes d'après ces points, et de les graver ou de les peindre.

Dans le cas d'un cadran peint sur fresque, on peut découper les lignes au cutter sur une largeur de 1 mm et s'en servir comme pochoir pour tamponner par derrière à l'aide d'un chiffon trempé dans de la poudre de pigment. Les pigments seront ainsi reportés sur le mur sur le support humide, à l'emplacement des lignes. Il suffira ensuite de peindre les lignes ainsi esquissées.

Pour un cadran de grande taille, il est conseillé de se servir des tables de coordonnées et de tracer les lignes avec une règle, un compas et un rapporteur.

Utiliser la règle équinoxiale

Cette règle fournit un moyen très rapide de tracer les lignes horaires. On y accède par le menu Configuration > Règle de tracé de l'équinoxiale.

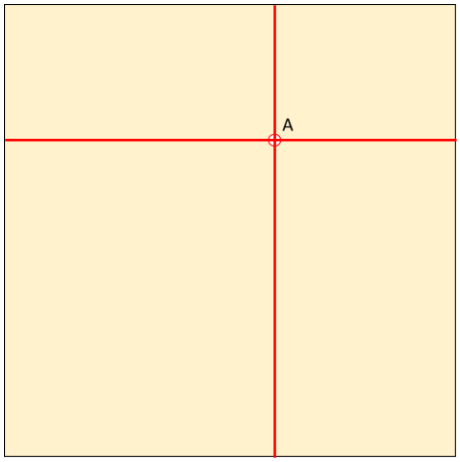


La règle équinoxiale gradue les points d'intersection des lignes horaires avec la droite des équinoxes. Sachant que les lignes horaires aboutissent toutes au point B, le tracé est très simple.

Les points de la règle équinoxiale peuvent être exportés dans une table sous Excel. Cette table fournit les distances entre le point O et les lignes horaires, sur la ligne équinoxiale. Le point O est défini comme l'intersection de l'équinoxiale et de la ligne de midi solaire.

Pour certains cadrans, cette table n'est pas utilisable, soit parce que l'équinoxiale n'est pas ou partiellement visible, ou parce que le point B est trop loin du cadran.

Mise en œuvre détaillée

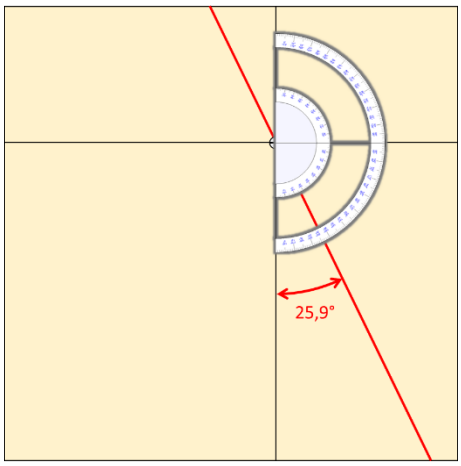


Choisir le matériau pour la table du cadran sur lequel reporter le tracé du cadran (carreau de carrelage, planche, ardoise, etc.)

Dans notre exemple d'illustration, la table du cadran fera 150 x 150 cm. Le cadran est modélisé dans Shadows au 1/10, soit 150 x 150 mm. Toutes les dimensions données par Shadows seront donc multipliées par 10.

étape 1. Positionner l'origine du cadran (point A) quelque part sur la table du cadran.

étape 2. Tracer une verticale et une horizontale à partir de ce point.

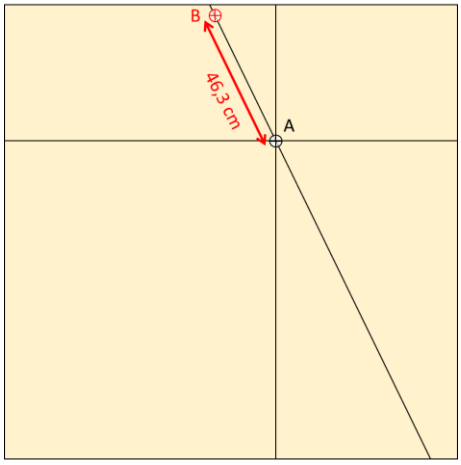


Si le cadran est déclinant, tracer la ligne sous-stylaire :

étape 3. Mesurer l'angle de la sous-stylaire, donné dans la Fiche d'identité du cadran, à l'aide d'un rapporteur.

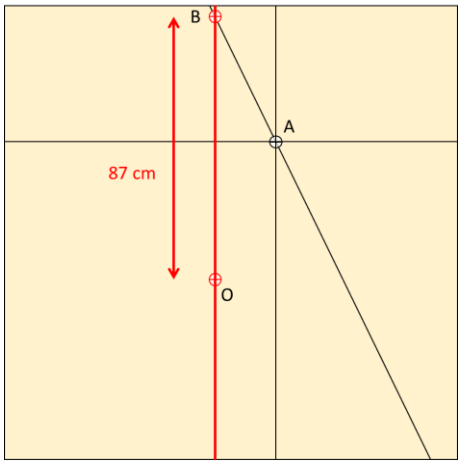
Ici dans l'exemple, il est noté : 25,9° (mesurée depuis la verticale)

Si le cadran n'est pas déclinant, la sous-stylaire se confond avec la verticale (angle de 0°)



étape 4. Marquer le point B en mesurant la distance A-B (longueur de la base du style) le long de la sous-stylaire.

Ici dans l'exemple, il est noté : A-B = 46,3 cm

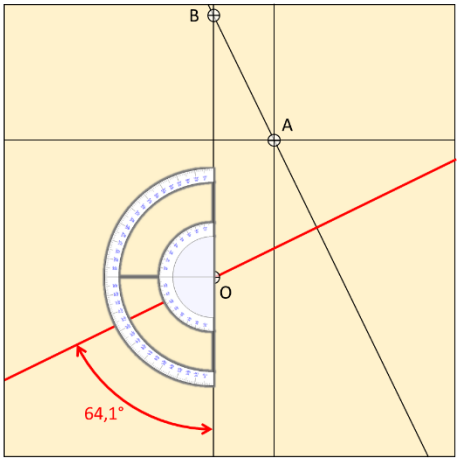


étape 5. Tracer une verticale depuis le point B.

étape 6. Marquer le point O en mesurant la distance B-O donnée sur la règle équinoxiale.

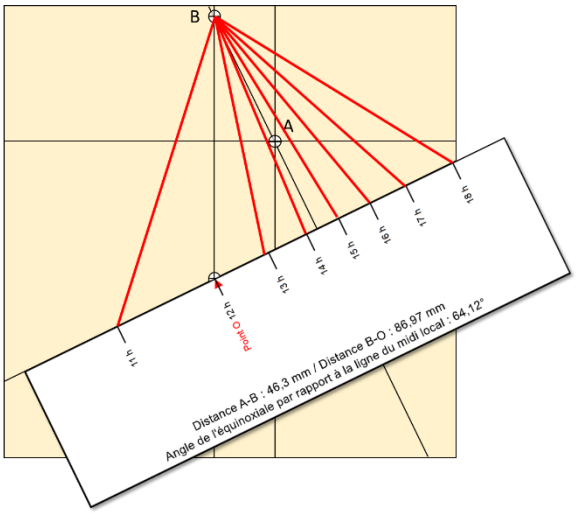
Le point O correspond à l'intersection entre l'équinoxiale et la ligne de midi solaire.

Ici dans notre exemple : B-O = 87 cm



étape 7. Tracer l'équinoxiale à partir de O en utilisant l'angle de l'équinoxiale donné sur la règle.

Ici dans notre exemple : 64,1° (mesuré depuis la verticale)

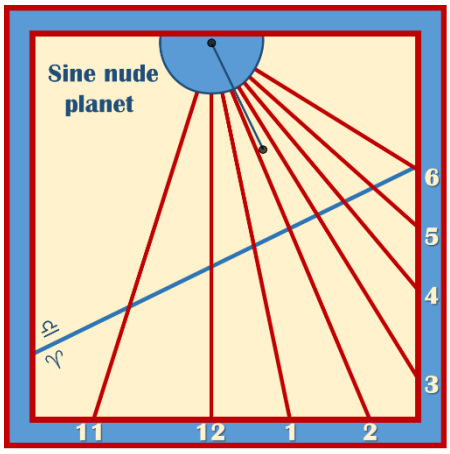


étape 8. Imprimer la règle équinoxiale sur papier fort (type bristol) puis la découper.

Positionner la règle le long de l'équinoxiale, en plaçant le repère du point O à l'intersection avec la ligne de midi.

Rappel : les dimensions données par Shadows sont à multiplier par 10 pour passer de mm à cm, c'est-à-dire pour passer du modèle 1/10 au cadran à l'échelle 1.

étape 9. Tracer les lignes horaires en joignant les graduations de la règle au point B.



étape 10. Prolonger les lignes horaires, procéder à la décoration finale du cadran et supprimer les lignes intermédiaires.

Le cadran est terminé.

Créer un cadran de grandes dimensions

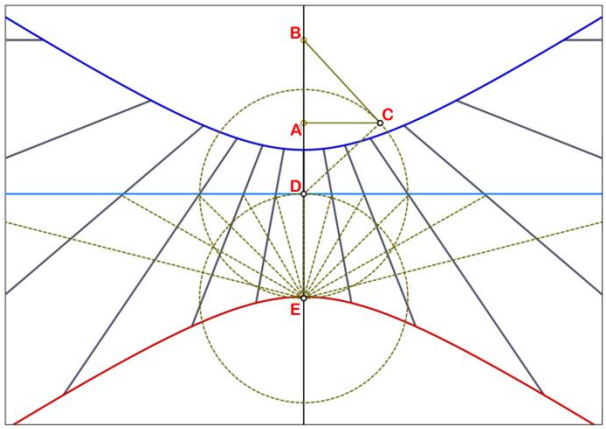
Avec Shadows, vous pouvez concevoir un cadran de n'importe quelle dimension, en réglant la largeur et la hauteur de la table du cadran et la hauteur du style dans le dialogue Dimensions. Pour des cadrans de grande dimension, il n'est plus envisageable d'utiliser l'impression à l'échelle du cadran sous peine de devoir assembler des centaines de pages. Il est conseillé d'utiliser les tables de coordonnées. Néanmoins, durant la phase de conception, il est intéressant de voir le résultat du cadran à l'écran. Mais au-delà de 2 à 3 mètres, il peut apparaître des lignes parasites sur le tracé, du fait de l'emploi de coordonnées trop grandes pour les fonctions de tracé de Windows.

Une solution consiste à préparer une maquette du cadran à une échelle réduite, par exemple 1/4 ou 1/10. Toutes les dimensions peuvent alors être multipliées par le rapport d'échelle pour revenir aux dimensions réelles.

Par exemple, un cadran horizontal de 10 m x 4 m, avec un style de 1,50 m de haut, pourra être modélisé au 1/10 dans Shadows en entrant 1000 mm x 400 mm dans les dimensions de la table du cadran et 150 mm comme hauteur de style, puis de multiplier toutes les coordonnées x, y et toutes les dimensions par 10. Les angles restent valides quelle que soit l'échelle.

Tracer l'épure du cadran

L'épure du cadran visualise la méthode de construction graphique d'un cadran solaire plan à style polaire, méthode utilisée dans le passé jusqu'à l'arrivée des calculateurs. Cette construction ne requiert qu'une équerre, une règle graduée, un compas et un rapporteur d'angles.



Le principe consiste à partir du centre du cadran (point A), de tracer la ligne sous-stylaire (A-B) puis de tracer le segment A-C perpendiculaire, de la hauteur du style.

On dresse ensuite la perpendiculaire à B-C pour construire le point D à l'intersection avec la sous-stylaire. Ce point est situé sur l'équinoxiale. De ce point, on trace un cercle de rayon D-C. L'intersection de ce cercle avec la sous-stylaire donne le point E.

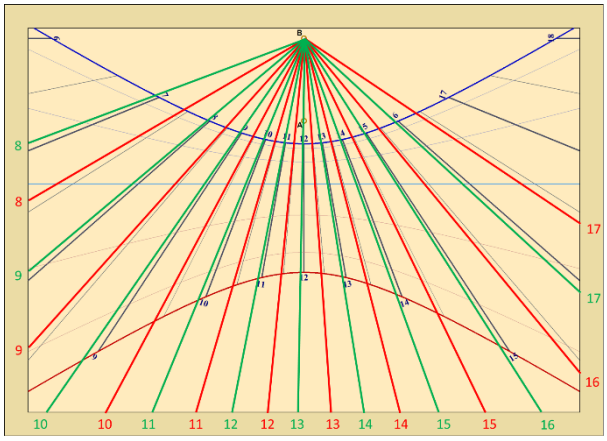
On trace ensuite un autre cercle en E, de rayon E-D.

À partir de E-D, on trace des segments espacés de 15° que l'on prolonge jusqu'à l'équinoxiale. Il suffira ensuite de relier ces points de l'équinoxiale au point B pour tracer les lignes horaires.

Pour tracer les lignes des ½ heures, on comptera des angles de 7,5° (15°/2), pour les ¼ d'heure des angles de 3,75° (15°/4), etc.

Tracer le cadran directement avec le soleil ?

Certaines personnes tracent naïvement leur cadran en installant le style dans sa position définitive et en repérant ensuite la position de l'ombre à chaque heure. Pour faire simple… cela ne fonctionne pas ! En réalité, pour que cette méthode permette d'obtenir les lignes horaires d'heure solaire, c'est-à-dire le tracé classique d'un cadran, il faut se situer exactement sur le méridien de référence (ou en France sur le méridien de Greenwich moyennant un décalage d'une heure), et surtout faire ses mesures l'un des quatre jours où l'équation du temps s'annule : le 15 avril, le 13 juin, le 1er septembre et le 25 décembre.



Sur l'exemple ci-contre, pour un cadran tracé à Paris, les lignes rouges ont été tracées le 21 octobre, et les vertes le 21 février. On constate le grand écart entre ces tracés, eux-mêmes différents du tracé noir qui correspond aux lignes horaires de temps solaire normalement attendues.

La meilleure solution, pour tracer un cadran en utilisant le soleil directement consiste à calculer, pour la date de la mesure, l'heure moyenne qui correspond à chaque heure solaire. La marque de la position de l'ombre du style faite sur le cadran à chaque heure moyenne calculée (repérée à la montre) donnera la position correcte de la ligne horaire solaire.

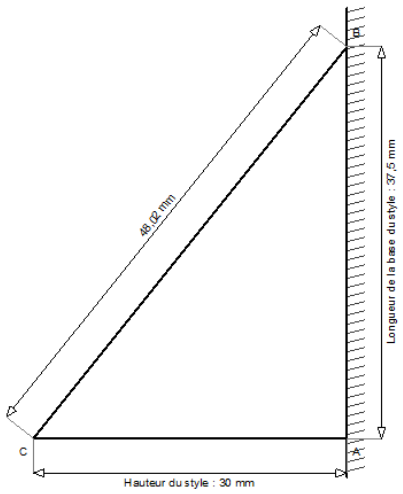
Le calcul de l'heure moyenne peut se faire en utilisant les éphémérides disponibles dans Shadows, ou en effectuant les calculs à la main, comme expliqué à la rubrique Comment lire l'heure sur un cadran solaire ?

Construire le style

Le logiciel Shadows marque la position du style entre les points A et B sur le tracé du cadran.

Le point A correspond au pied du style droit. Le point B correspond au pied du style polaire quand il existe. SI ce point est rejeté à l'infini ou très loin du point A, on définit alors une longueur du style tronqué et le point est alors noté B*.

Plan coté du style



Coordonnées des points A et B du style : A (0, 0) B (-17,32 mm, 33,26 mm) ; (37,5 mm, -62,49°)

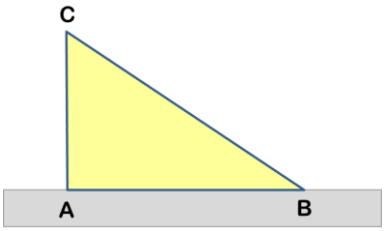
Ce plan est accessible depuis le menu Configuration > Plan coté du style Le style affiché ici n'est pas tracé à l'échelle mais sous la forme d'un schéma donnant ses dimensions. En plus des longueurs des deux côtés du triangle (dans le cas d'un style triangulaire) : hauteur du style droit et longueur A-B, sont données également les positions des deux points A et B, dans le système de coordonnées cartésiennes.

Le point d'attache du style droit est en A, celui du style polaire est en B. Le point C représente l'extrémité du style ou la position de la boule ou d'un œilleton.

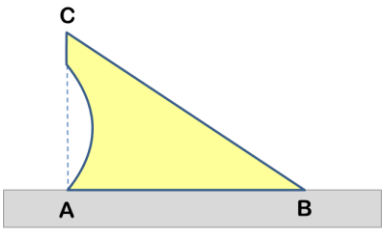
Il est également possible d'imprimer un gabarit à l'échelle du style, qui va tracer le triangle avec les bonnes dimensions en choisissant le menu Configuration et Dessin à l'échelle du style. Il sera ainsi possible de poser ce gabarit sur un matériau avant de le découper.

Le style peut être découpé selon la forme choisie dans un matériau mince et rigide mais on peut également choisir comme style une simple tige ou réaliser toute sorte de style décoré ou ciselé.

Le style triangulaire



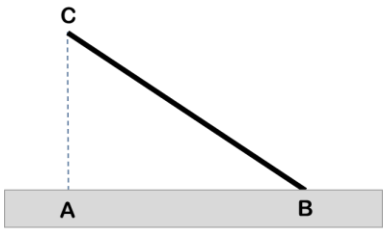
Le plus simple est de faire un style triangulaire tel que le décrit le logiciel. Il suffit de l'installer sur la ligne sous-stylaire entre les points A et B. Le style triangulaire est le plus facile à poser. Il donne une ombre bien visible. Il faut éviter de choisir un matériau trop épais, ou bien tenir compte de l'épaisseur dans le tracé des lignes.



Le triangle peut être travaillé et décoré, comme l'on voit souvent sur les styles des cadrans anciens, mais il faut toujours respecter la position des extrémités du triangle, notamment le point C dont la projection permet de pointer un arc diurne.

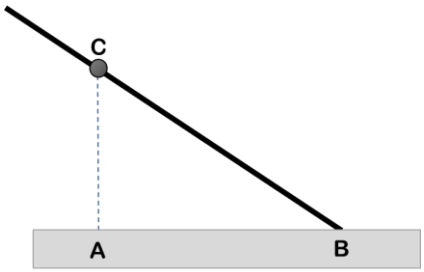
Le segment B-C donne simplement la direction de la ligne horaire.

Le style polaire



Pour faire un style sous forme de tige polaire, il faut l'ancrer au point B et l'orienter selon l'hypoténuse du triangle afin qu'il soit parallèle à l'axe de rotation de la Terre.

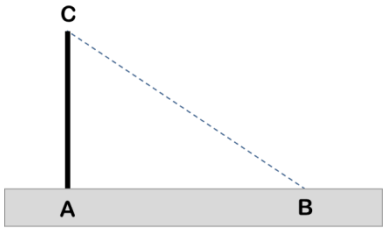
Le style est parfois renforcé par un pied. L'ombre du style polaire est alors concourante aux lignes horaires.



Le style polaire peut être plus long et dépasser le point C. S'il ne comporte pas de point de repère en C, le cadran ne pourra marquer que les lignes horaires et pas les arcs diurnes, ni d'autres types d'heures.

On voit parfois de longs styles avec une boule ancrée au point C, de façon à permettre le tracé des arcs diurnes.

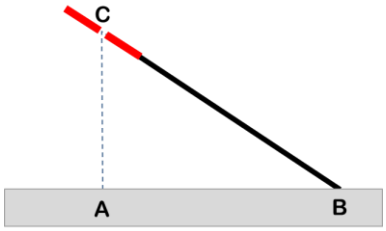
Le style droit

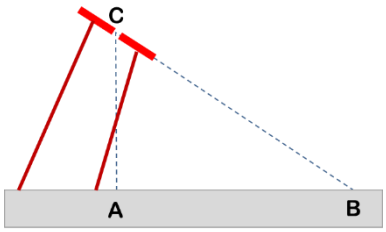


Parfois, le style est une simple une tige plantée perpendiculairement au cadran. Le style est alors planté en A.

Dans ce cas, seule l'extrémité de l'ombre est significative. Cette configuration n'est pas idéale pour la lecture de l'heure mais elle peut être utile pour les heures sidérales ou les heures anciennes.

L'œilleton polaire (disque troué)



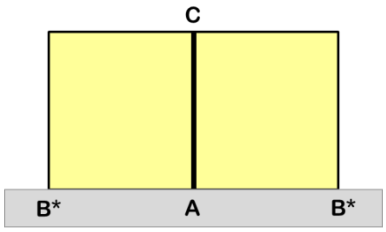


Le style peut être un disque percé soutenu soit par le style polaire soit par des supports (jambes).

Le trou du disque doit se situer au point C à l'extrémité du style polaire.

Les tiges-supports peuvent être fixées n'importe où. Au cas où le disque est supporté par le style lui-même, il devra être renforcé par un support (éventuellement décoré ou en fer forgé) afin que le disque ne torde pas la tige sous la force du vent.

Le style tronqué



Les cadrans orientaux, occidentaux et polaires notamment ont un style polaire parallèle à la table du cadran, car son point d'ancrage B est rejeté à l'infini.

On peut dans ce cas se satisfaire d'un seul style droit, ou d'un rectangle que d'un seul côté. Si le rectangle est complet, on prendra soin de marquer le point C à l'aide d'une encoche ou d'un marqueur.

Comment lire l'heure sur un cadran solaire ?

La plupart des cadrans solaires donnent l'heure solaire locale.

L'heure solaire est définie directement par la position du Soleil à raison de 15° d'angle horaire par heure de temps. La Terre tourne autour de son axe en 24 heures, soit 360°/24 h = 15°/heure. L'heure solaire donne midi lorsqu'il passe exactement au Sud du lieu (méridien local).

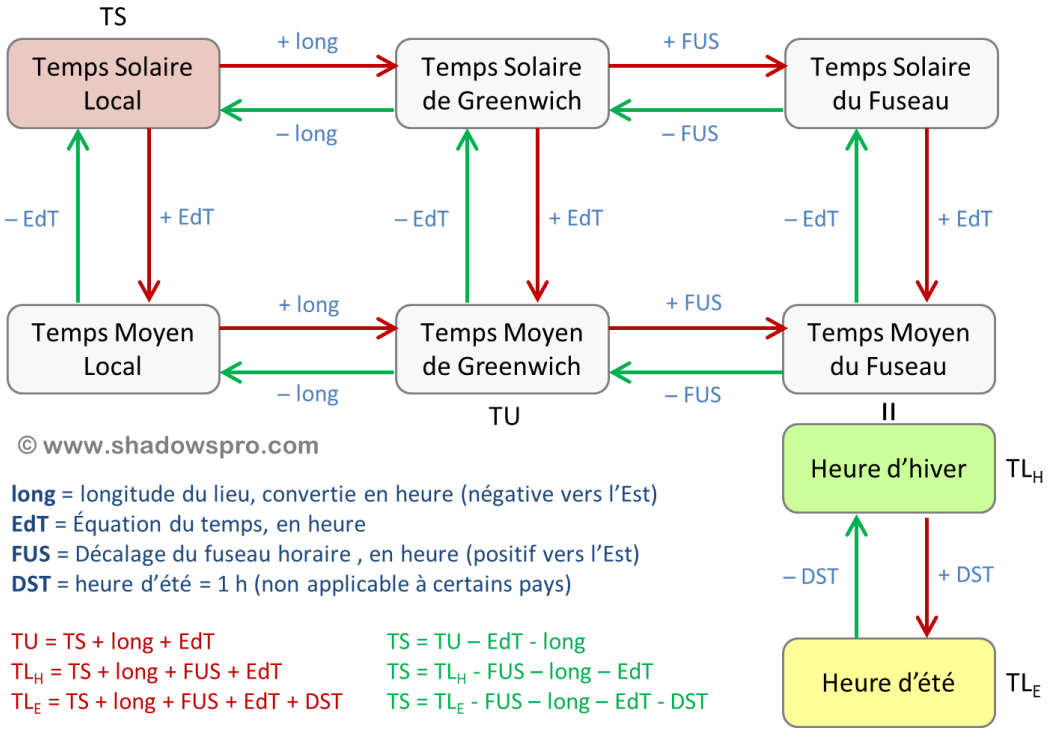
Ce temps dépend du point de vue de l'observateur, il est donc différent selon la longitude du lieu.

Sur un cadran solaire, la ligne de midi solaire correspond toujours au moment de la culmination du Soleil dans le ciel et son passage au méridien local. Elle est donc toujours dans le plan Nord-Sud et est toujours verticale sur un cadran vertical, quel que soit sa déclinaison.

Pour obtenir l'heure de la montre à partir du temps solaire, il faut appliquer trois corrections :

- la correction de longitude
- l'équation du temps
- l'heure d'été (éventuellement)

Le schéma suivant donne la marche à suivre pour convertir l'heure solaire en heure de la montre (temps moyen) et inversement.

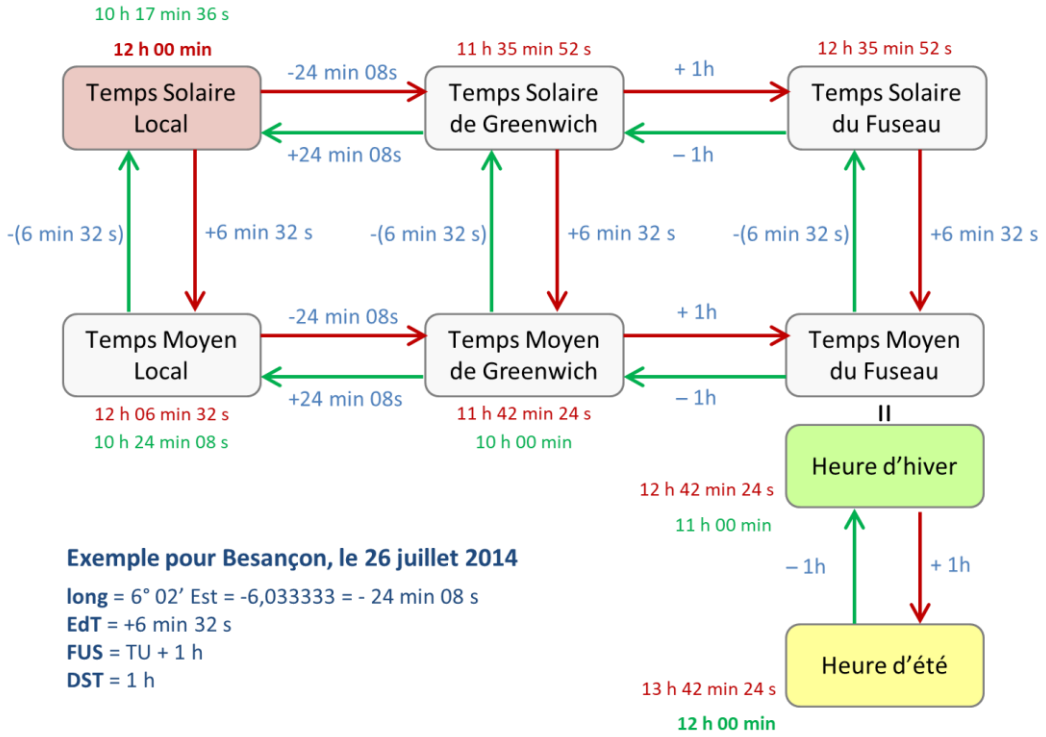


Correction de longitude

L'Europe utilise partout le même fuseau horaire, le CET (Central European Time), sauf le Royaume Uni, l'Irlande et le Portugal qui sont au WET (West European Time) et les pays tout à l'Est de l'Europe qui sont au EET (Eastern European Time). Les pays basés sur le fuseau CET s'étendent de la pointe occidentale de l'Espagne, avec Vigo, jusqu'à la frontière orientale de la Pologne, soit une étendue d'environ 2 heures de temps solaire. Pour les lieux situés à l'Est du méridien CET, l'heure est décalée vers le matin (le Soleil se lève et se couche plus tôt). Pour les villes situées à l'Ouest, c'est le contraire, l'heure est décalée vers le soir, le Soleil se lève et se couche plus tard.

Un lieu en Europe doit donc calculer la correction de longitude par rapport au méridien de référence (ici 15° Est). Ailleurs dans le monde, il faut connaître le méridien de référence du lieu. La correction pour, par exemple, Besançon (6° 02' Est) donnera donc : 15° - (6° 02') = 8° 58' d'écart par rapport au fuseau, soit (8+58/60)*4 min = 35 min 52 s de temps. Quand le Soleil passe au méridien à Besançon, il est déjà passé depuis presque 36 minutes au-dessus du méridien d'Europe Centrale. Pour un lieu à l'Est du méridien de référence, on aura une valeur négative (par exemple, pour Varsovie (21° Est), on aura -24 minutes donc pour 12 heures de temps solaire à Varsovie, il sera 11 h 36 min au méridien CET.

En mettant en œuvre cette méthode pour Besançon, France le 24 juillet 2014 on obtient :



Donc en partant de l'heure solaire locale (flèche rouge) :

- Heure solaire du cadran à midi : 12 h
- Correction de longitude : 6° 02' Est = – 24 min 8 s + 1h = + 35 min 52 s
- Équation du temps : 6 min 32 s
- Heure d'été : + 1 h

Donc, quand il est 12 h d'heure solaire sur le cadran solaire à Besançon, le 24 juillet 2014, il est en fait 13 h 42 min 24 s à la montre (heure légale en Europe).

Inversement, si on part de l'heure de la montre (flèche verte) :

- Heure de la montre : 12 h
- Heure d'été : – 1 h
- Équation du temps : – 6 min 32 s
- Correction de longitude : – 1 h + 24 min 8 s = – 35 min 52 s

Il sera donc 10 h 17 min 36 s d'heure solaire à midi de la montre.

On peut aussi utiliser cette méthode pour prévoir l'heure légale de passage du Soleil au méridien en un lieu donné (12 h de temps solaire). Et inversement, on peut calculer l'heure solaire pour une heure légale donnée.

Le cadran solaire horizontal

Il s'agit ici du cadran horizontal à style polaire. Il existe d'autres types de cadrans horizontaux (dont le cadran analemmatique horizontal, par exemple).

Géométrie du cadran

La table du cadran horizontal est parallèle à l'horizontale du lieu (qui n'est pas forcément parallèle au sol), c'est-à-dire, perpendiculaire à la verticale définie par le fil à plomb.

Le style, planté dans la table est orienté selon l'axe Nord-Sud et pointe vers le pôle céleste. L'angle formé entre le style et la table vaut celui de la latitude du lieu. L'angle opposé, à l'extrémité du style polaire vaut par rapport à la verticale, la colatitude (90° - latitude). Ainsi, au pôle, le style sera vertical, alors qu'à l'équateur, l'angle sera nul (dans ce cas, la colatitude vaut 90°).

Limites de fonctionnement

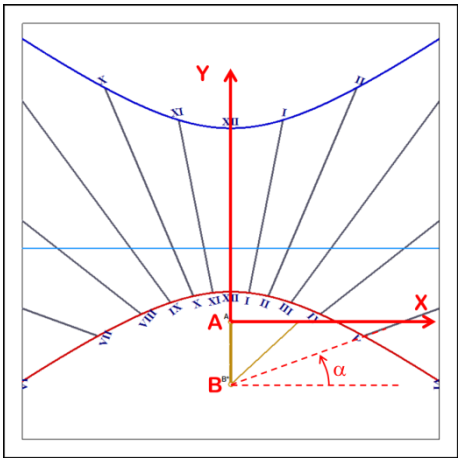
Le cadran horizontal donne les heures du matin et de l'après-midi. Dans les pays de forte latitude, il peut même donner les 24 heures à certaines saisons. La table du cadran est éclairée dès que le Soleil est au-dessus de l'horizon.

Le Soleil culmine à sa plus forte déclinaison au solstice d'été (le 21 juin dans l'hémisphère Nord, vers le 21 décembre dans l'hémisphère Sud). L'ombre est alors la plus courte. En hiver, c'est l'inverse, l'ombre est la plus longue au solstice d'hiver.

Aux équinoxes, l'ombre de l'extrémité du style décrit une ligne droite orientée exactement Est-Ouest.

Pour les lieux situés sous les tropiques, la déclinaison du Soleil peut dépasser celle du lieu. Dans ce cas, le Soleil dépasse la verticale et génère une ombre inversée. Pour ces lieux, les lignes de déclinaison vont de part et d'autre du style droit (point A). A midi, pour une déclinaison égale à la latitude du lieu, le style droit ne fait pas d'ombre !

Construction



Les tables de coordonnées donnent la position des extrémités des segments de droite horaire pour les solstices, ainsi que l'angle de la droite. Les coordonnées des points composant les lignes de déclinaison sont données en cartésien (x et y en millimètres) et en polaire (rayon en millimètres et angle en degrés).

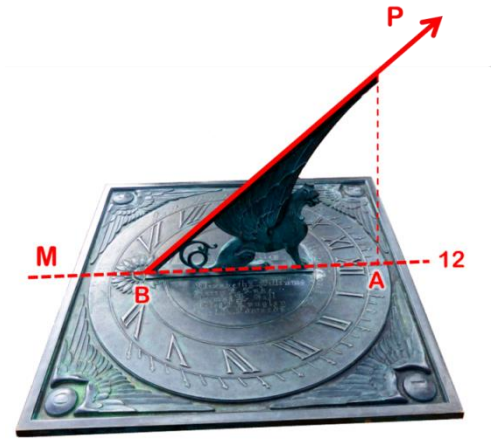
Les coordonnées cartésiennes sont données en millimètres par rapport au point A du style, l'axe x étant orienté vers la droite et l'axe y vers le haut.

Les coordonnées polaires (rayon et angle) sont données en millimètres et en degrés, par rapport au point B du style, dans le sens trigonométrique.

Installation

On trouve les cadrans horizontaux souvent sur de petites colonnes dans des squares ou des jardins. La table est en général circulaire ou polygonale.

Le cadran doit être placé parfaitement horizontal, la ligne sous-stylaire (M) orientée selon le méridien local (direction sud-nord) et le style orienté vers le pôle (P) :



Cadran horizontal de l'observatoire Lowell à Flagstaff (AZ, USA) – Photo FB.

Le point A doit donc être placé plus au nord que le point B. Contrairement à une idée répandue, le style du cadran solaire ne pointe pas vers le Soleil, mais vers le pôle nord dans l'hémisphère nord et vers le pôle sud dans l'hémisphère sud.

Le cadran horizontal étant accessible au public, il peut être touché et peut donc facilement être endommagé ou dégradé. Son style pointé vers le haut peut également présenter des risques de blessure.

Le cadran solaire vertical méridional

Géométrie du cadran

Le cadran méridional doit son nom au fait qu'il regarde le midi. Il est effectivement placé sur un mur vertical orienté exactement vers le sud dans l'hémisphère Nord et vers le nord dans l'hémisphère Sud.

Le style pointe vers le sol et fait un angle avec la table verticale égal à la colatitude (90° - latitude).

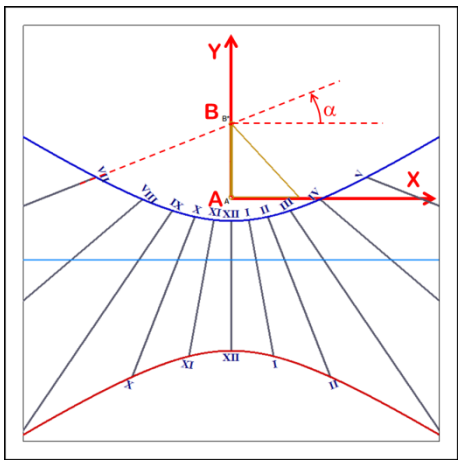
La ligne de midi solaire est confondue avec la verticale et la sous-stylaire.

Limites de fonctionnement

La table du cadran méridional est éclairée dès que le Soleil est au-dessus de l'horizon et plus au sud (au nord dans l'hémisphère Sud) de la ligne Est-Ouest. Cependant, si le cadran est installé sous les tropiques, il y aura une période de l'année ou le Soleil éclairera par moment l'autre face du mur et pas le cadran, puisque la déclinaison du Soleil peut dépasser 90°.

Lorsque le Soleil est au plus haut dans le ciel, au solstice d'été, l'ombre est la plus longue et la plus éloignée de la base du style. À l'inverse, en hiver, les ombres sont courtes et leur extrémité proche de la base du style.

Construction



Les tables de coordonnées donnent la position des extrémités des segments de droite horaire pour les solstices, ainsi que l'angle de la droite. Les coordonnées des points composant les lignes de déclinaison sont données en cartésien (x et y en millimètres) et en polaire (rayon en millimètres et angle en degrés).

Les coordonnées cartésiennes sont données en millimètres par rapport au point A du style, l'axe x étant orienté vers la droite et l'axe y vers le haut. Les coordonnées polaires (rayon et angle) sont données en millimètres et en degrés, par rapport au point B du style, dans le sens trigonométrique.

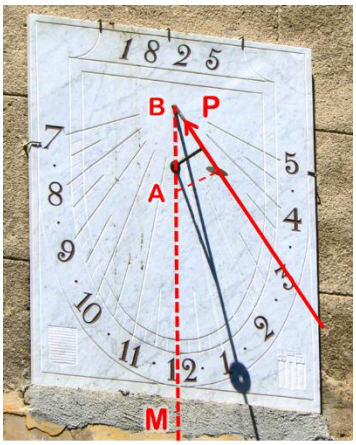
Installation

On peut associer un cadran vertical méridional avec un cadran horizontal en les accolant à 90° avec un seul style pour former un cadran double.

On associe également souvent le cadran méridional à une méridienne chargée de donner l'équation du temps pour corriger l'heure donnée par le cadran.

Le cadran méridional est le type de cadran le plus répandu (comme tous les cadrans verticaux). On en trouve sur le clocher des églises, au-dessus du pas de porte des mairies ou des maisons individuelles. Ils sont très souvent peints. Le contour du plan est en général rectangulaire.

Le cadran doit être placé sur un mur vertical, faisant face au sud (au nord dans l'hémisphère Sud). Le style doit être parallèle à l'axe de la Terre :



Cadran solaire vertical méridional, Aix-en-Provence, France – Photo FB.

Le cadran vertical déclinant

Géométrie du cadran

Le cadran vertical déclinant peut être installé sur un mur vertical d'orientation quelconque. On mesure la déclinaison du mur par l'angle que fait la normale au mur par rapport au méridien. Un azimut de 0° donnera un cadran méridional. Un azimut de 90° Est donnera un cadran oriental. Enfin, un azimut de 180° donnera un cadran septentrional faisant face au pôle Nord (ou face au pôle Sud dans l'hémisphère Sud).

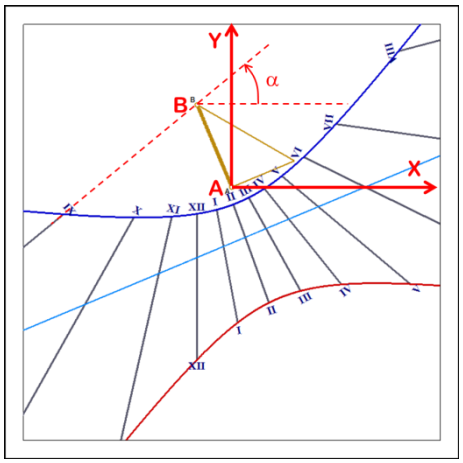
Le cadran vertical déclinant donne des lignes très intéressantes pour une déclinaison de 20 à 60°.

Limites de fonctionnement

La table du cadran déclinant est éclairée dès que le Soleil est au-dessus de l'horizon et qu'il passe dans le demi-cercle centré sur la déclinaison gnomonique du mur (d-90° à d+90°)

Un cadran septentrional sera éclairé un peu le matin et un peu le soir mais pas durant la journée. En hiver, il se peut même qu'il ne soit pas éclairé de toute la journée.

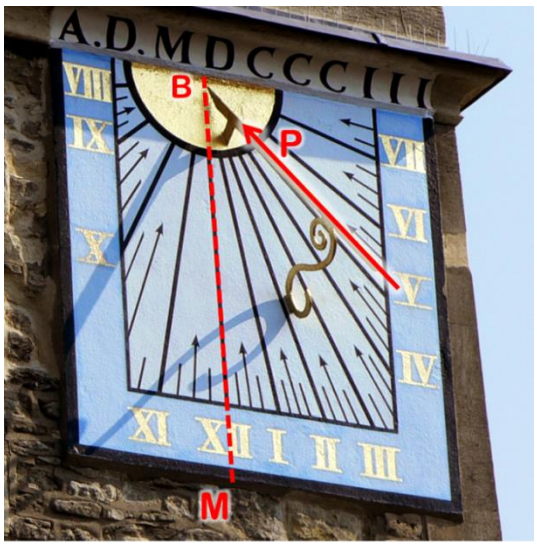
Construction



Les tables de coordonnées donnent la position des extrémités des lignes horaires pour les solstices, ainsi que l'angle de la droite. Les coordonnées des points composant les lignes de déclinaison sont données en cartésien (x et y en millimètres) et en polaire (rayon en millimètres et angle en degrés).

Les coordonnées cartésiennes sont données en millimètres par rapport au point A du style, l'axe x étant orienté vers la droite et l'axe y vers le haut. Les coordonnées polaires (rayon et angle) sont données en millimètres et en degrés, par rapport au point B du style, dans le sens trigonométrique.

Pour des cadrans déclinants où le point B est rejeté très loin, les coordonnées polaires ne sont plus données.



Dans l'hémisphère nord, lorsque le style est du côté droit de la ligne de midi solaire, il s'agit d'un cadran déclinant vers l'Ouest, donc de l'après-midi. Si le style est du côté gauche, c'est un cadran du matin, donc déclinant vers l'Est. Dans l'hémisphère sud, ce sera l'inverse.

A gauche, cadran déclinant de l'église Saint Cross à Oxford, Royaume-Uni. Photo FB.

Le cadran vertical occidental

Géométrie du cadran

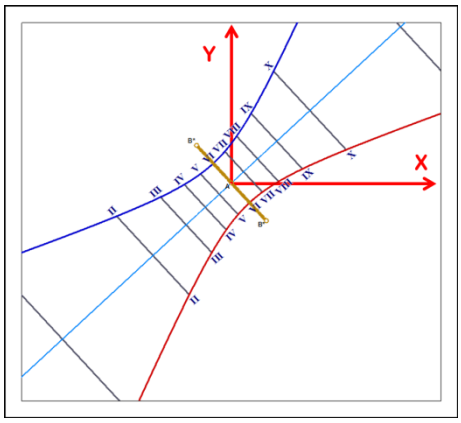
Le cadran occidental fait exactement face à l'Ouest. Son style est parallèle à la table du cadran. Le point B est rejeté à l'infini et les lignes horaires ne convergent plus vers un point mais sont parallèles entre elles.

Limites de fonctionnement

La table du cadran occidental est éclairée à partir du passage du Soleil au méridien jusqu'à son coucher. Peu après le passage au méridien, l'ombre du style est rasante et de grande longueur ; la précision du cadran est alors en général médiocre du fait des tolérances de construction et d'installation.

Construction

On construit en général un style rectangulaire peu large, avec une encoche au centre pour repérer la position de l'ombre sur les lignes de déclinaison. Il est également possible de n'avoir qu'une tige perpendiculaire plantée au point A. Les points B et C sont déterminés par la longueur tronquée de la base du style (voir la boîte de dialogue des Dimensions).



Les tables de coordonnées donnent la position des extrémités des segments de droite horaire pour les solstices.

Les coordonnées cartésiennes sont données en millimètres par rapport au point A du style, l'axe x étant orienté vers la droite et l'axe y vers le haut.

Les coordonnées polaires (rayon et angle) sont données en millimètres et en degrés, par rapport au point A du style (contrairement aux autres cadrans), dans le sens trigonométrique.

Installation

Le cadran doit être placé sur un mur vertical, faisant face à l'ouest.

La partie la plus importante du style étant son extrémité, il peut être matérialisé par un œilleton (disque percé) ou par un simple style droit. Il peut comporter une portion de style polaire à son extrémité, qui sera donc parallèle à la table du cadran, et parallèle à l'axe de la Terre.

À gauche, cadran occidental peint sur la cathédrale d'Albi, France – Photo FB.

Le cadran vertical oriental

Géométrie du cadran

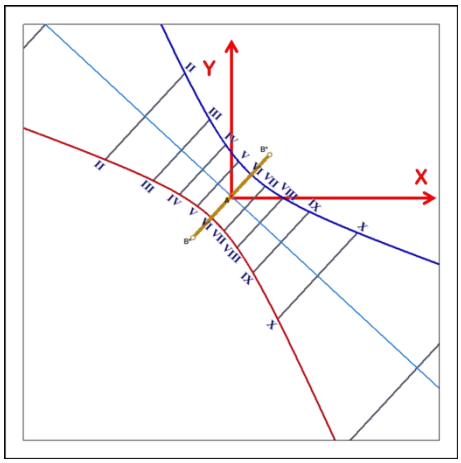
Le cadran oriental fait exactement face à l'Est. Son style polaire est parallèle à la table du cadran et à l'axe de rotation de la Terre. Le point B est rejeté à l'infini et les lignes horaire ne convergent plus vers un point mais sont parallèles entre elles. C'est pourquoi on n'a en général qu'un style droit, parfois doté d'une portion du style polaire à son extrémité. La table du cadran est incluse dans le plan méridien.

Limites de fonctionnement

La table du cadran oriental est éclairée du lever du Soleil jusqu'à son passage au méridien. A l'approche du passage au méridien, l'ombre du style devient rasante et son extrémité s'éloigne à l'infini ; la précision du cadran est alors en général médiocre.

Construction

On construit en général un style rectangulaire peu large, avec une encoche au centre pour repérer la position de l'ombre sur les lignes de déclinaison. Il est également possible de n'avoir qu'une tige perpendiculaire plantée au point A. Les points B et C sont déterminés par la longueur tronquée de la base du style (voir la boîte de dialogue des Dimensions).

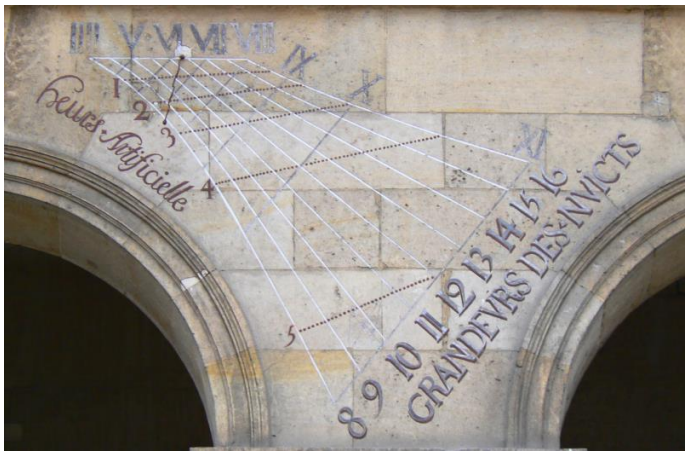


Les tables de coordonnées donnent la position des extrémités des segments de droite horaire pour les solstices. Les coordonnées cartésiennes sont données en millimètres par rapport au point A du style, l'axe x étant orienté vers la droite et l'axe y vers le haut.

Les coordonnées polaires (rayon et angle) sont données en millimètres et en degrés, par rapport au point A du style (contrairement aux autres cadrans), dans le sens trigonométrique.

Installation

Le cadran doit être placé sur un mur vertical, faisant face à l'Est. Le style doit être parallèle à l'axe de la Terre :

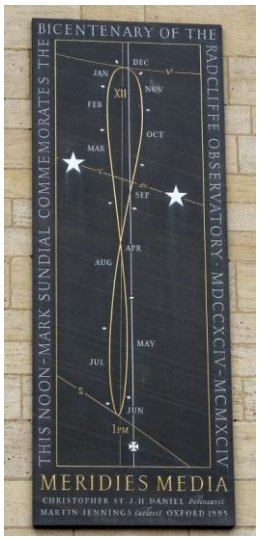


Cadran oriental dans la cour des Invalides, Paris – Photo FB.

La méridienne

Une méridienne est une variante d'un cadran solaire souvent horizontal ou vertical. On connaît les grandes méridiennes horizontales dans certaines églises mais on rencontre le plus souvent des méridiennes verticales ornées de la courbe en huit autour de la ligne de midi solaire.

Une méridienne est destinée à fournir le temps moyen à l'approche de midi solaire, c'est pourquoi le tracé d'une méridienne se limite en général à un intervalle de 30 minutes à une heure autour de midi.



Oxford

Paris – Hôtel Crillon

Dijon – Palais des Ducs

Montbéliard
Parc de Pré la rose

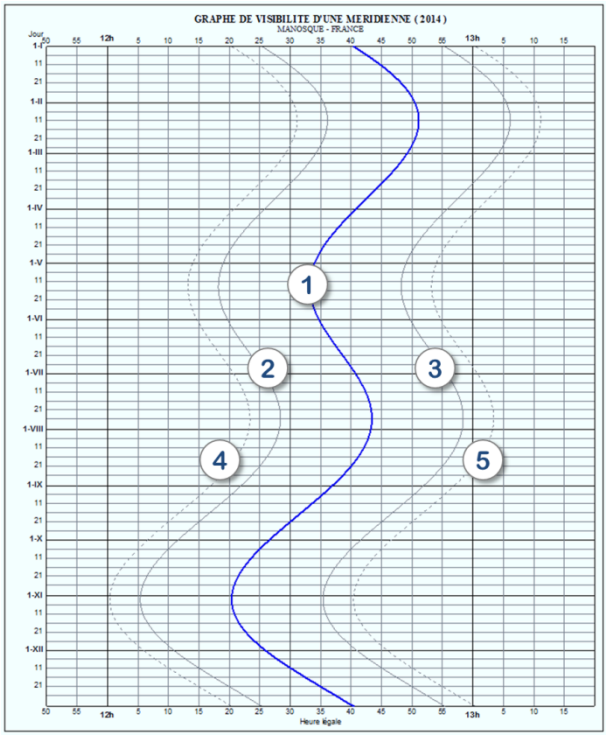
L'Italie a popularisé les méridiennes horizontales dans les églises et nous en connaissons quelques-unes en France, dont la fameuse méridienne de l'église Saint-Sulpice à Paris.

Shadows permet de créer une méridienne à partir d'un cadran plan quelconque (horizontal, polaire, déclinant, etc.). Pour créer une méridienne, cocher la case En faire une méridienne dans la page de sélection du type de cadran plan à style polaire. On peut également choisir Heures limites du cadran dans le menu Tracés.

La méridienne limitera le tracé du cadran entre 11 h et 13 h. Toutes les autres options habituelles du cadran sont utilisables. Les options recommandées pour une méridienne sont de tracer les lignes horaires toutes les cinq minutes, de tracer la courbe en huit à midi, et de tracer des arcs diurnes pour les signes du Zodiaque ou à dates fixes.

Graphe de visibilité de l'ombre sur une méridienne

Ce graphe fournit en heure civile (heure de la montre) les instants de passage du Soleil au méridien en fonction de la date. Cela permet de savoir à quelle heure l'ombre passe sur la courbe en huit sur la méridienne. La correction de longitude est incluse dans ce graphe. La valeur de l'équation du temps peut être déduite de la différence entre la courbe 1 et la ligne 12h.



1. midi solaire – heure de passage du Soleil au méridien local.

2. correspond à 11h45 solaire

3. correspond à 12h15 solaire

4. correspond à 11h40 solaire – soit à peu près au moment où l'ombre du Soleil pénètre sur la méridienne.

5. correspond à 12h20 solaire – soit à peu près au moment où l'ombre du Soleil sort de la méridienne.

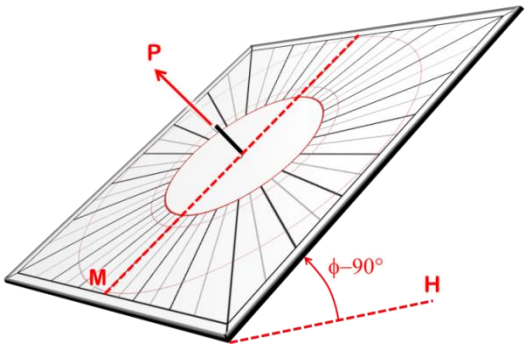
Le cadran équatorial

Note : les explications ci-dessous sont données pour l'hémisphère nord et en italique entre parenthèses pour l'hémisphère sud.

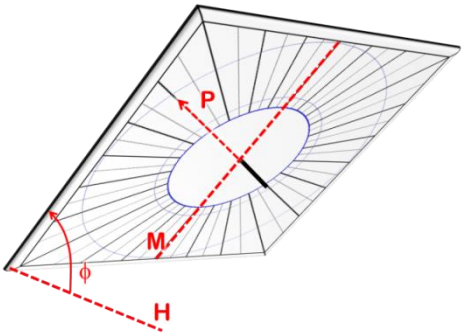
Le cadran équatorial est un cas particulier du cadran quelconque pour lequel le tracé des lignes horaires devient très simple. En effet, ce cadran est placé dans le plan de l'équateur céleste (prolongement de l'équateur terrestre à l'infini).

Le style est perpendiculaire au plan, orienté vers le pôle nord céleste (*pôle sud*). Les ombres sont rectilignes et se déplacent à l'opposé du Soleil à la même vitesse. Les lignes horaires sont donc disposées régulièrement tous les 15° (360° / 24 h). Les lignes de déclinaison sont des cercles. C'est le seul cadran qu'il est facile de fabriquer sans aucun calcul.

Ce cadran possède deux faces tracées : la face supérieure éclairée entre l'équinoxe de printemps et celui d'automne, et la face inférieure éclairée entre l'équinoxe d'automne et celui de printemps. Au moment des équinoxes, le cadran est éclairé par la tranche et n'est guère utilisable.



Face supérieure. Le style pointe vers le pôle.



Face inférieure

Ci-contre, l'un des trois cadrans équatoriaux en marbre blanc visibles dans la Cité Interdite à Pékin. Le style traverse la table de part en part et permet la lecture de l'heure sur les deux faces selon la saison.

Photo FB.

Le cadran polaire

Géométrie du cadran

La table du cadran polaire est parallèle à l'axe des pôles et fait face au point d'intersection entre l'équateur céleste et le méridien du lieu. Son inclinaison par rapport à l'horizontale est égale à la latitude du lieu. C'est le cadran complémentaire du cadran équatorial.

Ses lignes horaires sont toutes parallèles et orientées vers le pôle.

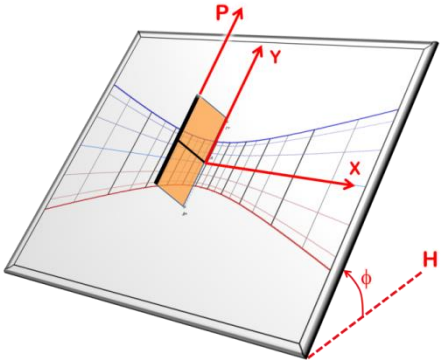
Le style peut être une simple tige plantée perpendiculairement à la table, au point A, ou un rectangle s'étendant entre les deux points B*. C'est le même type de style que pour un cadran occidental ou oriental.

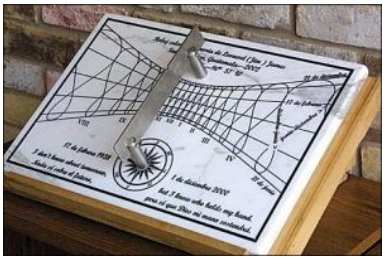
Limites de fonctionnement

Le cadran polaire (non déclinant) donne l'heure toute l'année et durant toute la journée, comme le cadran horizontal.

Construction

L'axe y est orienté selon l'axe polaire, vers le pôle.



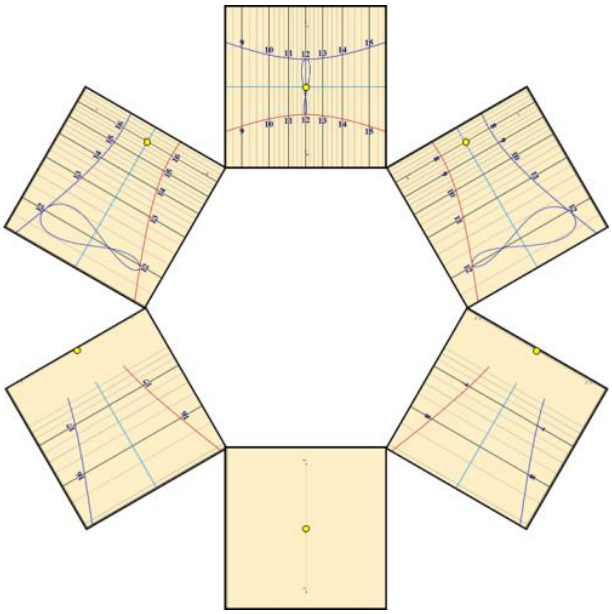


Cadran polaire avec courbes en huit de temps moyen, réalisé par Dan O'Neal pour la ville de Santa Avelina au Guatémala

Le cadran polaire déclinant

Cette variante du cadran polaire fait tourner le cadran autour de l'axe polaire d'un angle de déclinaison donné. Si la déclinaison est de 90° vers l'ouest, on obtient l'équivalent du cadran occidental.

L'intérêt de ce cadran est de permettre la construction d'un cadran multiple, sur les faces d'un cylindre polyédrique orienté selon l'axe polaire. Par exemple, un cylindre à 8 faces, permettra d'avoir un cadran polaire méridional, deux cadrans polaires à 45° Est et Ouest, deux cadrans polaires à 90° Est et Ouest, et deux cadrans polaires à 135° Est et Ouest. Le dernier cadran à 180° ne sera quasiment jamais éclairé.



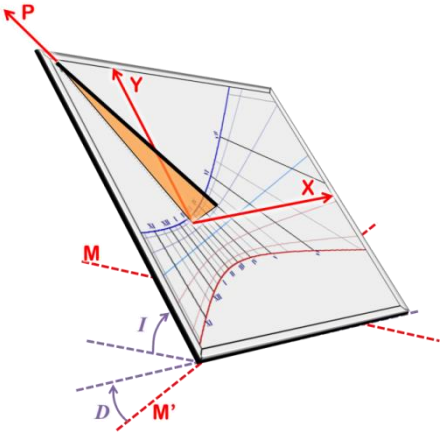
Exemple de cadran polaire multiple pour un cylindre hexagonal. Il faut imaginer les cadrans repliés sur les flancs du cylindre hexagonal. Les cadrans déclinants sont à 60°, 120° et 180°.

Le cadran incliné-déclinant

Le cadran incliné déclinant est placé sur un support non vertical et ne faisant pas face au méridien. Ce genre est assez rare par le fait de la rareté des supports de ce type en architecture. On en trouve cependant sur des chanfreins d'arcs-boutants ou sur des rochers aménagés. Certaines inclinaisons peuvent être intéressantes quant à la disposition des lignes horaires.

On rencontre parfois des cadrans multiples qui comportent des cadrans inclinés déclinants. Par exemple, un polyèdre (le plus souvent à 10 faces) peut voir chacune de ses faces décorées d'un cadran de type différent. Le cadran incliné déclinant sera donc utile pour les autres faces que celles verticales ou horizontales.

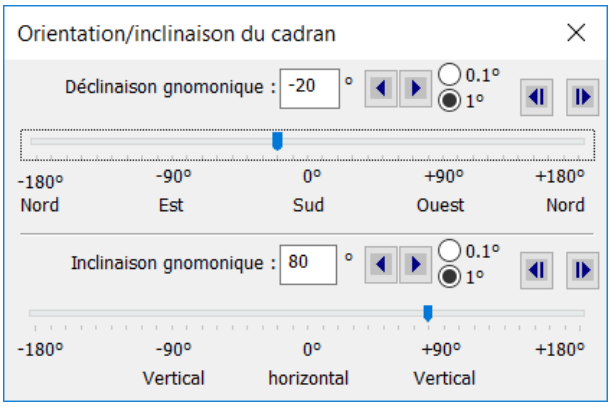
Note : les cadrans équatoriaux et les cadrans polaires sont des exemples de tels cadrans (bien que leur déclinaison soit nulle).



Le cadran incliné-déclinant se caractérise par son inclinaison gnomonique *I* mesurée depuis l'horizontale, et par sa déclinaison gnomonique *D* mesurée par rapport à la ligne Est-Ouest M'.

Changement de la déclinaison et/ou de l'inclinaison

En choisissant dans le menu : Configuration > Changer l'orientation / l'inclinaison du cadran…, il est possible de changer en temps réel l'orientation et l'inclinaison du cadran et d'observer la modification du tracé.



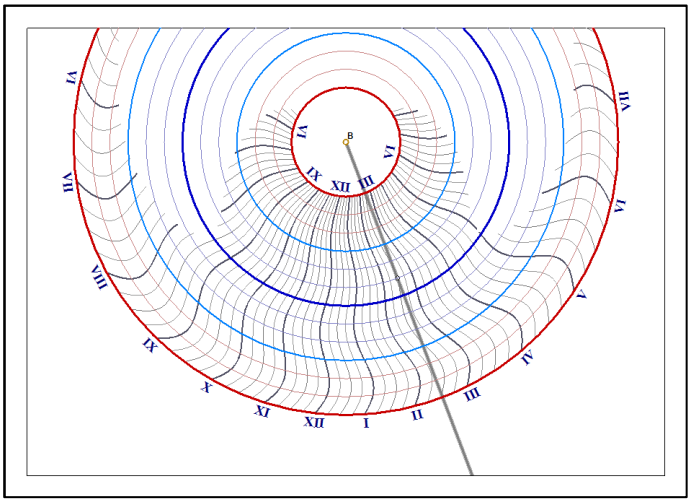
Un cadran vertical déclinant peut être modifié en déclinaison mais pas en inclinaison.

Un cadran plan quelconque peut être modifié dans les deux directions, déclinaison et inclinaison.

Le cadran araignée

Le cadran araignée est construit sur la base d'un cadran à style polaire. Il peut donc être incliné et déclinant. Il prend son nom de la similitude entre le tracé croisé des lignes horaires oscillantes et des cercles de date avec une toile d'araignée.

Le principe est de tracer des courbes horaires qui correspondent à l'équation du temps déroulée de façon à fournir une lecture linéaire de la date du cercle intérieur vers le cercle extérieur. Le style ici est forcément polaire et suffisamment long pour fournir une ombre qui couvre tout le cadran.



On lira l'heure en repérant le cercle qui correspond à la date et qui permettra de lire l'heure par intersection avec les lignes horaires.

On commence avec le cercle le plus petit qui correspond au solstice d'été et l'on va vers le cercle bleu foncé au milieu qui correspond au solstice d'hiver avant de poursuivre à nouveau jusqu'au grand cercle extérieur qui correspond au solstice d'été.

La longueur de l'ombre n'importe pas. Ce n'est que l'intersection de l'ombre avec le cercle correspondant à la date qui doit être observée. L'heure est alors lue entre les courbes ondulées les plus proches.

Ce cadran n'autorise pas les tracés habituels des autres cadrans solaires (heures italiques par exemple)

Lors de la visualisation de l'ombre sur le cadran, un marqueur sous forme d'un disque permet de savoir où lire l'heure. Ce cadran permet donc de lire directement l'heure de la montre, en utilisant l'intersection de l'ombre du style et du cercle correspondant à la date.

Les options de tracé des cercles sont les mêmes que les arcs diurnes d'un cadran classique (par date, zodiaque ou déclinaison).

Le cadran araignée est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Les cadrans analemmatiques

Les cadrans analemmatiques sont les membres d'une famille de cadrans dont le style est mobile en fonction de la date dans l'année. Un cadran analemmatique est constitué d'une ellipse graduée avec des points horaires, et une ligne centrale où se déplace le style au cours de l'année.

Le cadran analemmatique le plus courant est horizontal. Il est souvent réalisé au sol, de grande dimension, afin qu'une personne puisse jouer le rôle du style en se plaçant à l'endroit indiqué par la date en levant le bras bien droit pour projeter son ombre sur l'ellipse.

Historique

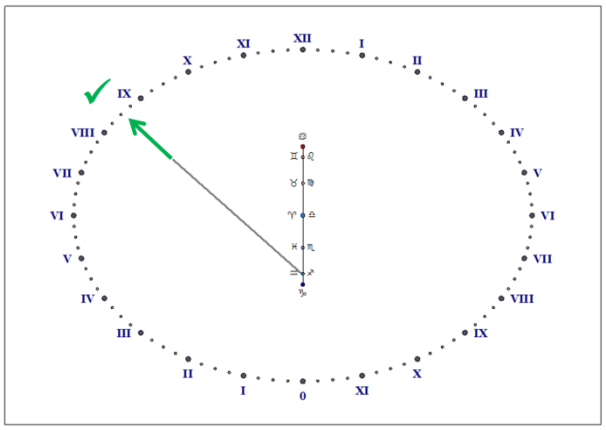
Le premier cadran analemmatique installé en France, et probablement dans le monde, est celui de l'église de Brou, datant de 1513. Il a été décrit en 1644 par Vauzelard qui est considéré comme l'inventeur et le théoricien de ce type de cadran. Néanmoins, peu de cadrans de ce type ont été construits jusqu'au début du XXème siècle (Dijon 1827, Besançon 1902, Montpellier, Avignon).

Placement du style

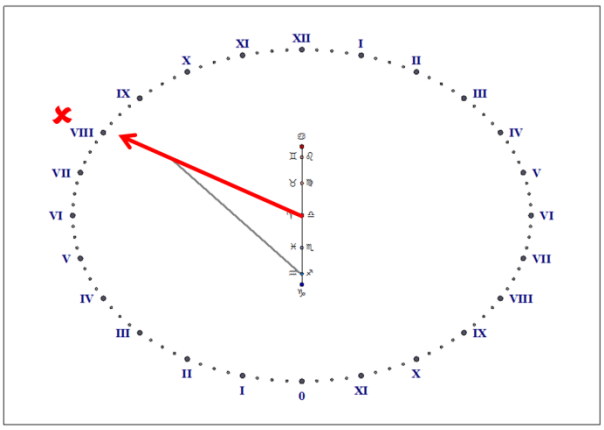
Dans un analemmatique, le style est droit et perpendiculaire au cadran. Pour lire l'heure sur un analemmatique, il faut commencer par placer le style sur la ligne centrale selon la date du moment. Il faut donc que la ligne centrale comporte soit une rainure où puisse coulisser le style vertical, soit comporte des trous permettant de planter le style.

Lecture de l'heure

Si l'ombre du style est suffisamment longue et coupe l'ellipse, l'heure est lue à l'intersection de l'ombre et de l'ellipse. Dans le cas où l'ombre du style est trop courte et ne coupe pas l'ellipse, ce n'est pas son extrémité qui indique l'heure mais son prolongement jusqu'à l'ellipse (voir ci-dessous).



Bonne façon de lire l'heure :
en prolongeant l'ombre vers l'ellipse



Mauvaise façon de lire l'heure : en tenant compte de l'extrémité de l'ombre depuis le centre du cadran

Bien que le premier cadran de ce type à avoir vu le jour soit celui de Brou, il est à noter que celui-ci présente une courbe en huit sur la ligne des dates sur laquelle l'utilisateur est sensé poser le style vertical pour afficher le temps moyen. Cette pratique est erronée et ne peut conduire à l'affichage du temps moyen. C'est pourquoi Shadows ne propose que le temps solaire sur les analemmatiques.

L'ellipse

Plus la latitude est élevée, plus l'ellipse tend vers un cercle et la ligne des dates se rétrécit. Au pôle, le cadran analemmatique devient un cadran équatorial. À l'équateur, l'ellipse se réduit à une droite graduée par les points d'heure, mais la ligne des dates atteint sa plus grande élongation.

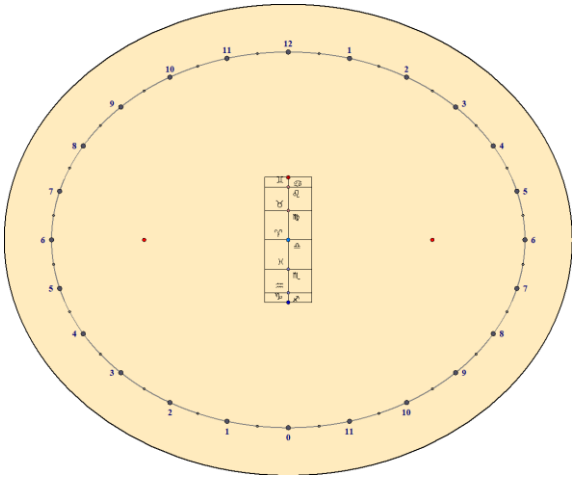
Les cadrans analemmatiques sont disponibles dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Le cadran analemmatique horizontal

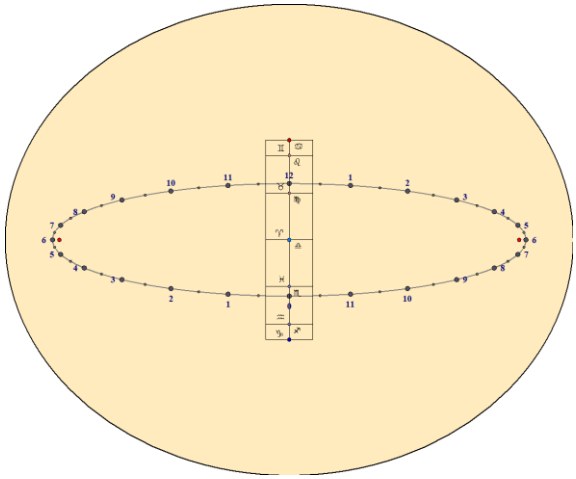
Ce cadran a son petit axe aligné sur le méridien (nord-sud) et donc son grand-axe aligne selon l'axe Est-Ouest. La ligne des dates est toujours alignée selon le méridien local.

Cadran analemmatique de la promenade du Peyroux à Montpellier. Photo FB.
L'utilisateur se place sur la ligne de date à l'endroit correspondant à la date du jour et lève le bras bien droit au-dessus de lui. L'heure est lue dans le prolongement de l'ombre du bras sur l'ellipse.

Selon la latitude du lieu, l'ellipse est plus ou moins excentrique et la ligne des dates plus ou moins longue. Un tel cadran implanté au pôle serait équivalent à un cadran équatorial ; la ligne des dates se réduisant à un seul point et l'ellipse étant un cercle parfait. À l'opposé, placé à l'équateur, la ligne de dates aurait sa plus grande longueur tandis que l'ellipse se réduirait à une droite orientée Est-Ouest.



Cadran analemmatique horizontal
pour Berlin, Allemagne (52° 30' N)

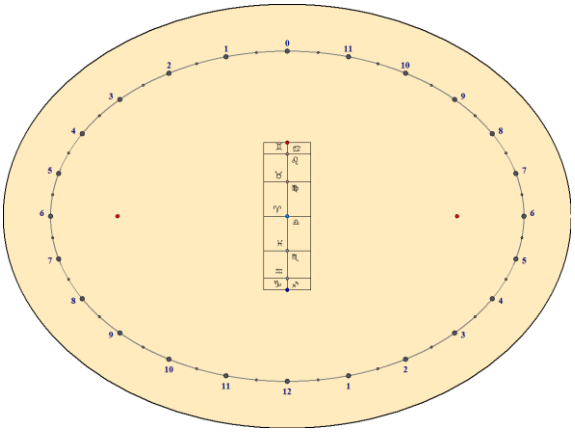


Cadran analemmatique horizontal
pour Bangkok, Thaïlande (13° 45' N)

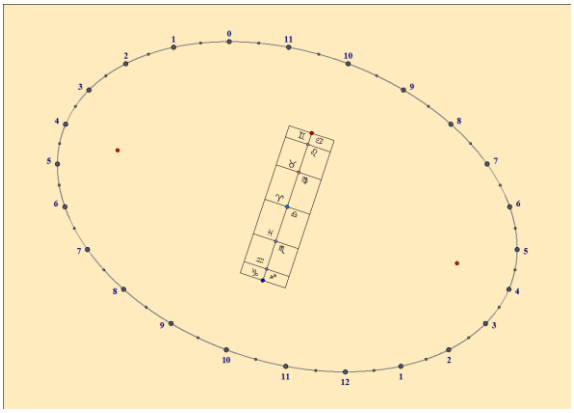
Le cadran analemmatique vertical

Deux types d'analemmatiques sont proposés ici : le vertical méridional faisant face au méridien, et le vertical déclinant à installer sur n'importe quel mur vertical.

Sur ce cadran, la ligne des dates est inclinée et l'ellipse est plus ou moins excentrique. Si la déclinaison est égale à 90° (cadran oriental ou occidental) l'ellipse se réduit à une droite perpendiculaire à la ligne des dates, qui elle-même fait un angle avec l'horizontale égale à la latitude du lieu.



Cadran analemmatic vertical méridional

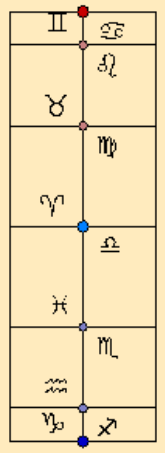


Cadran analemmatique vertical déclinant de 20° vers l'Est

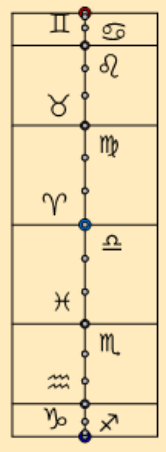
Les cadrans analemmatiques verticaux méridionaux sont disponibles dans Shadows Expert et Shadows Pro. Les cadrans analemmatiques verticaux déclinants ne sont disponibles que dans Shadows Pro.

Options de la ligne de dates

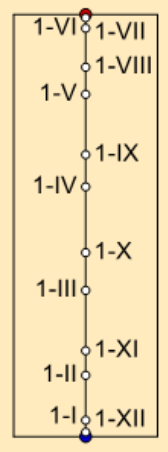
La ligne de date peut être configurée pour afficher les signes du Zodiaque, les dates du mois ou les valeurs de déclinaison du soleil, comme pour les arcs diurnes d'un cadran classique.



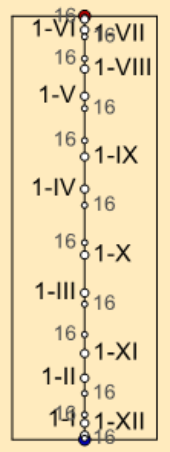
Signes du Zodiaque



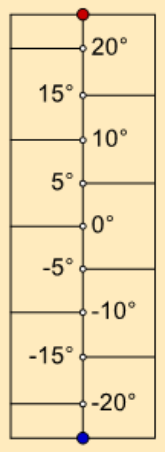
Signes du Zodiaque et points des décans



Marquage du 1er de chaque mois



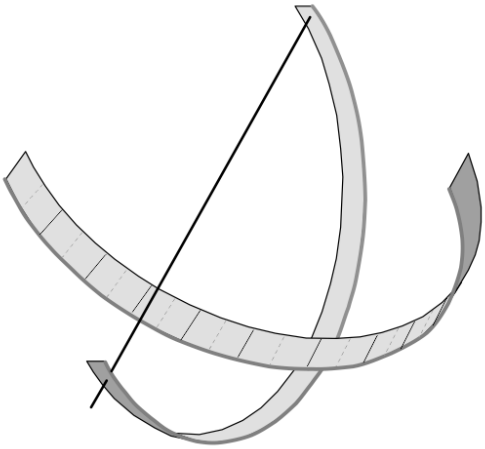
Marquage du 1er et du 16 de chaque mois



Marquage en déclinaison

La couronne armillaire

Ce cadran est tracé sur la face interne d'un demi-cylindre dont l'axe est incliné selon l'axe de rotation de la Terre. Il s'agit d'un cadran cylindrique polaire. Son style est représenté par une tige positionnée selon l'axe du cylindre. On installe un marqueur au milieu de cette tige pour noter la position de l'ombre en déclinaison. Ce marqueur est souvent une boule.



Les lignes horaires sont toutes parallèles et espacées régulièrement. Elles marquent l'angle horaire du soleil. Les lignes de déclinaison sont des cercles parallèles coupant les lignes horaires à angle droit.

Si le rayon du cylindre est grand, on obtient une couronne armillaire que l'on peut utiliser comme bande équatoriale d'une sphère armillaire.

Ce cadran donne les mêmes indications qu'un cadran plan polaire.

Ce type de cadran est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

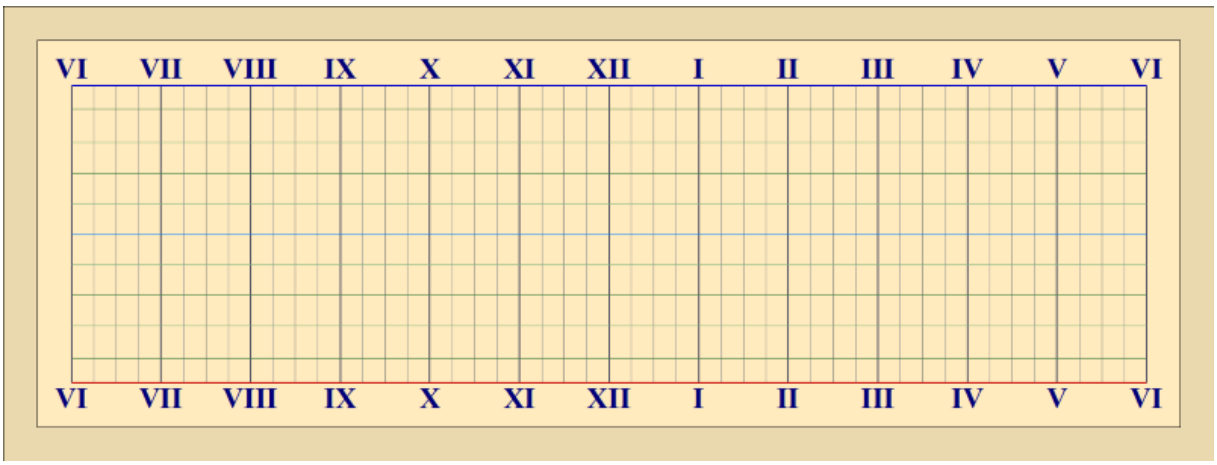
Ci-contre un cadran cylindrique armillaire à Genève.

Les graduations horaires sont marquées de chiffres romains à 6h et 12h.

Les lignes parallèles superposées permettent de noter la déclinaison du Soleil, tous les 5°.

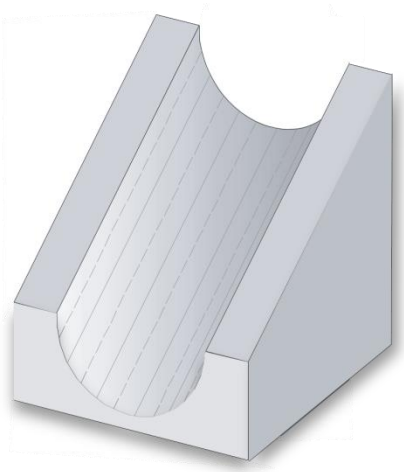
Un œilleton laisse passer un spot lumineux qui marque l'heure sur la couronne cylindrique.

Ci-dessous le tracé équivalent dans Shadows. La bande est tracée en fonction du rayon renseigné. Elle est à coller à l'intérieur du cylindre, centrée par rapport à l'œilleton.



Le cadran cylindrique polaire sans style

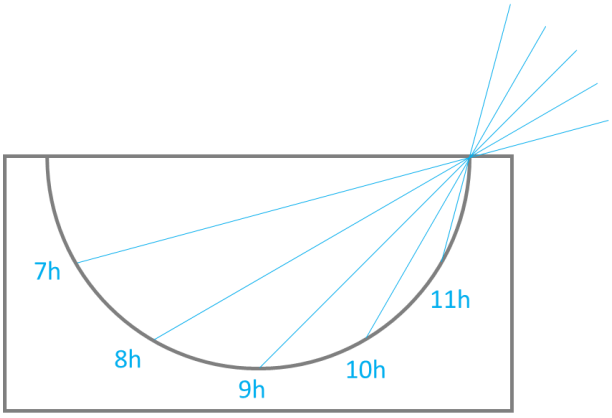
Il s'agit d'un cylindre coupé en deux dans le sens de la longueur, et orienté selon l'axe polaire.



Ce cadran n'ayant pas de style, l'ombre est portée par les bords du cylindre. Le matin, l'heure est donnée par l'ombre portée par le bord droit (gauche dans l'hémisphère sud) du cylindre. L'après-midi, l'ombre est portée par l'autre bord du cylindre.

Les lignes horaires du cadran sont parcourues deux fois dans la journée par l'ombre portée successivement par les deux bords du cadran.

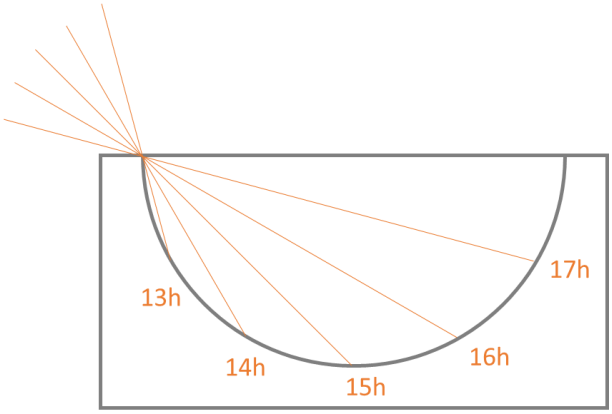
Ce type de cadran est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.



Exemple pour l'hémisphère nord, tracé dans le plan polaire :

Au lever de Soleil, l'ombre du bord droit tangente le bord gauche, puis la limite entre l'ombre et la lumière descend dans le cylindre au fur et à mesure que le Soleil s'élève dans le ciel.

À midi le Soleil étant à l'aplomb du demi-cylindre, aucune ombre n'est marquée et le fond du cylindre est entièrement éclairé.



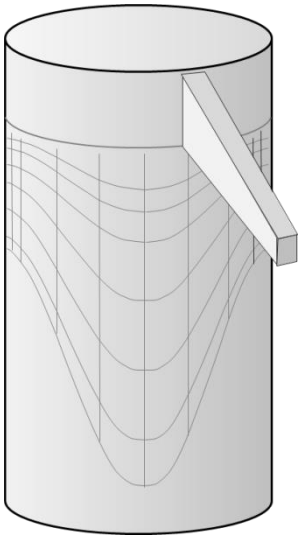
L'après-midi, le Soleil commence à redescendre vers l'ouest et le l'ombre est produite par le bord gauche.

L'ombre descend puis remonte côté droit jusqu'à 18h solaire où le cylindre est à nouveau entièrement dans l'ombre.

Dans l'hémisphère sud, le processus serait inversé avec le Soleil parcourant le ciel de gauche à droite.

Le cadran de berger

Ce cadran est réalisé sur la face externe d'un cylindre vertical. Le style est perpendiculaire au cylindre et monté sur un anneau qui peut tourner autour de l'axe du cylindre. Pour faire fonctionner le cadran, on tourne le style pour l'aligner avec le repère de la date du jour. Ensuite on tourne le cylindre et le style ensemble de façon à obtenir une ombre verticale (le style est alors pointé dans la direction du soleil). La longueur de l'ombre donne l'heure grâce aux courbes graduées. Il est important que le bas du style soit aligné avec le haut des graduations.



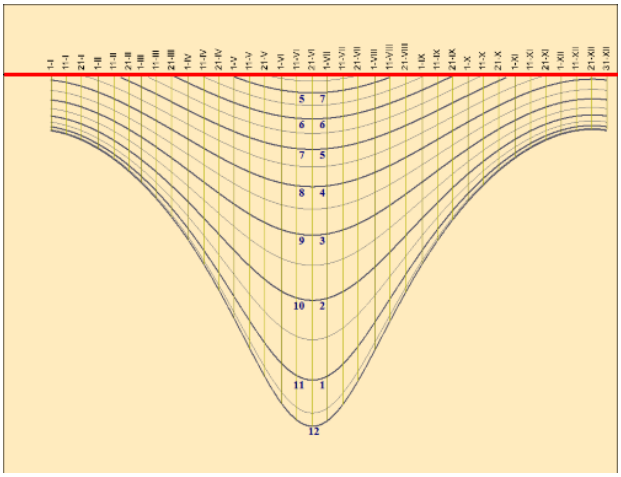
Sur ce type de cadran, c'est donc la hauteur du soleil qui donne l'heure et non pas son angle horaire comme d'habitude.

Le cadran de berger est souvent réalisé sur un petit cylindre de bois, facilement transportable dans la poche. Il est souvent suspendu par une ficelle à son sommet pour obtenir la verticale.

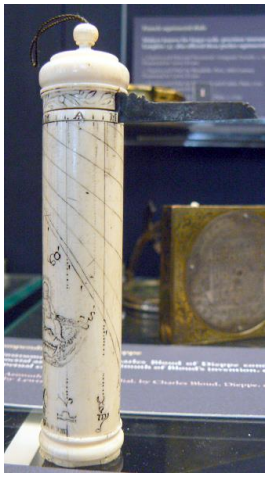
Il fonctionne toute l'année mais nécessite de connaître la date pour l'orienter correctement. Il n'indique que l'heure solaire vraie.

Les lignes verticales sont tracées par défaut pour les changements de signe du Zodiaque. Ce sont les équivalents des arcs diurnes. En allant dans le menu Tracés > Propriétés des arcs diurnes... il est possible de faire afficher une ligne selon la date.

Ce type de cadran est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.



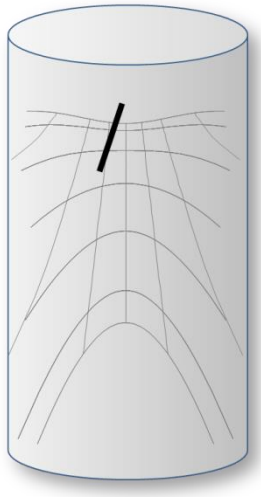
Tracé dans Shadows.
La ligne rouge correspond au bas du style.



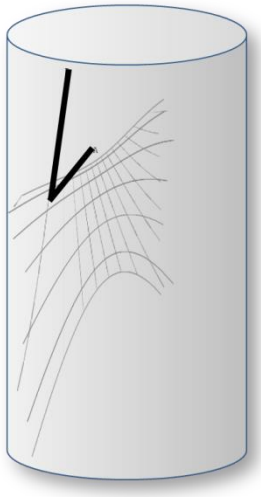
Cadran de Berger en ivoire
Musée des Sciences à Oxford, Royaume-Uni

Le cadran cylindrique vertical

Ce cadran est tracé sur l'extérieur d'un cylindre vertical dont le style est planté perpendiculairement à la surface. Le style peut être déclinant, c'est à dire qu'il n'est pas nécessairement au sud. Il est possible néanmoins d'installer un style polaire entre le point B et l'extrémité du style droit, comme pour un cadran classique.



Méridional (non déclinant)



Déclinant de 30° à l'ouest

On peut imaginer un tel cadran sur une tour ronde d'une bâtisse ancienne ou d'un château.

Ce type de cadran n'est disponible que dans Shadows Pro.

Les cadrans bifilaires

On regroupe sous l'appellation de cadran bifilaire, les cadrans dont le « style » est formé par deux fils orthogonaux tendus au-dessus du cadran à des hauteurs différentes. L'ombre de ce style forme donc une croix sur le cadran. On doit ce type de cadran à un mathématicien allemand, Hugo Michnik, qui le décrivit en 1922 dans sa forme horizontale. Depuis, de nombreuses variations ont été explorées, dont les verticaux déclinants.

L'un des fils est appelé fil méridien car il est contenu dans le plan du méridien local. L'autre fil est appelé fil transversal et est toujours perpendiculaire au premier.

Le réseau de lignes d'un cadran bifilaire ressemble à celui d'un cadran à style polaire : les lignes horaires convergent vers un point du cadran et les arcs diurnes sont des hyperboles. On peut assimiler le point de convergence des lignes horaires au point d'attache du style polaire d'un cadran classique (point B). De même, le point situé à la verticale de la croisée des fils peut être assimilé au point d'attache du style droit d'un cadran classique (point A).

Lorsque la hauteur des fils obéit à une relation particulière, le réseau de lignes horaires est espacé régulièrement de 15°, comme sur un cadran équatorial ; on dit alors que le cadran est équiangulaire. Dans ce dernier cas, la hauteur du fil transversal est calculée à partir de celle du fil méridien et de la latitude.

Dans le cas où les deux fils sont à la même hauteur, alors on se retrouve dans le cas d'un cadran classique à style polaire, où le point de croisement des fils correspond à l'extrémité du style. Cela peut être une alternative au style pointu habituel qui peut poser des problèmes de sécurité.

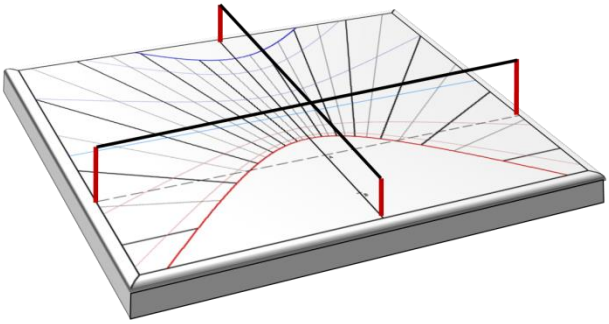
Les cadrans bifilaires ne sont disponibles que dans Shadows Pro.

Le cadran bifilaire horizontal

Ce cadran horizontal comporte un fil orienté Nord-Sud (le fil méridien) et un autre fil orienté Est-Ouest (le fil transversal).

Le centre du cadran (où convergent les lignes horaires) est légèrement décalé vers le sud par rapport au point situé à la verticale de la croisée des fils. La ligne de midi est orientée Nord-Sud comme sur un cadran à style polaire.

Si le cadran est équiangulaire, le fil transversal est situé en dessous du fil méridien et les lignes horaires sont espacées régulièrement de 15° (d'où le nom).

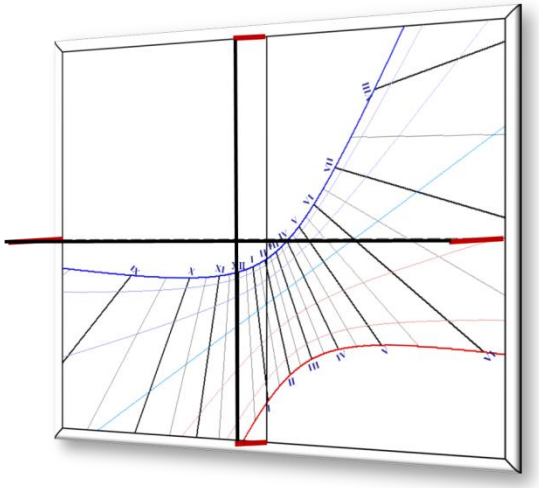


Le cadran bifilaire horizontal est une excellente alternative au cadran horizontal classique dans la mesure où il supprime les dangers du style pointu, tout en proposant un tracé similaire.

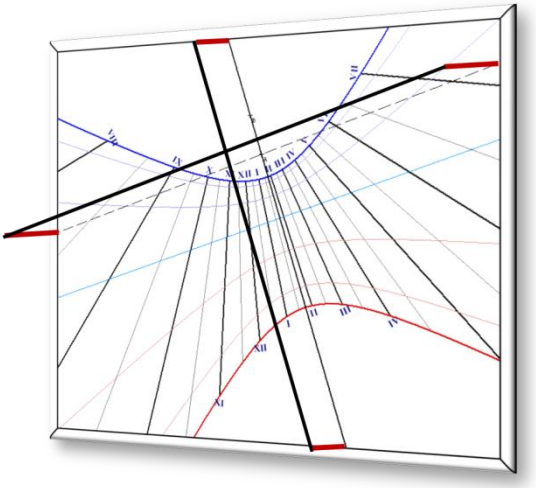
Le cadran bifilaire vertical déclinant

Le cadran bifilaire vertical général comporte un fil vertical, parallèle au mur (le fil méridien) et un fil horizontal (le fil transversal), orienté Est-West si le cadran n'est pas déclinant.

La propriété intéressante du cadran bifilaire vertical déclinant équiangulaire est que les fils ne sont plus horizontaux et verticaux, mais inclinés (ils restent néanmoins orthogonaux). Le fil méridien est au-dessus de la sous-stylaire (joignant les points A et B). Autre curiosité : la ligne de midi n'est plus verticale mais inclinée. Les lignes horaires sont espacées régulièrement de 15°.



Le cadran bifilaire vertical déclinant de base, avec un fil horizontal et un fil vertical



Le cadran bifilaire vertical déclinant équiangulaire. Les fils sont inclinés.

Note : le cadran bifilaire vertical à fils inclinés n'est pas disponible pour l'hémisphère sud.

Cette page est laissée intentionnellement blanche.

LIVRE 3 – LES ASTROLABES

Introduction aux astrolabes

Note : reportez-vous au glossaire pour les définitions des termes techniques et astronomiques utilisés dans le texte.

Un astrolabe est une représentation plane de la sphère céleste. Mais c'est avant tout un instrument de calcul astronomique, permettant de déterminer des heures de lever, de coucher ou de passage au méridien d'un astre, de convertir les coordonnées d'un astre d'un système de coordonnées à l'autre (horizontal, équatorial, écliptique), de trouver l'azimut, la hauteur, l'ascension droite, la déclinaison, etc.

Les origines de l'astrolabe sont assez imprécises ; on connaît cependant quelques-uns des premiers contributeurs ayant écrit des traités sur l'astrolabe, entre le 3e et le 6e siècle, et l'on sait aussi que Ptolémée avait déjà écrit une étude sur la projection stéréographique dans son ouvrage Le planisphère, trois siècles avant notre ère. La littérature sur les astrolabes explose véritablement entre le 9e et le 12e siècle, notamment grâce aux nombreuses traductions des traités anciens (grecs ou arabes), et aussi par le fait de la conquête de l'Europe du sud par les arabes, aboutissant à la fameuse école hispano-mauresque dont l'astronome Arzachiel est le membre le plus connu.

Astrolabe français du 17e siècle exposé au Musée Smithonian de l'air et de l'espace à Washington.

L'astrolabe se diffuse ensuite entre le 12e et le 16e siècle, conjointement vers l'Orient et la Perse d'une part et vers le reste de l'Europe d'autre part, notamment vers Paris, l'Allemagne et la Hollande où de nombreux artisans orfèvres, pas toujours scientifiques ou astronomes, réalisent de magnifiques astrolabes superbement décorés. Ils réalisent les tracés par copie de modèles existants et les erreurs ne sont pas rares. L'un des constructeurs d'astrolabes les plus connus est le belge Arsenius. On assiste également à l'émergence des horloges astrolabiques vers le 17e siècle, dont celle de Prague est l'exemple le plus connu.

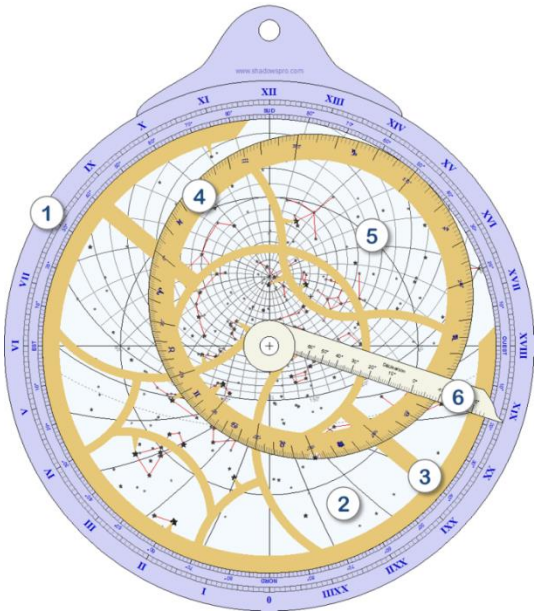
Aujourd'hui, on peut admirer les astrolabes dans les musées, les observatoires et les planétariums, comme le Musée des Arts et Métiers à Paris, le musée du Louvre, dans les observatoires de Paris ou de Greenwich, dans les musées d'histoire des sciences de Genève, d'Oxford ou de Florence, les musées de la marine de Madrid ou Barcelone, le planétarium Adler de Chicago, etc.

L'astrolabe a influencé de nombreux arts et est devenu le symbole de l'exploration géographique et du savoir. On peut en voir diverses représentations en peinture, sculpture et même dans les timbres, les monnaies et en horlogerie sur la page L'astrolabe dans les arts sur le site www.shadowspro.com. Il n'est pas rare de voir également un astrolabe au côté d'une sphère armillaire dans certains films, lorsqu'il s'agit de planter le décor du laboratoire d'un savant, comme celui de Dumbledore dans Harry Potter ou dans l'équipement de voyage de Guillaume de Baskerville dans Le nom de la rose.

L'astrolabe comporte en général des tracés sur ses deux faces, pour une utilisation différente et complémentaire. On distingue donc la face et le dos de l'astrolabe

La face de l'astrolabe

La face de l'astrolabe est constituée de la mère (2) qui accueille différents accessoires mobiles empilés les uns sur les autres. La mère peut être suspendue par un anneau attaché au trône. Autour de la mère se trouve le limbe (1) gradué qui est en surépaisseur par rapport au centre. La mère, le limbe et le trône sont fixes entre eux. Le fond de la mère étant percé d'un trou, on y empile des disques gravés, les tympans qui dépendent de la latitude d'utilisation. Un astrolabe comporte en général au moins deux ou trois tympans amovibles gravés recto-verso plus celui qui est gravé sur le fond de la mère afin de fournir plusieurs latitudes d'utilisation. Par-dessus le tympan, vient se fixer l'araignée (3), puis éventuellement la règle (6).



1. le limbe – entoure la mère et est gradué en degrés (par cadrans de 90°) et en angle horaire, et comporte les points cardinaux. On l'utilisera notamment en conjonction avec la règle.

2. la mère – comporte les graduations d'un tympan sur son fond. Les trois cercles concentriques centraux sont les tropiques et l'équateur. Les tracés à l'intérieur du cercle d'horizon sont les arcs d'azimut et de hauteur (almicantarats).

3. l'araignée – est mobile autour de l'axe central. Elle est souvent très ouvragée et richement décorée.

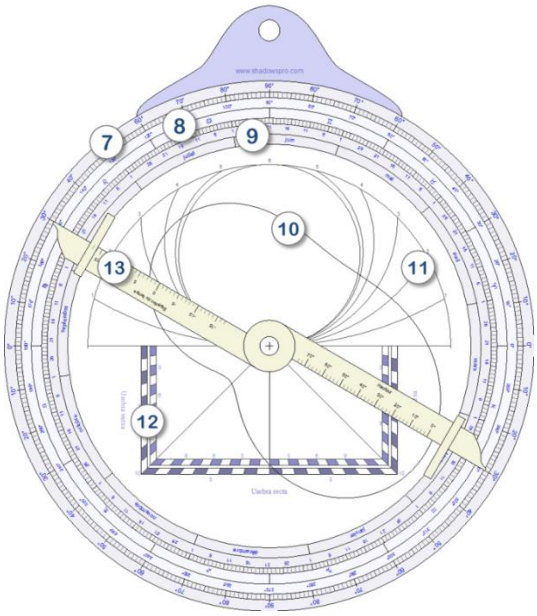
4. le cercle écliptique – est gradué en longitude écliptique et comporte les symboles zodiacaux. Il fait partie de l'araignée.

5. les étoiles de la sphère céleste – sont représentées directement ou sont figurées par de petits pointeurs attachés à l'araignée.

6. la règle – tourne autour du centre pour pointer une graduation sur le limbe.

Le dos de l'astrolabe

Le dos comporte divers tracés utilitaires et une alidade. On commence souvent par utiliser le dos avant de passer sur la face de l'astrolabe (par exemple, on vise le Soleil et on mesure sa hauteur, puis connaissant la date, on pourra en déduire l'heure solaire sur la face.



7. graduations en degrés – pour la mesure de hauteur ou d'angles avec l'alidade.

8. graduations en longitude écliptique – avec signes zodiacaux.

9. graduations en jours de l'année – permet de retrouver la longitude écliptique du Soleil à une date donnée.

10. équation du temps – en fonction de la date.

11. heures inégales.

12. carré des ombres – pour le calcul de distances et de hauteurs.

13. Alidade – L'alidade comporte deux pinnules de visée à ses extrémités.

Certains astrolabes donnent d'autres indications sur la face et/ou le dos, telles que la Qibla selon le lieu, les heures égales, etc.

Les différents types d'astrolabes

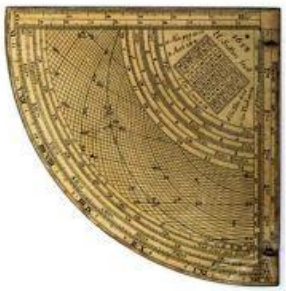
Avec le temps, l'astrolabe a été décliné en différents types et a été perfectionné dans son tracé et son usage :

L'astrolabe planisphérique classique

L'astrolabe universel

L'astrolabe nautique

L'astrolabe planisphérique islamique



L'astrolabe quadrant

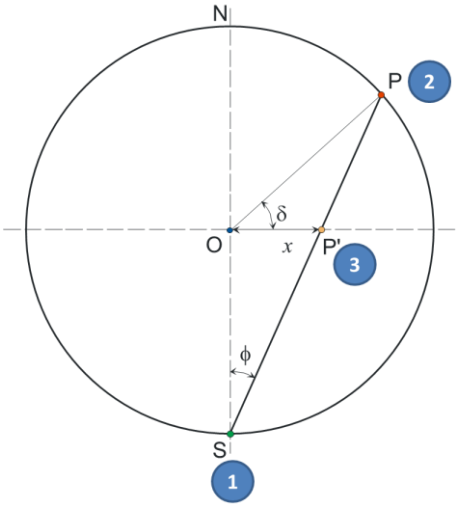
L'astrolabe de Rojas

Ces astrolabes sont décrits en détail dans l'ouvrage de D'Hollander (voir bibliographie).

La version actuelle de Shadows ne supporte que l'astrolabe nautique, l'astrolabe planisphérique et l'astrolabe universel.

La projection stéréographique

La projection stéréographique, utilisée dans l'astrolabe planisphérique, s'effectue en projetant un point d'une sphère sur le plan équateur, vue depuis l'un des pôles de la sphère. Dans le cas d'un astrolabe, le centre de projection est le pôle sud pour l'hémisphère nord, et le pôle nord pour l'hémisphère sud.



Le centre de projection (1) est placé au pôle sud. On projette un point P de la sphère céleste (2) de déclinaison δ sur l'équateur et on obtient le point P' (3). On mesure la distance du point P' au centre par x. Cette projection conserve l'autre coordonnée, à savoir l'ascension droite α de l'astre P. On tracera donc dans le plan la position du point P' en coordonnées polaires (x, α).

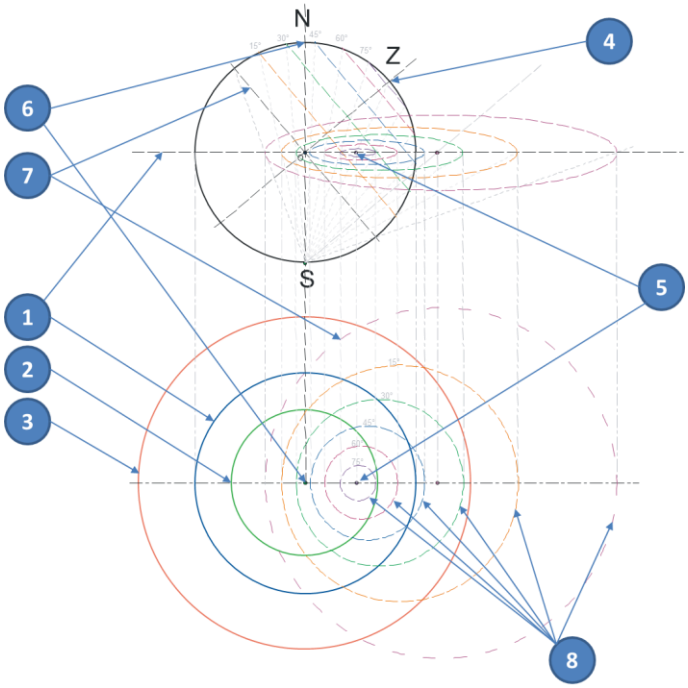
On constate que plus les déclinaisons sont basses, plus le point de projection P' s'éloigne du centre O. Pour cette raison on limitera la projection au tropique sud.

La projection stéréographique possède plusieurs propriétés intéressantes pour la cartographie :

- La projection d'un cercle quelconque de la sphère est également un cercle sur le plan de projection.
- La projection conserve les angles.

On peut noter par ailleurs :

- L'équateur se projette en lui-même puisqu'il est déjà sur le plan de projection.
- Tous les cercles de déclinaison donnée se projettent comme des cercles concentriques en O.



1. le cercle équatorial – se projette à l'identique.

2. le tropique du Cancer – est un cercle concentrique intérieur au cercle équatorial.

3. le tropique du Capricorne – est un cercle concentrique extérieur au cercle équatorial. Il sert de limite au tracé de l'astrolabe.

4. le zénith du lieu d'observation – se projette en 5 sur la ligne Nord-Sud de l'astrolabe, d'autant plus loin du centre que la latitude est faible.

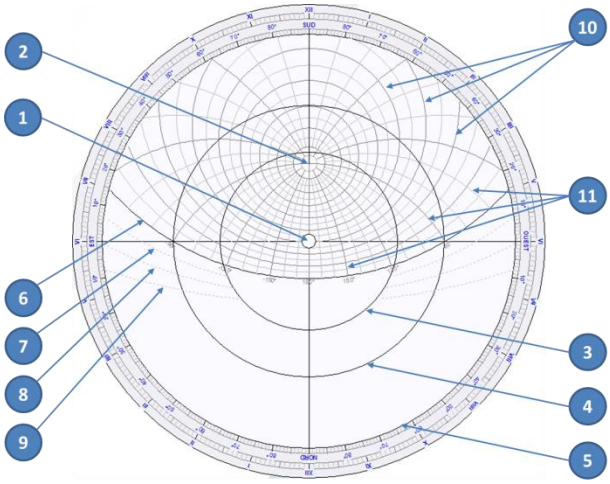
6. le pôle Nord – se projette au centre de l'astrolabe.

7. l'horizon du lieu d'observation – se projette comme un grand cercle décalé.

8. les cercles de hauteur au-dessus de l'horizon – sont des cercles de centre décalé. On les appelle les almicantarats.

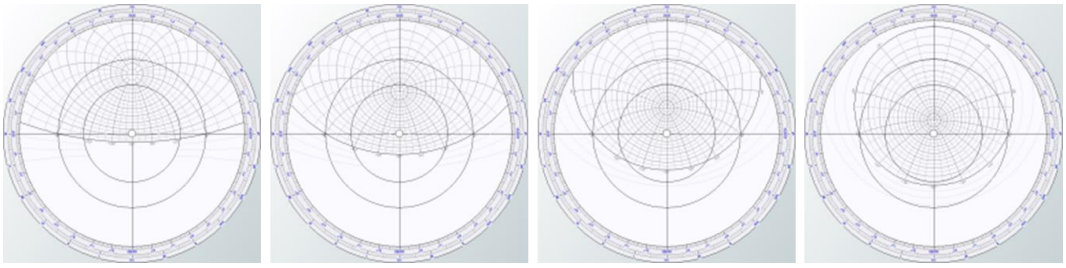
L’astrolabe planisphérique

L'astrolabe planisphérique tire son nom de la projection d'une sphère sur un plan. On utilise la projection stéréographique qui projette la sphère sur le plan équatorial depuis un pôle.



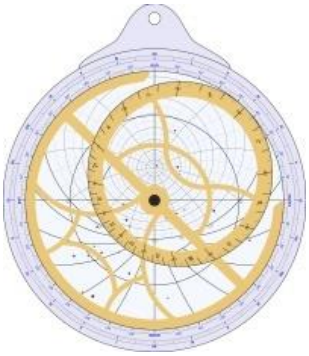
1. le pôle nord – est au centre de l'astrolabe
2. le zénith – dont la position dépend de la latitude pour laquelle le tympan est conçu.
3. le cercle du tropique du Cancer
4. le cercle équatorial
5. le cercle du tropique du Capricorne – qui délimite l'extérieur de l'astrolabe
6. le cercle d'horizon
7. l'arc du crépuscule civil
8. l'arc du crépuscule nautique
9. l'arc du crépuscule astronomique
10. les cercles de hauteur au-dessus de l'horizon – appelés également almicantarats.
11. les arcs d'azimut

De gauche à droite, les tympans conçus pour les lieux suivants : Madras, Inde, latitude 13°, Alexandrie, Égypte, latitude 31°, Delft, Hollande, latitude 52°, Tromsø, Norvège, latitude 69°.

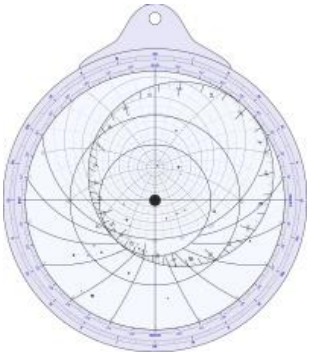


L’araignée de l’astrolabe

L'araignée d'un astrolabe a pour but de représenter le cercle écliptique et les étoiles de la voute céleste, sur un disque transparent ou ajouré, que l'on superpose au tympan du lieu. Le cercle écliptique est gradué en longitude écliptique du Soleil et comporte les symboles du Zodiaque.



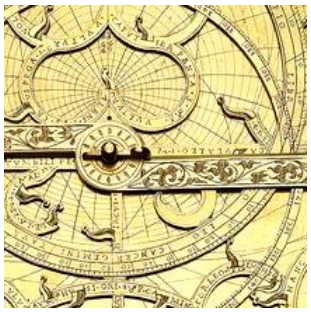
Araignée opaque

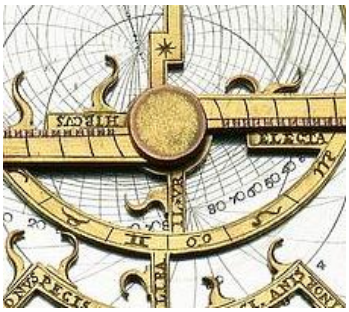


Araignée transparente

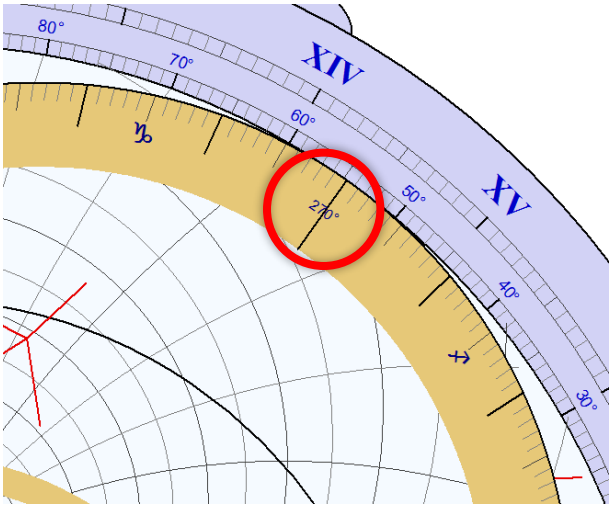
L'araignée peut être dessinée sur un disque transparent. Cela permet de voir intégralement le tympan dessous. Mais les anciens réalisaient les araignées en métal ajouré, généralement agréablement ornementé. Le logiciel permet soit de tracer l'araignée transparente, soit opaque.

La version transparente peut être utilisée si on souhaite l'imprimer sur du Plexiglas en imprimant les étoiles. La version opaque peut être utilisée pour réaliser une araignée proche de ce que l'on connait sur les astrolabes anciens. Dans ce cas, il faudra réaliser des pointeurs pour indiquer les positions des étoiles, comme sur les exemples ci-dessous :





Rotation de l'araignée



L'araignée peut être tournée à la souris en cliquant sur la zone proche de 270°. Cela permet de positionner le cercle écliptique par rapport au limbe ou au tympan.

L'araignée peut également être tournée à l'aide des flèches haute ⇧ et basse ⇩ du clavier, en maintenant la touche CTRL appuyée.

La rotation se fait degré par degré.

Exemples d'araignées anciennes

Photos, © National Maritime Museum, Greenwich, UK

Configurer le tracé de l’astrolabe

Afficher la face de l’astrolabe

Afficher le dos de l’astrolabe

Changer le diamètre de l’astrolabe et l’épaisseur du limbe

Changer la latitude du tympan

Sur la face

Afficher le limbe

Afficher les cercles de hauteur et les arcs d’azimut sur le tympan

Afficher l’équateur et les tropiques sur le tympan

Afficher les arcs d’heures inégales

Afficher l’araignée en mode opaque

Afficher l’araignée en mode transparent

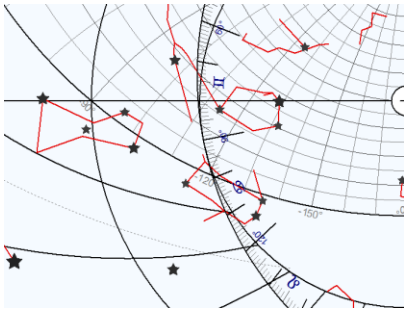
Afficher les étoiles sur le tympan

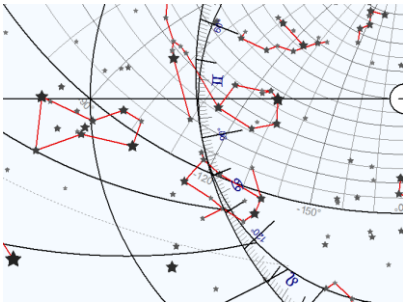
Afficher la règle sur l’astrolabe

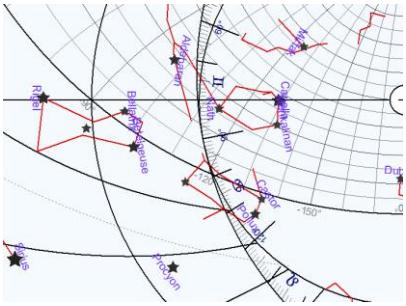
Changer les couleurs des éléments

D’autres options sont disponibles dans le menu Tracés, notamment la possibilité de graduer le limbe et les tympans avec plus ou moins de précision.

Les étoiles peuvent être affichées de la magnitude 1 à la magnitude 4, et le nom des étoiles peut être affiché.


étoiles jusqu’à la magnitude 2


étoiles jusqu’à la magnitude 4


noms des étoiles affichées

Les pointeurs des étoiles peuvent être affichés ou non sur l’araignée opaque, comme sur les astrolabes anciens.

Sur le dos

Afficher le limbe

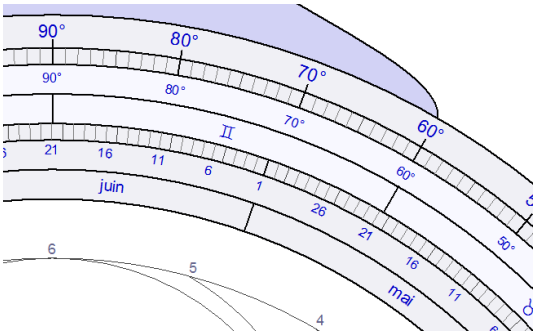
Afficher le calendrier sur le limbe

Afficher les arcs des heures inégales

Afficher le carré des ombres

Afficher la courbe d'équation du temps

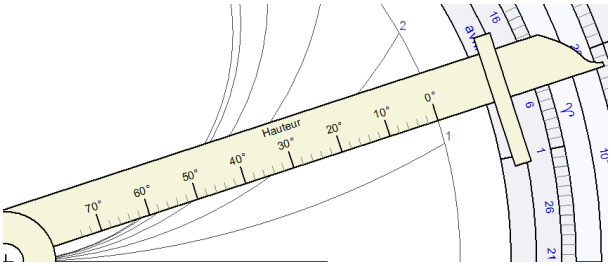
Afficher l'alidade



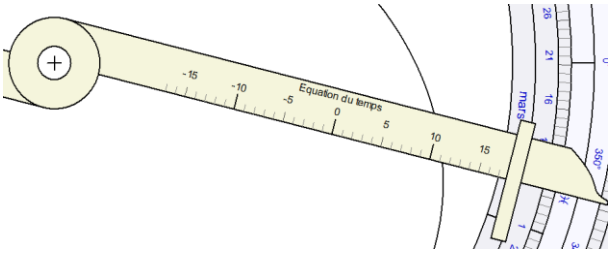
Le calendrier situé sur le limbe est gradué de l'intérieur vers l'extérieur avec les indications suivantes :

- Les mois
- les jours
- les signes zodiacaux
- la longitude écliptique du Soleil
- une graduation des quarts de cercle en degrés

L'alidade est graduée des deux côtés pour des usages différents :



D'un côté des degrés de hauteur, à lire sur les arcs des heures inégales, en fonction de la date pointée sur le calendrier du limbe.

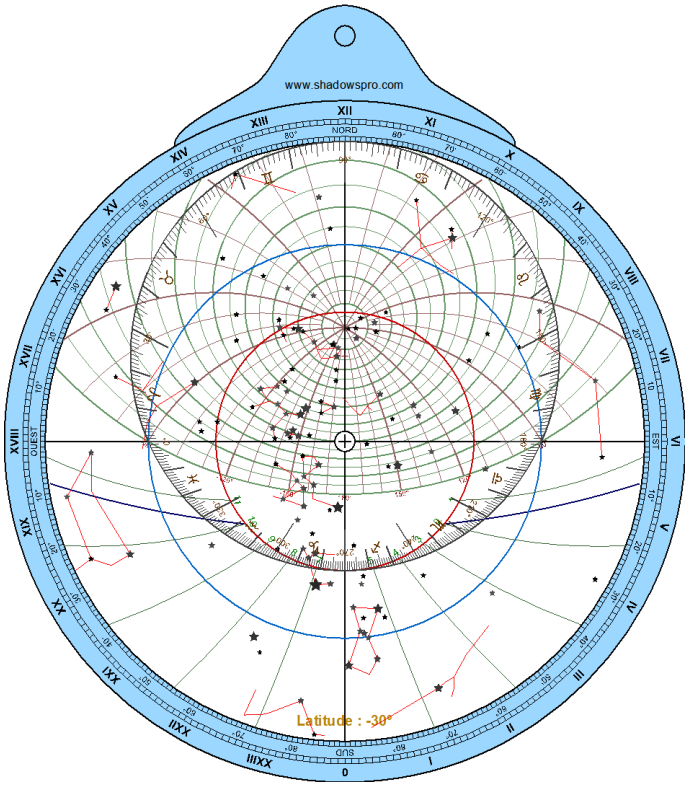


De l'autre côté en minutes d'équation du temps à lire sur la courbe en fonction de la date pointée sur le calendrier du limbe.

L'astrolabe planisphérique n'est disponible que dans Shadows Pro.

Astrolabe de l'hémisphère sud

Il est possible de créer un astrolabe pour l'hémisphère sud en entrant une latitude négative pour le tympan lors de la création de l'astrolabe. La projection stéréographique est alors faite depuis le pôle nord et le tympan correspond au ciel austral vu par-dessus le pôle sud de la sphère céleste.



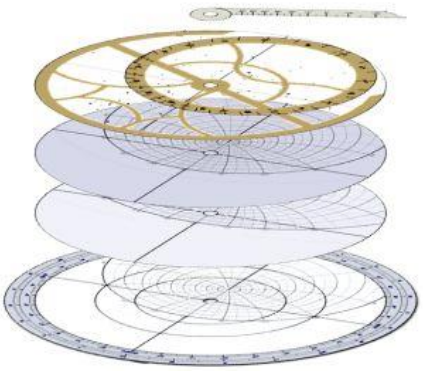
Le limbe et le cercle écliptique sont inversés. Le tympan affiche les étoiles du ciel austral.

Il existe très peu d'astrolabes de l'hémisphère sud dans les musées mais la simulation par ordinateur permet d'en créer plus facilement, avec des options de design variées.

Construire un astrolabe

Construire un astrolabe est une opération un peu plus compliquée et délicate que construire un cadran solaire. Mais le logiciel Shadows permet de préparer tous les éléments nécessaires au travail manuel.

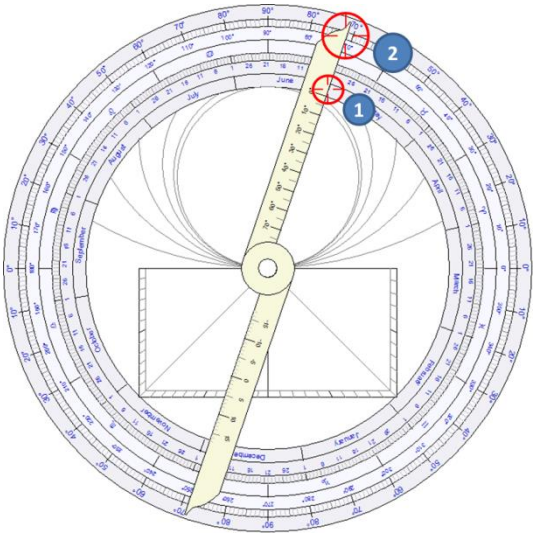
Il faut voir un astrolabe comme un empilement de couches constituées de disques, de couronnes et de règles. Le principe consiste à imprimer séparément le modèle de chaque couche afin d'en reporter le tracé sur un matériau adéquat. Les éléments à imprimer sont :



- La mère et un tympan de fond. Pour déterminer la latitude d'utilisation du tympan, il suffit de choisir un lieu situé à cette latitude.
- Le limbe.
- D'autres tympans de latitude inférieure ou supérieure, espacés de 5° par exemple. Les tympans peuvent être imprimés recto-verso, fournissant ainsi deux latitudes par disque.
- L'araignée.
- La règle.
- Le dos.
- L'alidade du dos.

Liste des usages d'un astrolabe planisphérique

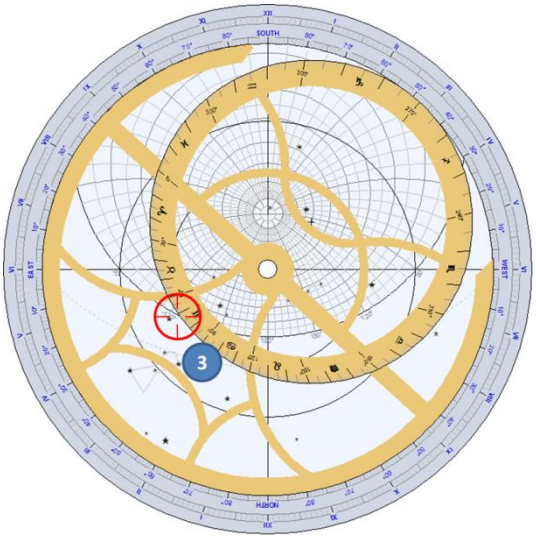
Déterminer l'heure et la direction du lever (coucher) de Soleil, à une date donnée



Prenons par exemple Paris en France (latitude 48° 50' N) le 1er juin.

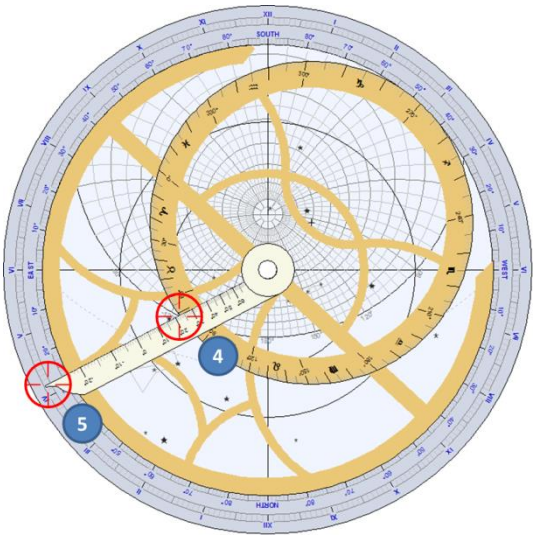
Trouvons la longitude écliptique du Soleil à cette date, en amenant l'alidade du dos de l'astrolabe sur la graduation du 1er juin (1).

On lit la longitude écliptique correspondante en (2) : 71°, ou 11° dans le signe zodiacal Gémeaux.



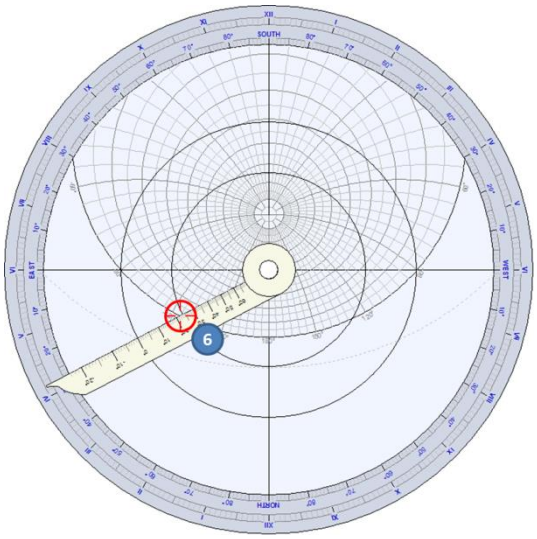
On retourne ensuite l'astrolabe et on tourne l'araignée afin d'amener la graduation 71° du cercle écliptique sur l'horizon, du côté du lever (3).

Pour rechercher une heure de coucher, on utilisera l'autre côté de l'horizon, à droite.



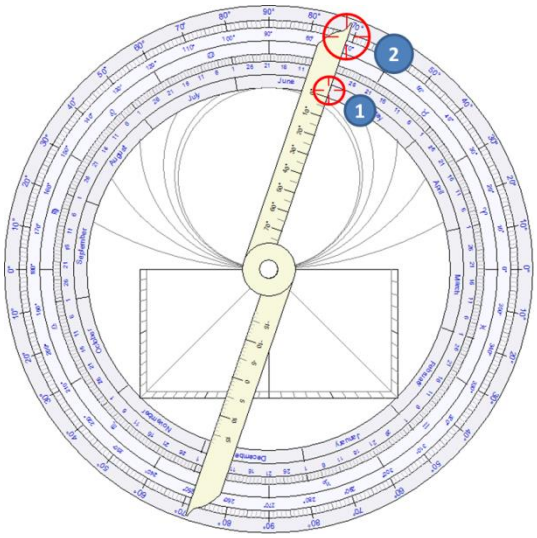
On tourne ensuite la règle pour l'amener au même point sur l'horizon (4).

On peut lire l'heure solaire du lever dans le prolongement de la règle sur le limbe (5), ici vers 4h10.



On lit l'azimut du lever en recherchant le cercle d'azimut qui aboutit au point sur l'horizon (6), ici un azimut d'environ 125° à l'Est du Sud, soit 35° au Nord de l'Est.

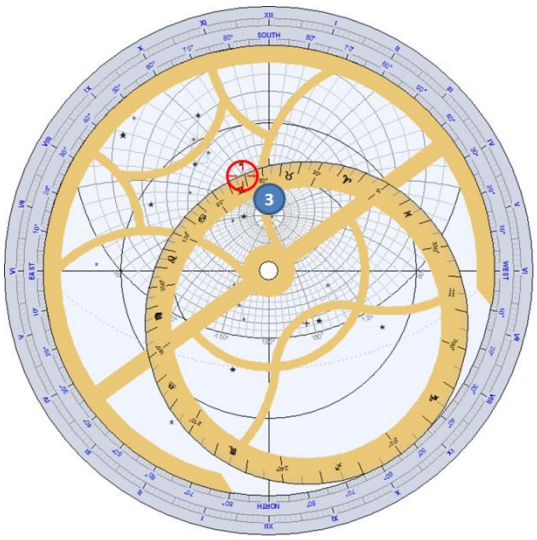
Déterminer l'instant où le Soleil sera à tel azimut, à une date donnée



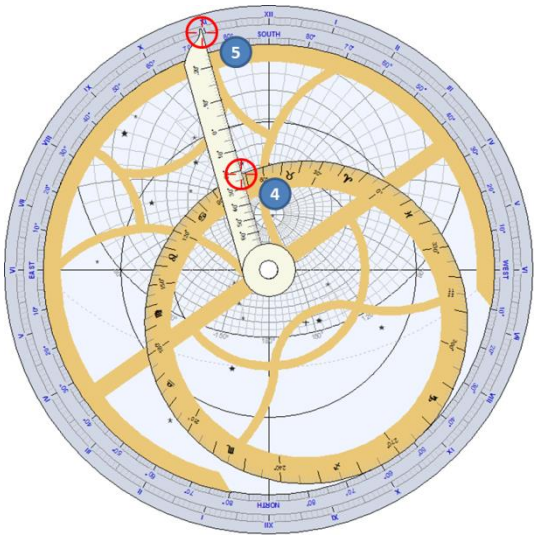
Reprenons l'exemple de Paris le 1er juin (voir problème précédent). À quelle heure le Soleil sera-t-il à un azimut de 30° à l'Est du Sud ?

Trouvons la longitude écliptique du Soleil à cette date, en amenant l'alidade du dos de l'astrolabe sur la graduation du 1er juin (1).

On lit la longitude écliptique correspondante en (2) : 71°, ou 11° dans le signe zodiacal Gémeaux.

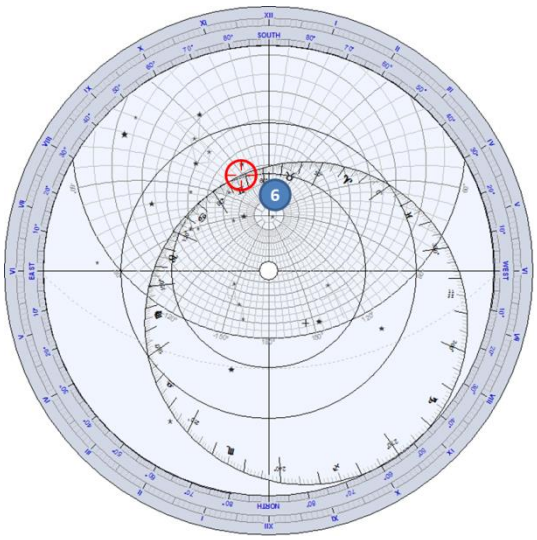


Sur la face de l'astrolabe, on tourne l'araignée de façon à amener la graduation 71° de longitude écliptique sur l'arc d'azimut 30° (3).



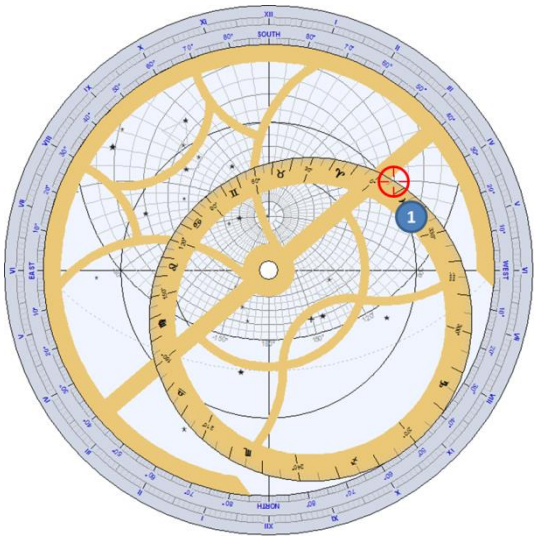
On amène ensuite la règle au point d'intersection entre l'écliptique et le cercle 30° (4)

On lit alors l'heure solaire sur le limbe (5), ici environ 10h55.



On peut déterminer également qu'à ce moment-là, la hauteur du Soleil sera d'un peu plus de 60° (6).

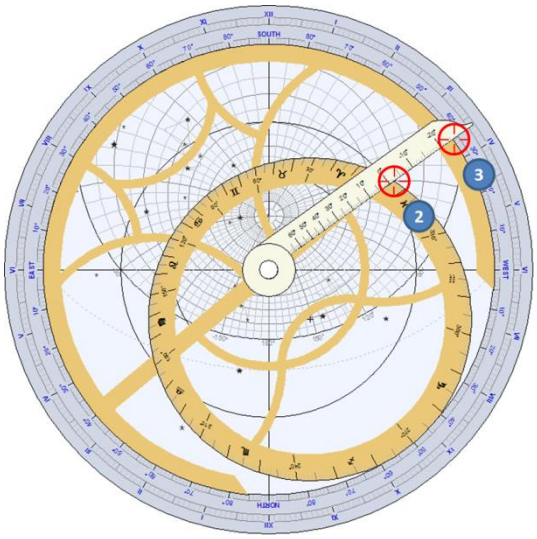
Déterminer la date et l'instant où le Soleil sera à un azimut et une hauteur donnés



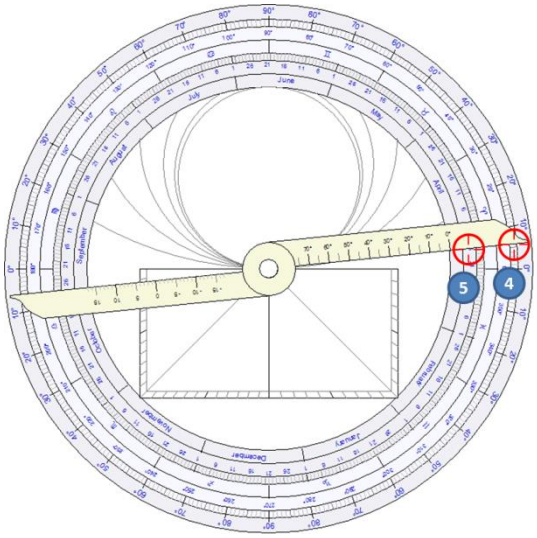
Considérons un astrolabe pour Prague en République Tchèque (latitude 50° 05' N). A quelle date et quelle heure le Soleil passera-t-il à l'azimut 60° Ouest et la hauteur de 20° ?

Tournons l'araignée de l'astrolabe pour amener le cercle écliptique à l'intersection de l'arc d'azimut 60° Ouest et du cercle de hauteur 20° (1).

On lit la valeur correspondante de la longitude écliptique du Soleil, ici environ 6°.



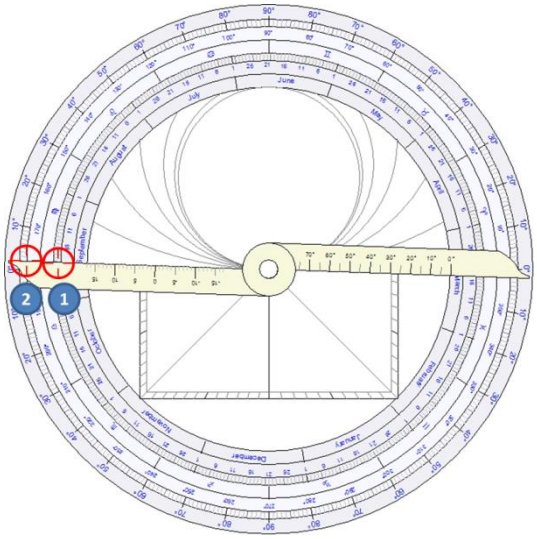
Avec la règle positionnée en ce point d'intersection (2), on en déduit sur le limbe l'heure solaire (3), ici entre 3h35 et 3h40 de l'après-midi.



On retourne ensuite l'astrolabe et on tourne l'alidade jusqu'à pointer 6° de longitude écliptique sur le bord du dos (4)

On lit alors la date sur la couronne intérieure (5), ici le 26 mars.

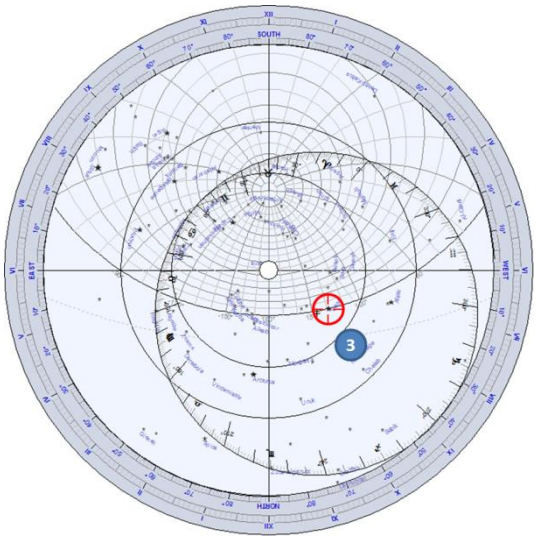
Déterminer l'heure du lever d'une étoile de l'araignée, à une date donnée



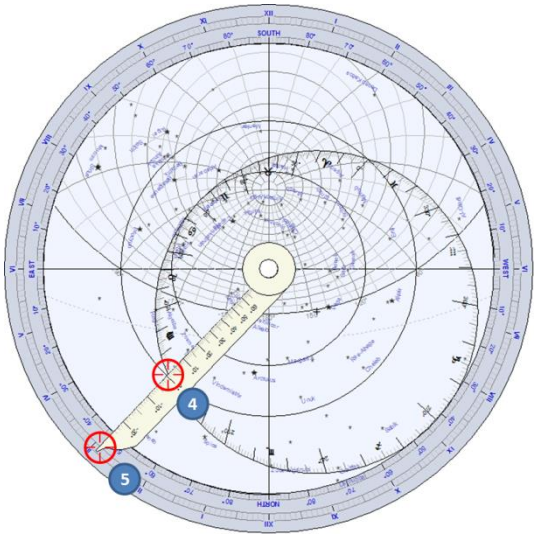
Considérons un astrolabe pour Casablanca au Maroc (latitude 33° 39' N). A quelle heure l'étoile Véga, de la constellation de la Lyre se couche-t-elle, le 21 septembre ?

Sur le dos de l'astrolabe, tournons l'alidade pour pointer le 21 septembre (1).

On lit la valeur correspondante de la longitude écliptique du Soleil, ici environ 178° (2).

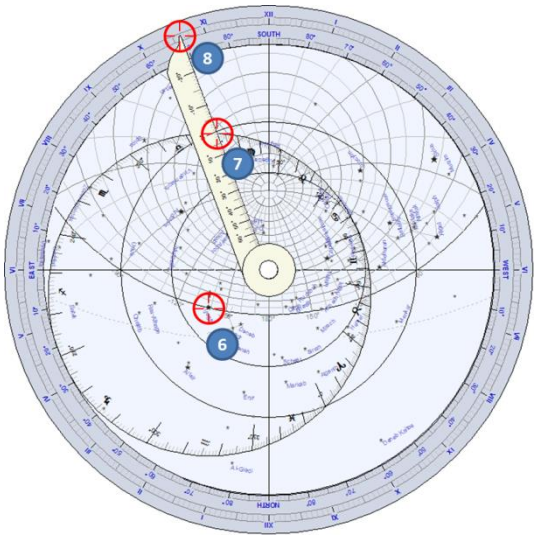


Sur la face de l'astrolabe, on positionne Véga sur l'horizon, du côté du coucher (3).



On positionne ensuite la règle à 178° de longitude écliptique (4).

On lit alors l'heure solaire sur le limbe (5), ici environ 2h55 du matin.

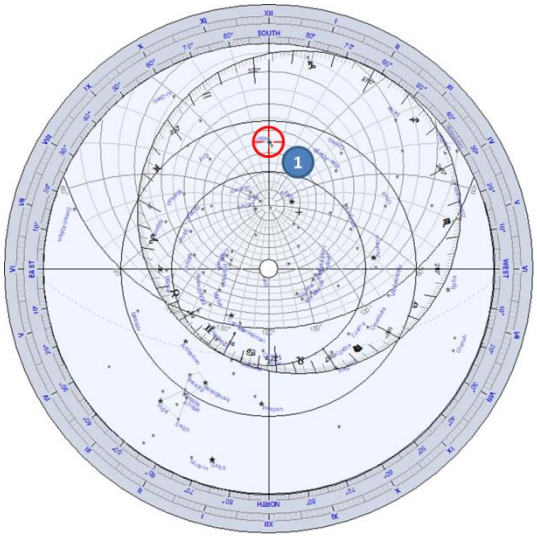


De la même façon, on peut déterminer son heure de lever. On positionne Véga sur l'horizon du côté du lever (6).

On place ensuite la règle à 178° de longitude écliptique (7).

Et on lit l'heure solaire sur le limbe (8), ici entre 10h35 et 10h40 du matin.

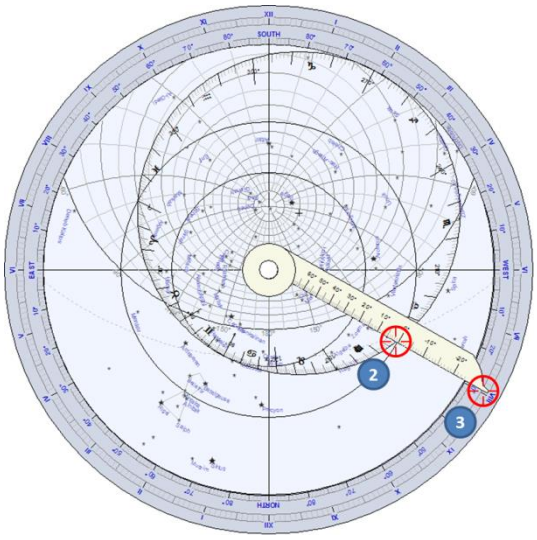
Déterminer l'instant de culmination d'une étoile de l'araignée, à une date donnée



Considérons un astrolabe pour Florence en Italie (latitude 43° 46' N). A quelle heure l'étoile Altaïr, de la constellation de l'Aigle culminera-t-elle au-dessus de l'horizon, le 21 septembre ?

Sur le dos de l'astrolabe, nous déterminons que la longitude écliptique du Soleil à cette date est 178°, en utilisant la méthode habituelle (voir problème précédent).

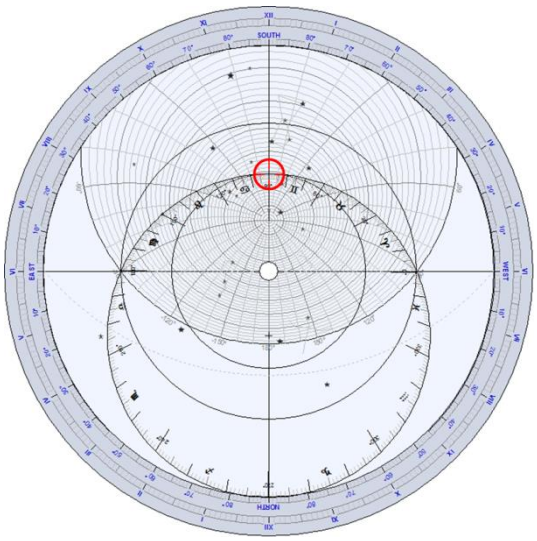
On tourne l'araignée pour positionner Altaïr sur le méridien entre le pôle et le Sud (1).



On positionne ensuite la règle à 178° de longitude écliptique (2).

On lit alors l'heure solaire sur le limbe (3), ici entre 7h55 et 8h du soir.

Déterminer la hauteur maximale du Soleil durant l'année, en un lieu donné



Considérons un astrolabe pour Delft aux Pays-Bas (latitude 52° 00' N).

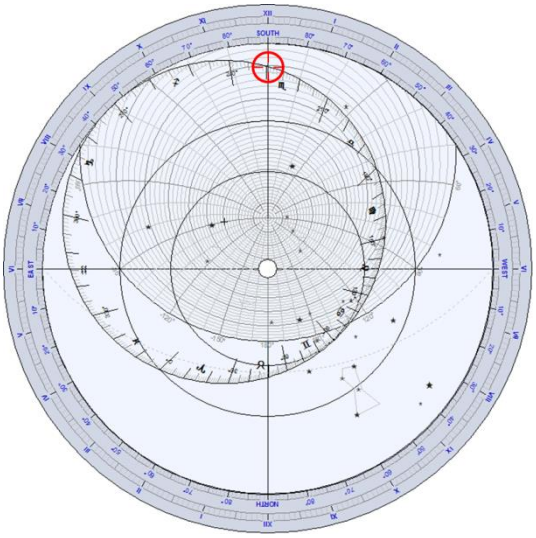
Il suffit d'amener la graduation 90° de l'écliptique sur le méridien et de lire la hauteur correspondante sur les cercles de hauteur (almicantarats).

La graduation 90° est le point où l'écliptique tangente le tropique du Cancer, donc au moment du solstice d'été dans l'hémisphère nord.

On lit ici environ 62° de hauteur.

La valeur exacte est 90° - 52° + 23.5° = 61.5°

Déterminer la hauteur maximale du Soleil le 12 novembre, en un lieu donné



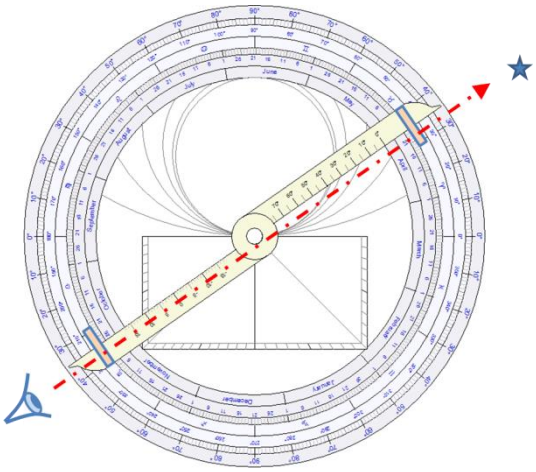
On reprend l'astrolabe conçu pour Delft (voir problème précédent).

Sur le dos de l'astrolabe, on recherche la longitude écliptique du Soleil au 12 novembre. Celle-ci vaut 229.5°

Il suffit d'amener la graduation 229.5° de longitude écliptique sur le méridien et de lire la hauteur correspondante sur les cercles de hauteur (almicantarats).

On lit ici un peu plus de 20° de hauteur.

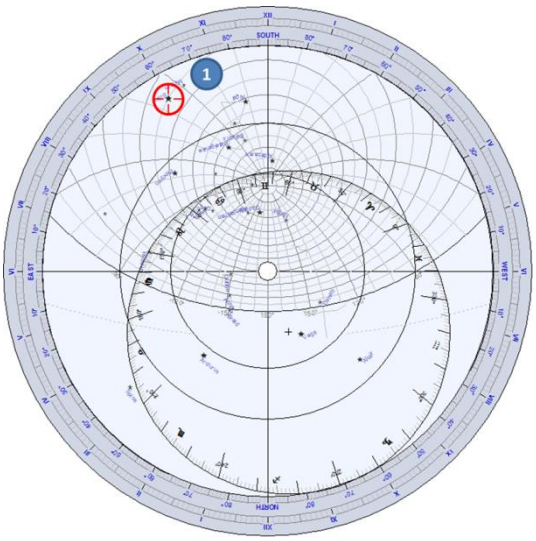
Déterminer l'heure par la mesure de la hauteur d'un astre, en un lieu et une date donnés



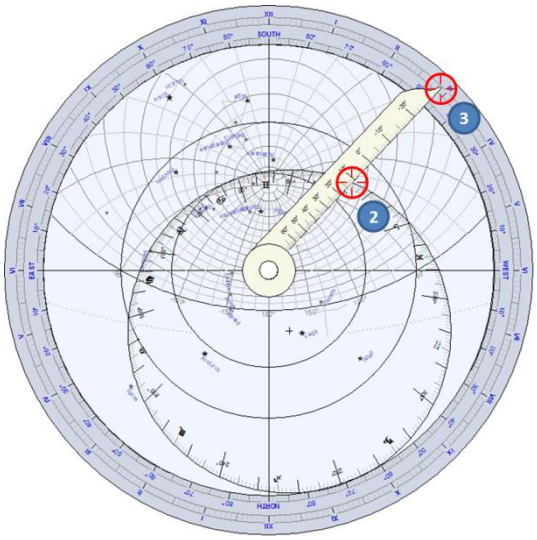
Pour cet exemple, nous prendrons un astrolabe conçu pour la ville du Caire, en Egypte (latitude 30° 02' N).

Sur le dos de l'astrolabe, on utilise l'alidade et les deux pinnules percées permettant de viser un astre. Il faut tenir l'astrolabe bien vertical, en le suspendant par l'anneau du trône. On vise pour cet exemple l'étoile Sirius et on mesure sa hauteur à 35°.

Recherchons ensuite sur le dos la longitude écliptique du Soleil le 20 avril. On trouve 30°.

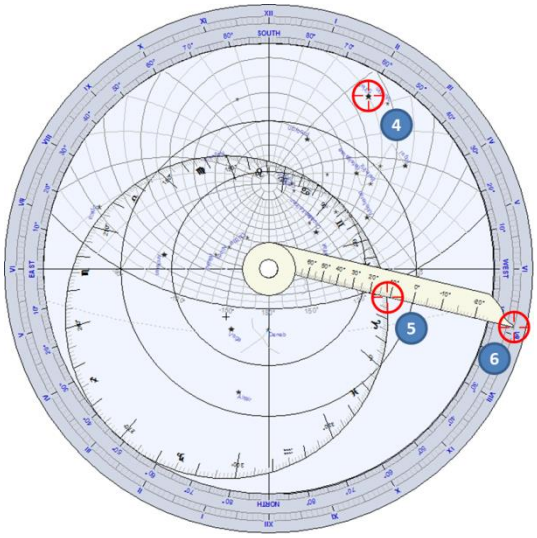


Tournons maintenant l'araignée sur la face de l'astrolabe pour amener l'étoile Sirius sur le cercle de hauteur 35° (1).



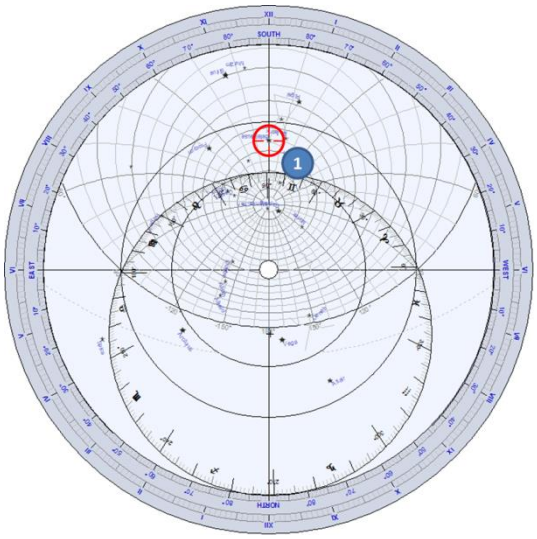
Tournons ensuite la règle de façon à pointer 30° sur l'écliptique (2).

On lit alors sur le limbe dans le prolongement de la règle l'heure solaire (3), ici environ 2h55 de l'après-midi.



Ce problème admet une deuxième solution, si on amène Sirius sur l'autre intersection avec le cercle 35° (4). En repositionnant la règle à 30° sur l'écliptique (5), on lit alors environ 4h55 (6).

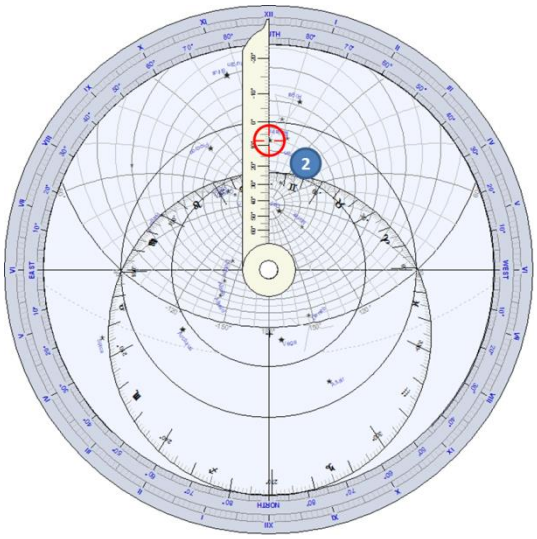
Déterminer l'ascension droite et la déclinaison d'une étoile



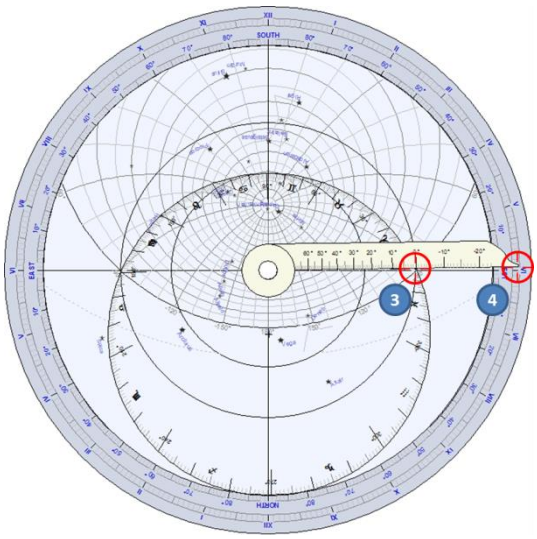
Considérons un astrolabe conçu pour Boston aux Etats-Unis (latitude 42° 21' N).

Recherchons l'ascension droite et la déclinaison de l'étoile Bételgeuse de la constellation d'Orion.

Tournons l'araignée pour amener l'étoile sur le méridien (1).



Alignons la règle sur l'étoile et lisons la déclinaison sur les graduations de la règle (2), ici environ 8°.



L'ascension droite est donnée par la direction du point vernal (Bélier 0°). On positionne donc la règle sur le point de longitude écliptique 0° (3), et on lit l'ascension droite sur le limbe dans le prolongement de la règle (4), ici environ 5h 55'.

Les coordonnées précises de l'étoile sont :

α = 5 h 55'

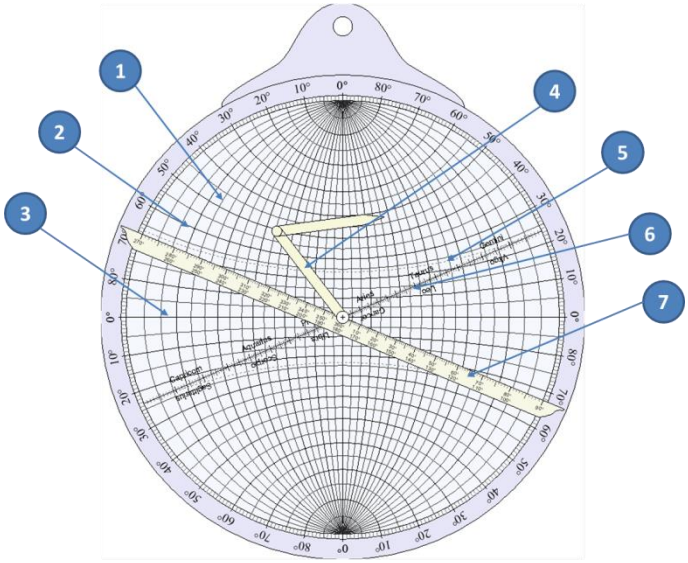
δ = 7° 25'.

L’astrolabe universel

L'astrolabe universel permet de résoudre le problème majeur de l'astrolabe planisphérique, à savoir la nécessité d'avoir un tympan pour chaque latitude. Les astrolabes anciens étaient fournis avec une collection de tympans souvent conçus de 5° en 5°, rendant l'ensemble pesant à transporter.

L'astrolabe universel est valable quel que soit la latitude d'utilisation.

Shadows propose le Saphae Arzachelis, modèle inventé au XIe siècle par l'astronome andalou Arzaquiel. Dans cet astrolabe, la projection stéréographique ne se fait plus à partir du pôle sur le plan de l'équateur, mais à partir du point vernal, sur un plan de colure (passant par les pôles).



1. méridien
2. parallèle
3. équateur
4. pointeur articulé (*brachiolus*)
5. tropique du Cancer
6. écliptique
7. règle rotative

La règle – la règle peut être tournée à la souris en saisissant l'une des extrémités à 90° ou 270°. Elle est graduée en degrés de longitude écliptique du Soleil.

Le pointeur – le pointeur, aussi appelé brachiolus, peut être déplacé en saisissant à la souris son extrémité pointue. Il est constitué de deux parties articulées qui tournent avec la règle.

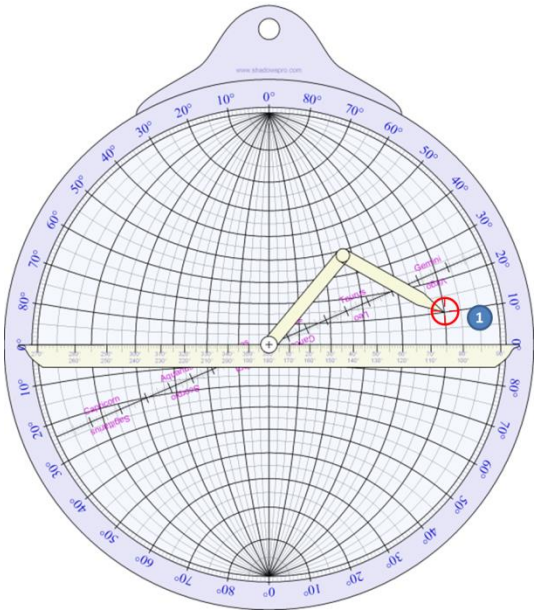
L'astrolabe universel est souvent utilisé pour effectuer des conversions de coordonnées. Voir la liste des usages de l'astrolabe universel.

L’astrolabe universel n’est disponible que dans Shadows Pro.

Liste des usages d'un astrolabe universel

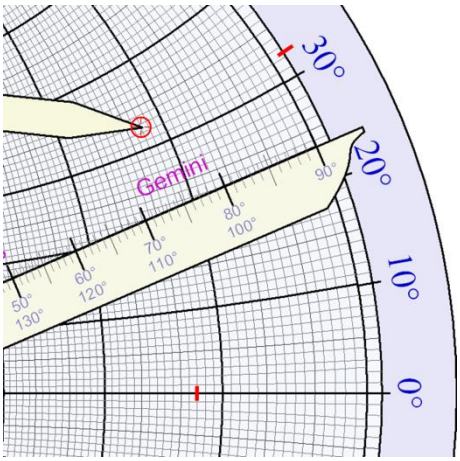
Convertir les coordonnées entre système écliptique et système équatorial

L'astrolabe universel permet la conversion immédiate entre ces deux systèmes de coordonnées.



Pour convertir des coordonnées écliptiques en équatoriales, il faut positionner la règle horizontalement, puis pointer les coordonnées à l'aide du pointeur.

Par exemple ci=contre (1), les coordonnées 75° de longitude et 10° de latitude écliptique.

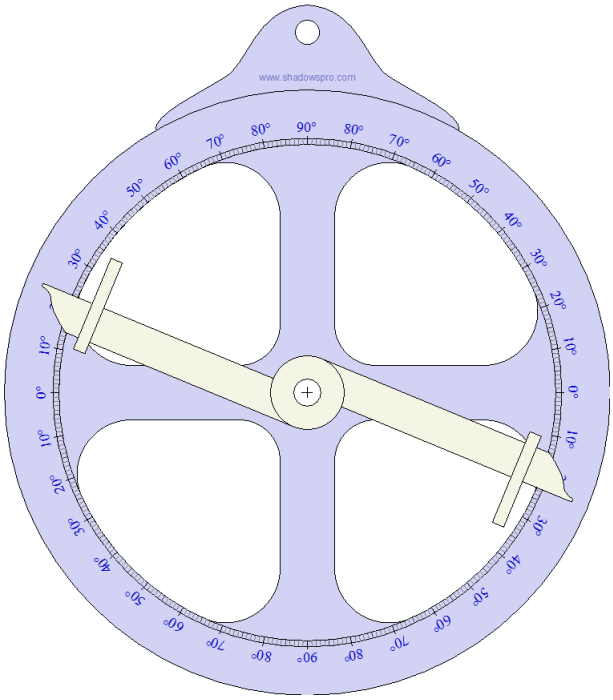


On amène ensuite la règle sur l'écliptique.

On lit ainsi l'ascension droite à l'aide des méridiens et la déclinaison à l'aide des parallèles. Ici, on obtient 72° d'ascension droite (ou 4 h 48 min), et 32° de déclinaison.

L’astrolabe nautique

L’astrolabe nautique est proposé comme un objet purement esthétique car ses usages sont très limités, essentiellement à la mesure d’angle en hauteur ou en horizontal.



L’alidade est dotée de deux pinules (trous) permettant de viser une cible (étoile ou repère géographique). Les pinules doivent être alignés avec le centre de l’astrolabe (situés sur un diamètre).

On relève l’angle en degrés sur le limbe.

Photo : Musée d’histoire des sciences, Oxford

L’astrolabe nautique est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Cette page est laissée intentionnellement blanche.

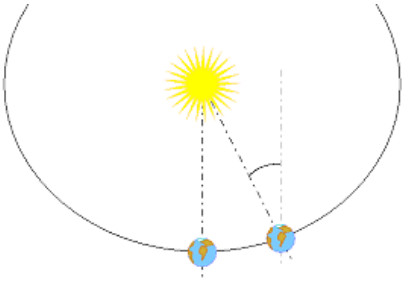
LIVRE 4 – LES AUTRES FONCTIONNALITÉS GNOMONIQUES ET ASTRONOMIQUES

L'équation du temps

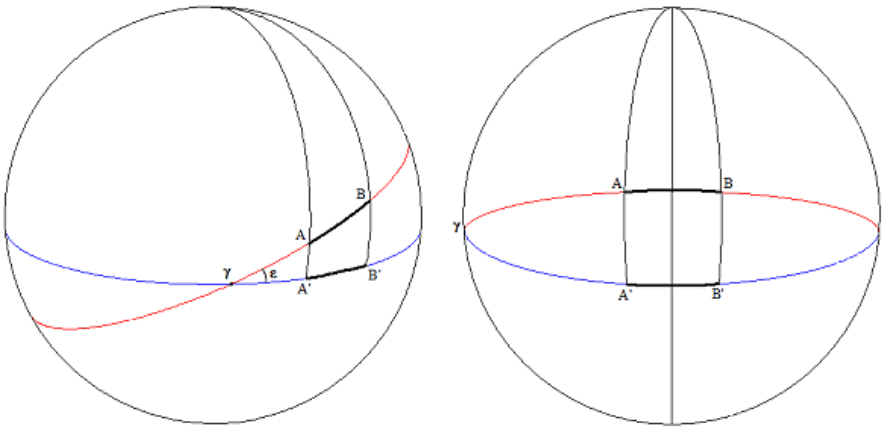
Origine de l'équation du temps

Dans ce document, l'équation du temps est définie comme la différence entre le temps moyen et le temps solaire (EdT = TM - TS). Certains pays utilisent la définition opposée : EdT = TS - TM (Voir plus bas). Le temps solaire est obtenu à partir de l'angle horaire du Soleil, le temps moyen est obtenu sur la base d'un jour de 24 heures de 3600 secondes, la seconde étant une constante primaire définie à partir de la vitesse de la lumière. Le temps solaire est donc soumis à des variations qui ont une origine astronomique.

D'un jour à l'autre, la Terre ayant avancé sur son orbite, la direction du Soleil a légèrement varié (figure ci-dessous) et cette variation n'est pas constante durant l'année car la vitesse de la Terre sur son orbite varie avec la distance au Soleil, l'orbite étant elliptique.



Par ailleurs, l'axe de rotation de la Terre étant incliné par rapport à l'écliptique, l'orbite apparente du Soleil est inclinée et la projection de sa position sur l'équateur céleste introduit également une variation périodique.



L'écliptique (en rouge) est incliné sur l'équateur (en bleu) d'un peu plus de 23°. L'arc A-B parcouru par le Soleil apparent est projeté en A'-B'. Lorsque le Soleil apparent est proche du point vernal (g) l'arc A'-B' est plus court que l'arc A-B (figure de gauche ci-dessus). Cela intervient près des équinoxes. Lorsque le Soleil apparent est proche de sa déclinaison maximale, près des solstices (figure de droite) l'arc A'-B' est plus long que l'arc A-B.

Ces deux causes sont à l'origine de l'équation du temps. Elles se superposent et donnent la forme de la courbe de l'équation du temps en double sinusoïde.

Convention de sens de l'équation du temps

La littérature anglo-saxonne utilise une définition opposée pour l'équation du temps et présentent des graphes de l'équation du temps inversés par rapport à celui proposé dans Shadows. Il s'agit d'une convention arbitraire et chaque représentation est correcte, pourvu qu'on emploie les valeurs de la bonne façon. Dans un graphe inversé, les valeurs auront un signe inversé mais il faut soustraire cette valeur au temps solaire, au lieu de l'additionner. Le résultat étant le même.

La convention définissant l'équation du temps peut être modifiée dans le dialogue des Préférences Générales, en cliquant sur l'icône Équation du temps.

La table suivante explique comment utiliser la valeur d'équation du temps (EdT) donnée dans les tables ou les graphes du logiciel :

	TM – TS *	**TS – TM**
Pour obtenir le Temps Solaire à partir du Temps Moyen	soustraire l'EdT	ajouter l'EdT
Pour obtenir le Temps Moyen à partir du Temps Solaire	ajouter l'EdT	soustraire l'EdT

* valeur par défaut utilisée dans Shadows.

Note : ajouter un nombre négatif revient à soustraire ce nombre sans son signe (12 plus (-5) est égal à : 12 moins 5 = 7). Soustraire un nombre négatif revient à ajouter ce nombre sans son signe (12 moins (-5) est égal à : 12 plus 5 = 17.

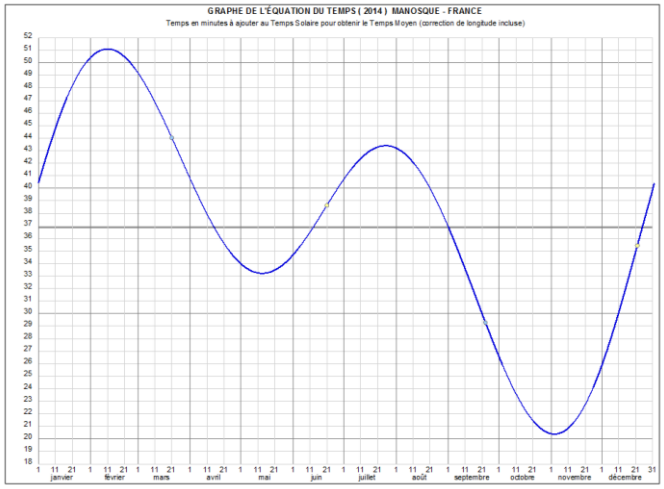
Utilisation de l'équation du temps

Les propositions ci-dessous sont données pour la convention utilisée dans Shadows (TM-TS) et entre parenthèse pour la convention opposée (TS-TM). Quand l'équation du temps est positive (négative), le soleil vrai, définissant le temps solaire, est en retard (en avance) sur le Soleil moyen. La valeur de l'écart atteint environ 15 minutes en plus ou en moins selon la date, ce qui est loin d'être négligeable et explique que la lecture directe d'un cadran d'heure solaire déroute souvent le passant par son écart avec l'heure de la montre. Contrairement à ce que croient beaucoup de personnes en France, il ne suffit pas d'ajouter 1 heure en hiver et 2 en été !

Les valeurs de l'équation sont très légèrement différentes d'une année sur l'autre, d'où la possibilité de changer l'année de référence dans les Préférences générales en cliquant sur l'icône Référence. Les mêmes valeurs reviennent identiques après quatre ans. L'équation du temps sera calculée pour l'année choisie ou bien comme moyenne sur quatre années.

Graphe horizontal annuel

Ce graphe exprime la valeur de l'équation du temps en minutes (en ordonnées), en fonction de la date dans l'année (en abscisses). Le mois est exprimé en chiffres romains, la date dans le mois est graduée tous les dix jours (1, 11, 21). Ce graphe montre la forme de la variation de l'équation du temps au cours de l'année. On remarque qu'elle est constituée de deux termes périodiques dont l'un est deux fois plus rapide que l'autre. On constate que l'équation du temps s'annule quatre fois dans l'année.

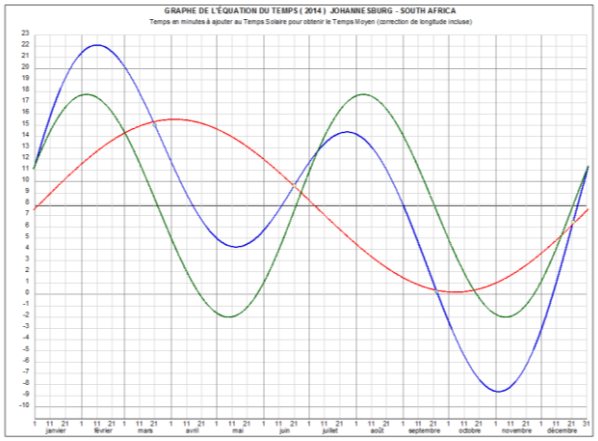


La valeur lue sur cette courbe doit être ajoutée au temps solaire pour obtenir le temps moyen. À l'inverse, elle doit être soustraite au temps moyen pour obtenir le temps solaire.

Pour obtenir la valeur précise de l'équation du temps pour une date donnée, il faut consulter la table de l'équation du temps ou les éphémérides.

Cette courbe peut inclure la correction de longitude du lieu en activant dans Préférences générales > Equation du temps > Inclure la correction de longitude. La couleur de la courbe peut également être changée dans cette préférence.

On peut faire figurer ce graphe à côté d'un cadran solaire pour indiquer au passant la correction à appliquer.

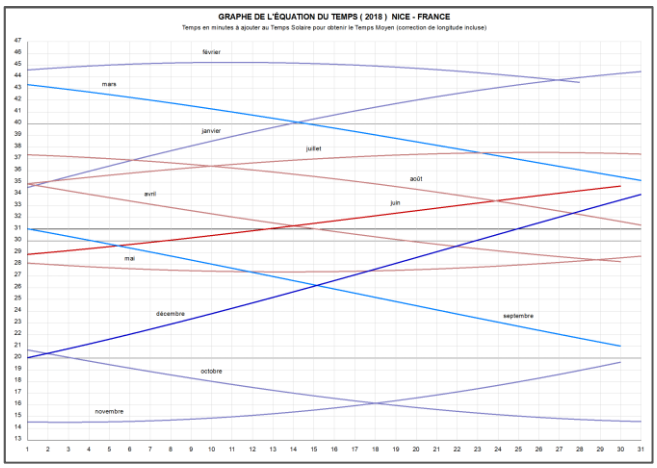


Les composantes de l'équation du temps peuvent être affichées en superposition de la courbe à l'aide de l'icône .

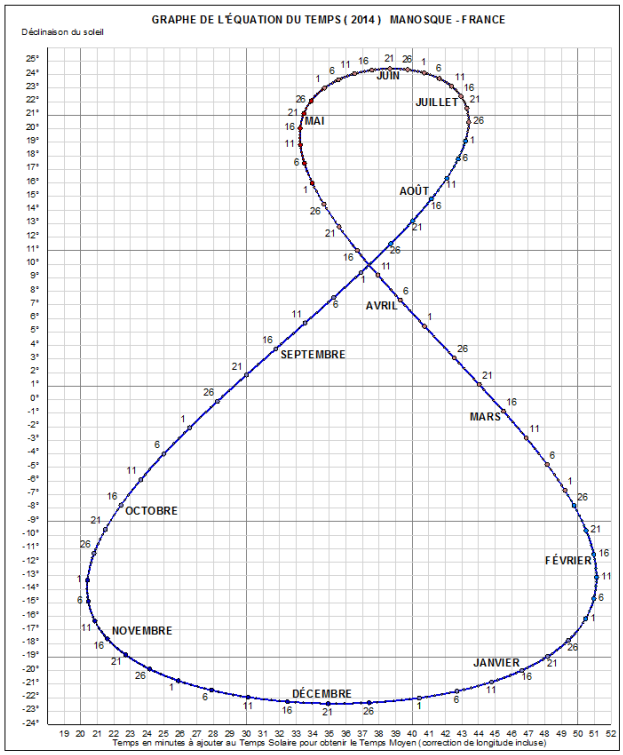
Ces deux composantes sont l'équation du centre témoignant de l'excentricité de l'orbite terrestre (courbe rouge) et la réduction à l'équateur témoignant de l'obliquité de l'axe de rotation de la Terre (courbe verte).

Graphe mensuel

Ce graphe affiche la courbe décomposée en douze mois pour permettre une meilleure précision.



Graphe vertical annuel



Le graphe représente ici la déclinaison du Soleil (en ordonnées) en fonction de la variation de l'équation du temps en minutes (abscisses). La courbe représente un grand huit fermé qui s'obtient en repliant la courbe d'équation du temps exprimée en fonction de la date.

La date est notée directement sur la courbe à l'aide de points marqués tous les jours et numéroté tous les 5 jours.

Ce graphe fournit donc deux informations lorsqu'on ne connaît que la date : la valeur de l'équation du temps, et la déclinaison du Soleil.

Les éphémérides

Une éphéméride est un ensemble de données astronomiques calculées pour une date donnée. Historiquement, les éphémérides étaient calculées pour les besoins de la navigation, comme le recueil Connaissance du temps édité par le Bureau des longitudes à Paris.

Les éphémérides sont disponibles dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Éphémérides générales

Éphémérides

Données générales	
Lieu	LYON, FRANCE
Latitude	45° 45' 00" Nord
Longitude	4° 51' 00" Est
Fuseau horaire	UT + 1 h
Ecart de longitude	40 min 36 s (40,6000 min)
Temps légal - Temps solaire	43 min 19 s (0,72184 h)

Données annuelles	
Année	2016
Date de l'équinoxe de mars	20 mars @ 4 h 31 min 17 s (UT)
Date du solstice de juin	20 juin @ 22 h 35 min 23 s (UT)
Date de l'équinoxe de septembre	22 septembre @ 14 h 22 min 09 s (UT)
Date du solstice de décembre	21 décembre @ 10 h 45 min 28 s (UT)
Durée de l'hiver	88 j 23 h 41 min 57 s (88,987465 j)
Durée du printemps	92 j 17 h 04 min 06 s (92,711181 j)
Durée de l'été	93 j 15 h 46 min 46 s (93,657477 j)
Durée de l'automne	89 j 21 h 23 min 19 s (89,891192 j)
Durée du jour le plus long	15 h 43 min 04 s (15,717707 h)
Durée du jour le plus court	8 h 40 min 10 s (8,669517 h)
Date de passage au périhélie	3 janvier @ 1 h 12 min (UT)
Distance du périhélie au Soleil	0,983301011 A.U. (147099737 km)
Date de passage à l'aphélie	4 juillet @ 15 h 56 min (UT)
Distance de l'aphélie au Soleil	1,016702726 A.U. (152096562 km)
Obliquité de l'écliptique	23° 26' 14" (23,437145°)
Excentricité de l'orbite terrestre	0,016701692
Date de Pâques	27 mars
Qibla (direction de La Mecque)	61° 21' (à l'Est du Sud)

Ces éphémérides générales sont calculées pour la date de référence choisie dans les Préférences et pour le lieu de référence choisi dans le menu Outils > Editer la base de lieux…

Ces éphémérides donnent les dates précises des solstices et équinoxes, la durée des saisons, la durée des jours le plus long et le plus court, les dates de passage du Soleil au périhélie et à l'aphélie et les distances associées, les valeurs précises de l'obliquité de l'écliptique et de l'excentricité de l'orbite terrestre, la date de Pâques et la Qibla (direction de La Mecque).

Les temps sont donnés en Temps Universel.

Éphémérides journalières

Éphémérides

Données journalières	
Date	30 décembre 2016 @ 0 h (TU)
Jour julien	2457752,5
Jour de l'année	365
Jour de la semaine	Vendredi
Siècle julien	0,169952088
Equation du temps	2 min 29,2 s (149,23041 s)
Temps sidéral de Greenwich à 0 h UT	6 h 35 min 28 s (6,59111 h)
Ascension droite du Soleil	18 h 37 min 59 s (18,632983 h)
Déclinaison du Soleil	-23° 09' 01" (-23,150230°)
Longitude moyenne du Soleil	278° 52' 21" (278,872457°)
Longitude vraie du Soleil	278° 43' 26" (278,723969°)
Longitude apparente du Soleil	278° 42' 59" (278,716360°)
Anomalie moyenne du Soleil	355° 38' 34" (355,642854°)
Anomalie vraie du Soleil	355° 51' 15" (355,854165°)
Equation du centre du Soleil	-0° 08' 55" (-0,148488°)
Distance de la Terre au Soleil	0,983341784 A.U. (147105836 km)
Heure du lever de Soleil	7 h 21 min 31 s (TU)
Heure de passage du Soleil au méridien	11 h 43 min 07 s (TU)
Heure de coucher du Soleil	16 h 04 min 44 s (TU)
Azimut du Soleil au lever/coucher	-/+55° 43' 34" (-/+55,7260°)
Hauteur du Soleil au méridien	21° 05' 59" (21,0998°)
Durée du jour	8 h 43 min 13 s (8,72027 h)
Durée du crépuscule civil	0 h 34 min 18 s (0,57177 h)
Durée du crépuscule nautique	1 h 12 min 01 s (1,20014 h)
Durée du crépuscule astronomique	1 h 48 min 11 s (1,80308 h)
Durée de nuit noire	11 h 40 min 25 s (11,67356 h)
Diamètre apparent du Soleil	32,5296'

Les éphémérides journalières sont calculées pour le lieu de référence et pour la date choisie dans le menu Configuration > Définir la date des éphémérides…

Les données sont calculées à 0h TU. Elles fournissent : le jour julien, le siècle julien, le numéro du jour dans l'année, le jour de la semaine de la date, l'équation du temps, le temps sidéral de Greenwich, les coordonnées équatoriales du Soleil (ascension droite et déclinaison), les données orbitales (longitude moyenne, longitude vraie, longitude apparente, anomalie moyenne, anomalie vraie, équation du centre, distance de la Terre au Soleil), les heures de lever et coucher du Soleil, du passage au méridien, l'azimut du Soleil au lever et coucher, les durées des crépuscules, la durée de nuit noire et le diamètre apparent du Soleil.

Éphémérides instantanées

Éphémérides

Données instantanées	
Date	30 décembre 2016
Lieu	LYON, FRANCE
Temps Universel	10 h 15 min 08 s (10,25222 h)
Heure légale	11 h 15 min 08 s (11,25222 h)
Heure solaire	10 h 31 min 50 s (10,53056 h)
Heure d'été	Non
Jour julien	2457752,92718
Equation du temps	2 min 41,5 s (161,51843 s)
Temps sidéral	17 h 11 min 41,048 s (17,19474 h)
Nutation en longitude	-6,576607"
Nutation en obliquité	-9,098324"
Apparent sidereal time	17 h 11 min 40,646 s (17,19462 h)
Ascension droite du Soleil	18 h 39 min 52,1 s (18,6645 h)
Déclinaison du Soleil	-23° 07' 15,0" (-23,1210°)
Distance de la Terre au Soleil	0,983333634 A.U. (147104617 km)
Angle horaire du Soleil	-1 h 28 min 11,1 s (-1,4697 h)
Azimut du Soleil (h)	-1 h 25 min 16,2 s (-1,4212 h)
Azimut du Soleil (°)	-21° 19' 3,0" (-21,3175 °)
Hauteur du Soleil	18° 16' 23,0" (18,2731°)
Distance zénithale du Soleil	71° 43' 37,0" (71,7269°)

Les éphémérides instantanées peuvent être calculées pour un instant précis défini dans le menu Configuration > Définir la date des éphémérides… ou en mode temps réel rafraîchi toutes les secondes (l'heure légale de l'horloge du PC étant la référence).

Les données calculées sont : le temps universel, l'heure légale, l'heure solaire, le jour julien, l'équation du temps, le temps sidéral, les valeurs de nutation, les coordonnées équatoriales du Soleil (ascension droite et déclinaison), la distance de la Terre au Soleil, l'angle horaire, l'azimut, la hauteur et la distance zénithale du Soleil.

Générateur d'éphémérides

Le générateur permet de créer une table sous Excel ou équivalent avec des valeurs d'éphémérides calculées à un intervalle choisi (toutes les heures, tous les jours). Les données sont disposées en colonnes et sont repérées par des abréviations :

YYYY MM DD	année, mois, jour	
hh mm ss	heure, minutes, secondes	
JD	Jour julien	en jours
EoT	Equation du temps	en secondes
st	Temps sidéral	en heures
Az	Azimut du Soleil	en heures
Ht	Hauteur du Soleil	en degrés
RA	Ascension droite du Soleil	en heures
Dec	Déclinaison du Soleil	en degrés
HA	Angle horaire du Soleil	en heures TU
HSe HSw	Heure de lever et coucher du Soleil	en heures TU
DD	Durée du jour	en heures
HSs	Heure de passage au méridien du Soleil	en heures TU

Le générateur d'éphémérides n'est disponible que dans Shadows Pro.

Éphémérides lunaires

Éphémérides

Données lunaires	
Date	30 décembre 2016
Heure de lever de la Lune	7 h 31 min 33 s (TU)
Azimut de la Lune au lever	-62° 45' 42" (-62,7618°)
Heure de passage au méridien	12 h 15 min 53 s (TU)
Hauteur de la Lune au méridien	25° 36' 50" (25,6140°)
Heure de coucher de la Lune	17 h 00 min 13 s (TU)
Azimut de la Lune au coucher	+62° 45' 42" (+62,7618°)

Phases de la Lune	
Âge de la Lune	1,124
Nouvelle Lune	29 décembre @ 6 h 54 min 18 s (UT)
Premier quartier	5 janvier @ 19 h 48 min 57 s (UT)
Pleine Lune	12 janvier @ 11 h 34 min 37 s (UT)
Dernier quartier	19 janvier @ 22 h 15 min 13 s (UT)
Prochaine nouvelle Lune	28 janvier @ 0 h 07 min 46 s (UT)

Le premier tableau donne les heures de lever, de coucher et de passage au méridien de la Lune, ainsi que sa hauteur au méridien, et l'azimut à l'horizon.

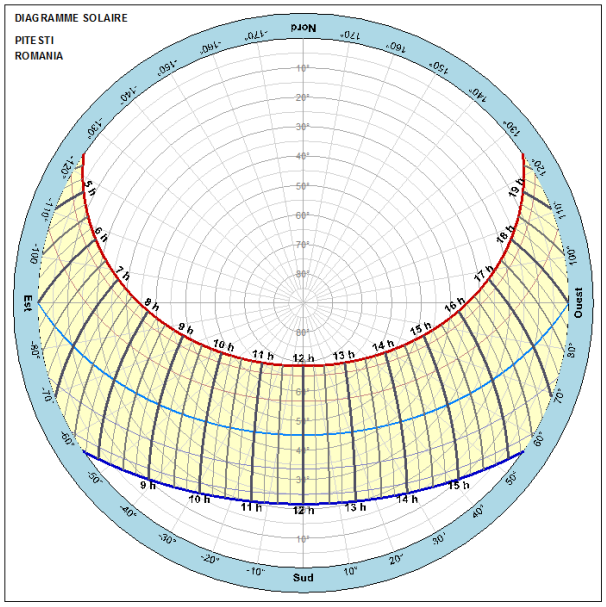
Le deuxième tableau donne l'âge de la Lune pour la date choisie, et les dates des phases de la lunaison en cours.

Les éphémérides lunaires ne sont disponibles que dans Shadows Pro.

Le graphe solaire

Le graphe polaire

Ce graphe est accessible depuis le menu Affichage > Diagramme solaire.



Le graphe solaire représente un cercle d'horizontal avec des graduations en hauteur jusqu'au zénith, sur lequel sont représentées les trajectoires du Soleil à différents moments de l'année et différentes heures de la journée.

Il est possible de superposer un masque des obstacles situés à l'horizon à l'aide de l'icône .

Cette fonction n'est disponible que dans Shadows Pro.

Le graphe cartésien

Ce graphe est accessible depuis le menu Affichage > Diagramme solaire puis sur l'icône . Il affiche la hauteur du Soleil en fonction de l'azimut, au cours de l'année. L'azimut 0° correspond à la direction du méridien local (la direction du Sud, dans l'hémisphère nord).

L'intérêt de ce graphe est de prévoir l'ensoleillement du cadran et les périodes où le cadran est plongé dans l'ombre d'un obstacle (bâtiment, végétation, etc.) et ne peut fournir l'heure.

Cette fonction n'est disponible que dans Shadows Pro.

Le masque d'horizon

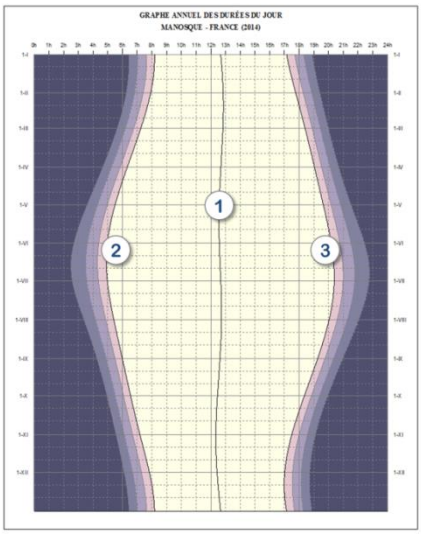
Il est possible de définir un masque représentant les obstacles situés sur l'horizon, en cliquant sur l'icône . On indique leur hauteur en angle mesuré de 0° (à l'horizon) à 90° (zénith), pour un azimut donné. On peut de la sorte figurer les maisons voisines, les arbres et tous les obstacles pouvant porter ombre. On réalise ainsi un horizon panoramique de -180° à +180° qui est superposé aux courbes de hauteur du Soleil. Les points du masque sont stockés dans un fichier texte HorizonMask.txt qui est chargé automatiquement quand on ouvre le dialogue et est sauvegardé quand on ferme le dialogue.

Autres graphes et outils

Les heures de lever et coucher du soleil

Ce graphe est accessible depuis le menu Affichage > Diagramme solaire puis sur l'icône .

Ce graphe fournit en heure civile (heure de la montre) les instants de passage du Soleil au méridien en fonction de la date, pour un lieu donné. La correction de longitude est incluse dans ce graphe.



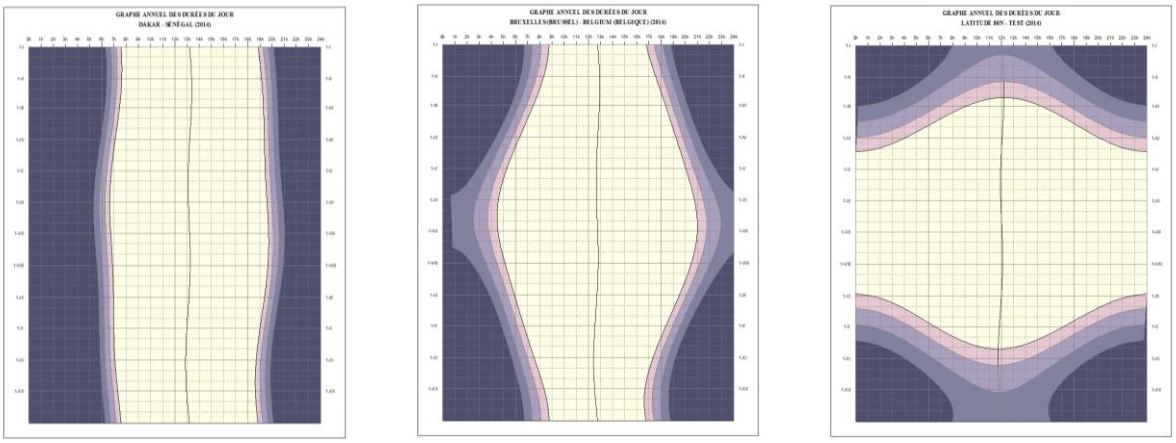
1. midi solaire – heure de passage du Soleil au méridien local.

2. heure de lever du Soleil

3. heure de coucher du Soleil

Les zones colorées à l'extérieur des courbes de lever et de coucher représentent les crépuscules, avec dans l'ordre du plus clair au plus foncé, le crépuscule civil, le crépuscule nautique et le crépuscule astronomique.

Le graphe est calculé par rapport au lieu de référence. Il est possible de le changer en allant dans la base de données des lieux.

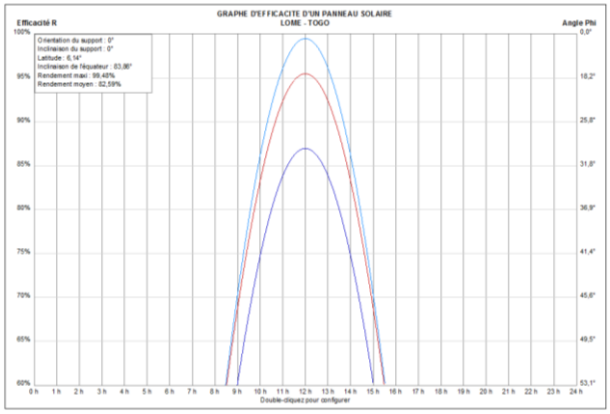


Ci-dessus, le graphe de gauche est calculé pour la ville de Dakar au Sénégal (latitude 14° 40'). On constate que la variation de durée du jour est très faible. Au milieu, la ville de Bruxelles en Belgique (latitude 50° 50'). La durée du jour varie entre 8 heures en hiver et plus de 16 heures en été. A droite, un lieu situé à 80° de latitude. On voit bien les périodes où il fait continuellement nuit et continuellement jour.

Ce graphe n'est disponible que dans Shadows Pro.

Le graphe d'efficacité d'un panneau solaire

Ce graphe est accessible depuis le menu Affichage > Diagramme solaire puis sur l'icône .



Le graphe trace la courbe d'efficacité en % pour les solstices et les équinoxes. L'efficacité est maximale lorsque le Soleil est en face du panneau.

La valeur à droite donne l'angle que fait la direction du Soleil avec la normale au panneau.

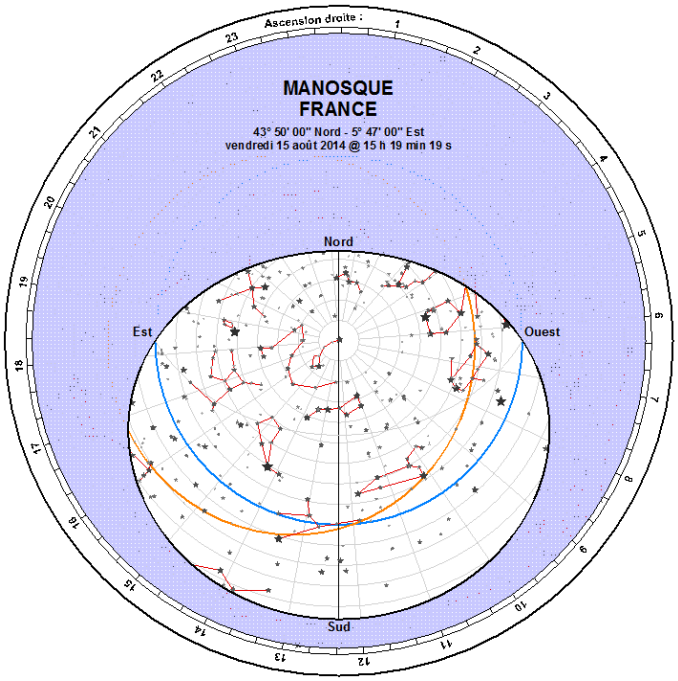
En double-cliquant sur le graphe ou en cliquant sur l'icône , on peut configurer l'orientation et l'inclinaison du panneau et choisir le lieu d'installation.

Les panneaux solaires installés sur le toit d'une maison ne peuvent pas toujours être orientés de façon optimale ; cette fonction permet d'anticiper le rendement effectif des panneaux solaires. Note : ce rendement ne tient pas compte de l'ensoleillement ou de l'absorption par l'atmosphère aux basses hauteurs.

Ce graphe n'est disponible que dans Shadows Pro.

La carte du ciel

Ce graphe est accessible depuis le menu Affichage > Diagramme solaire puis sur l'icône .



La carte affiche la position des étoiles et constellations à l'intérieur de l'horizon du lieu, pour une date et une heure donnée.

Plusieurs options sont configurables par la barre d'outils :

: afficher les cercles des tropiques

: afficher l'équateur céleste

: afficher le cercle écliptique

: afficher les graduations équatoriales

: afficher les graduations horizontales

: afficher le masque d'horizon

: changer le lieu de référence

: changer la date de la carte

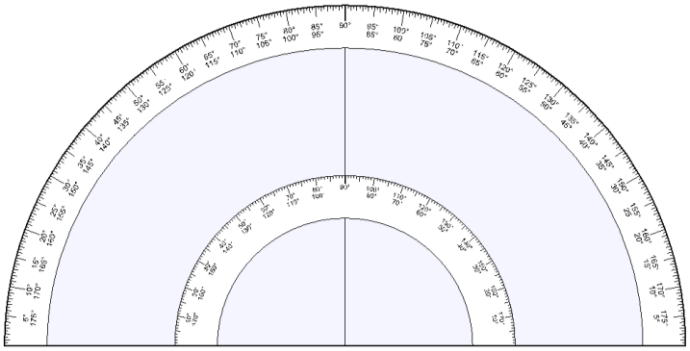
: afficher la position du Soleil

La carte du ciel est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Le rapporteur d'angles

Le rapporteur est accessible depuis le menu Affichage > Outils de traçage puis sur l'icône .

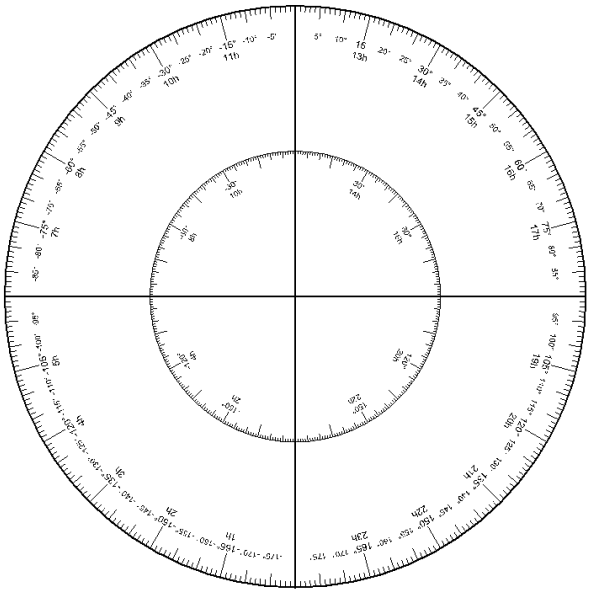
Ce rapporteur est destiné à faciliter le tracé du cadran solaire sur un support définitif (bois, marbre, etc.) ou à mesurer la déclinaison gnomonique d'un mur. Les tables de coordonnées donnent les valeurs en systèmes cartésien et polaire. Il est parfois plus facile, surtout pour les grands cadrans, de repérer les points en polaire à l'aide d'un rapporteur précis. Mais les rapporteurs du commerce ont un rayon de 4 à 6 centimètres en général, ce qui ne permet pas une grande précision. Le tracé ici fournit un rapporteur d'environ 12 cm de rayon sur une feuille A4. En allant dans Configuration > Dimensions du tracé, on peut choisir sur combien de pages sera imprimé le rapporteur. Il sera ainsi possible de l'imprimer directement en A3 pour en avoir un encore plus grand.



Coller ensuite le rapporteur sur un support cartonné et découper le contour et éventuellement l'intérieur, entre les deux cercles. Le tracé des points du cadran se fera à l'aide de ce rapporteur et d'une règle de grande longueur.

Le cercle d'azimut

Le cercle d'azimut est accessible depuis le menu Affichage > Outils de traçage puis sur l'icône .



Cette option permet de dessiner un grand cercle gradué en degrés et en heures. Ce cercle peut servir comme cercle d'azimut, d'angle horaire, comme cercle équatorial ou même verticalement de cercle de hauteur ou de déclinaison.

On peut choisir sa taille dans Dimensions du tracé qui permet de choisir sur combien de pages sera imprimé le tracé. On prendra soin d'activer dans les Préférences Générales, le tracé des repères d'impression afin de recoller les pages avec précision.

Le réseau de tangentes

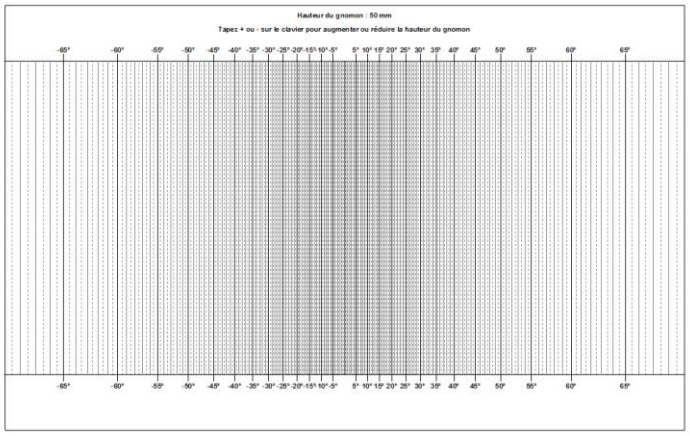
Le réseau de tangentes est accessible depuis le menu Affichage > Outils de traçage puis sur l'icône .

Ce réseau de tangentes est conçu comme outil de détermination de la déclinaison gnomonique d'un mur. Le principe consiste à poser le tracé contre un mur vertical, les droites du réseau bien parallèles à un fil à plomb.

On plante un style droit sur la ligne 0°, bien perpendiculairement à la feuille. Par défaut, le tracé est réalisé pour un style de 50 mm de hauteur. L'appui sur les touches + et - du clavier permet d'agrandir ou de réduire le gnomon de 5 mm.

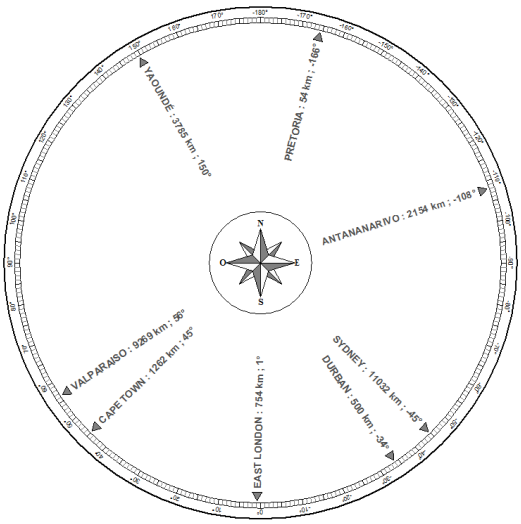
La méthode de mesure de l'angle du Soleil par rapport au mur est donnée dans la page Déterminer la déclinaison gnomonique d'un mur.

Pour augmenter la précision de mesure, on peut imprimer ce réseau de tangentes sur plusieurs pages en largeur, en allant dans Dimensions du tracé... et en choisissant le nombre de page. L'emploi d'un gnomon de grande taille permet également d'améliorer la précision. Lorsque l'écart entre deux traits est suffisant, un trait pointillé graduant les demi-degrés est tracé.



La rose des directions

La rose des directions est accessible depuis le menu Affichage > Outils de traçage puis sur l'icône .



Ci-dessus, une rose des directions conçue pour Johannesburg (Afrique du Sud)

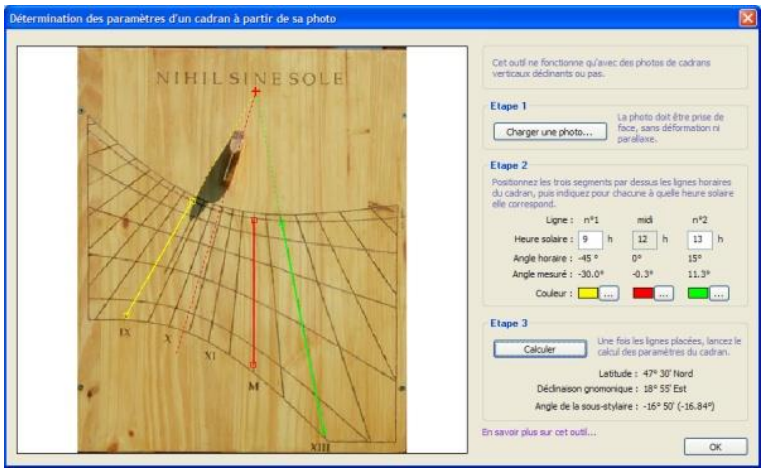
La rose des directions est un disque donnant la direction et la distance de lieux. C'est ce qu'on voit par exemple sur certains sites touristiques pour montrer les sommets des montagnes environnantes.

Pour définir les lieux, double-cliquez sur le tracé, ou choisissez Configurer la rose des directions dans le menu Configuration. Dans le dialogue qui s'ouvre, choisissez le lieu d'origine (en haut à droite), puis ajoutez les lieux que vous souhaitez voir figurer sur la rose des directions.

Cette rose des directions est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Déterminer les paramètres d'un cadran à partir de sa photo

Cet outil est accessible depuis le menu Outils > Détermination des paramètres d'un cadran à partir de sa photo... Il permet de retrouver la latitude du lieu pour lequel un cadran vertical a été conçu, ainsi que la déclinaison gnomonique du mur sur lequel il doit être posé. L'outil ne fonctionne que pour des cadrans verticaux, déclinants ou non, de déclinaison inférieure à +/-90° (par rapport au Sud).



1. Charger une image – Cliquer sur le bouton Charger une photo et sélectionner un fichier. Les photos peuvent être au format BMP, JPG ou GIF. Pour une meilleure précision, il faut que la photo ait été prise de face, sans parallaxe horizontale ni verticale, et sans déformation optique due à l'appareil photo. L'idéal étant que les bords du cadran soient bien parallèles aux bords de la photo.

2. Positionnez les segments sur les lignes horaires – Le segment du milieu doit être positionné obligatoirement sur la ligne de midi locale. Les deux autres de chaque côté. Déplacer les segments par les poignées de leurs extrémités. Saisir l'heure solaire correspondant aux lignes horaires sur lesquelles les deux segments droite et gauche ont été superposés. Ce doit être des heures entières.

3. Calculer

Sont fournis les informations suivantes :

- la latitude du cadran ;
- sa déclinaison gnomonique, c'est-à-dire l'angle que fait la normale au mur avec la direction Sud-Nord. Une déclinaison négative veut dire que le mur décline vers l'Est ;
- l'angle de la sous-stylaire par rapport à la ligne de midi. Un angle négatif veut dire que la sous-stylaire est à gauche de la ligne de midi (dans l'hémisphère Nord), et que le cadran décline vers l'Est. La sous-stylaire est tracée sur l'image en pointillés.

Avec une photo prise dans des conditions idéales, la latitude peut être déterminée avec une précision de l'ordre de 1°, et la déclinaison gnomonique de l'ordre de 2 à 3°. Les erreurs proviennent également de la précision de positionnement des segments à la souris sur l'image.

Photo : Mickaël Porte

Cet outil est disponible dans Shadows Expert et Shadows Pro.

Cette page est laissée intentionnellement blanche.

LIVRE 5 – POUR ALLER PLUS LOIN

Adhérer à une association de gnomonique

Vous éprouverez peut-être le besoin de rencontrer d'autres amateurs de cadrans solaires, afin d'échanger vos expériences et apprendre au contact des plus expérimentés. La solution est de fréquenter une association. Cette page en cite quelques-unes situées dans des pays francophones.

La commission des cadrans solaires de la Société Astronomique de France

Cette commission très importante en nombre d'adhérents est la plus ancienne des commissions traitant des cadrans solaires dans le monde. Elle est présidée par Philippe Sauvageot et se réunit deux fois par an, dont une fois en dehors de Paris. Ces réunions sont l'occasion de rencontrer des particuliers simples curieux des cadrans solaires, des historiens, des cadraniers professionnels, etc. Le fanzine Cadrans Info est édité deux fois par an. Pour se renseigner, vous pouvez écrire à l'adresse suivante :

Société Astronomique de France
3 rue Beethoven
75016 Paris
France
www.commission-cadrans-solaires.fr

La commission des cadrans solaires du Québec

Commission créée et longtemps animée par André E. Bouchard. Elle est aujourd'hui présidée par Jasmin Gauthier et édite un fanzine également disponible sur Internet : Le Gnomoniste.

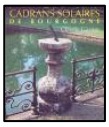
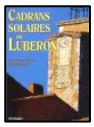
Commission des cadrans solaires du Québec
42 avenue de la Brumante
H3T 1R4 Outremont
Québec, Canada
http://cadrans-solaires.scg.ulaval.ca

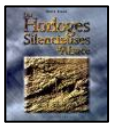
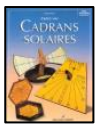
Bibliographie

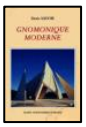
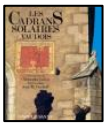
La bibliographie suivante est classée par date de publication et ne concerne que les livres de langue française édités, même s'ils ne sont plus disponibles aujourd'hui.

Ouvrages sur les cadrans solaires

Cadrans solaires de l'atelier Acacia, de Joseph Auvray, Éditions du Fournel, ISBN 2-3614-2109-7, 2017	
Cadran solaire : théâtre de l'ombre, de Michel Steiner, Édition de l'auteur, 2017	
Cadran solaire à faire soi-même, collectif, Aedis, ISBN 2-8425-9857-1, 2016	
Du cadran solaire à l'horloge – guide pratique pour voyager dans le temps, de Claude Quartier, Favre, ISBN 2-8289-1538-7, 2016	
Les cadrans solaires – Tout comprendre pour les construire, de Denis Savoie, Belin, ISBN 2-7011-9434-2, 2015	
Cadrans solaires traditionnels en Queyras-Briançonnais, de Gaëlle Ducrot et Pierre Putelat, Queyras éditeur, ISBN 2-9148-6604-6, 2013	
Les cadrans solaires en Isère, de Chantal Mazard, PUG (Presses Universitaires de Grenoble), Hors collection, 2011	
Cadrans solaires de Bretagne, de Jean-Paul Cornec et Pierre Labat-Segalen, Ed Skol Vreizh, ISBN 2-9156-2363-5, 2010	
Traité abrégé de gnomonique, de Francis Ziegeltrum, édité par l'auteur, 2010	
La Gnomonique Pratique Ou l'art de Tracer les Cadrans Solaires Avec la Plus Grande Precision, de François Bedos de Celles, Réédition par Univ. of Michigan Library, ASIN B002NSMNV6, 2009	
Les méridiennes du monde et leur histoire, de Andrée Gotteland, Ed Manuscrit-Université, 2008. *Un ouvrage en deux tomes sur les méridiennes à travers le temps et les pays.*	
La Gnomonique, de Denis Savoie, Ed Les Belles Lettres, ISBN 2-2514-2030-4, 2007. *La réédition revue et augmentée de l'ouvrage français de référence.*	

Les ombres et les heures dans l'Antiquité ou les origines des cadrans solaires, de Philippe Forissier, Ed Actes graphiques, ISBN 2-9108-6875-3, 2007.	
Le rêve d'un ombre, récréations et curiosités gnomoniques, de Yves Opizzo et Paul Gagnaire, Ed Burillier, ISBN 2-9126-1624-1, 2007.	
Nouveau traité de gnomonique moderne, de Denis Savoie, Edition des Belles Lettres, ISBN 2-2514-2030-4, 2006.	
Paroles de Soleil, de Olivier Escuder, Ed Le Manuscrit, ISBN 2-7481-5352-9, 2005. *Catalogue en deux tomes de plus de 2000 devises de cadrans solaires français. Les devises sont classées par thème et origine et sont expliquées (ou traduites). Fruit du travail d'un groupe de la Société Astronomie de France.*	
Dictionnaire de gnomonique illustré, de Pierre Gojat, Edité par l'auteur, 2005. *Un amusant dictionnaire illustré décrivant les termes utilisés en gnomonique et en astronomie.*	
Cadrans solaires de Haute-Savoie, de Andrée Gotteland, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0443-0, 2004.	
Cadrans solaires de Bourgogne, de Claude Garino, Ed. Armançon, ISBN 2-8447-9066-6 , 2004.	
Les cahiers de l'ivoire : les cadrans solaires, Château-musée de Dieppe, ISBN 2-9013-0215-7 , 2004.	
Cadrans solaires traditionnels du Queyras briançonnais, de Gaëlle Ducrot et Pierre Putelat, Ed du Queyras, ISBN 2-9148-6604-6, 2003	
Cadrans solaires des Pays de Savoie, de François Isler, Ed La Fontaine De Siloe, ISBN 2-8420-6233-7, 2003.	
Cadrans solaires du Lubéron, de Jean-Marie Homet et Franck Rozet, Ed Edisud, ISBN 2-7449-0395-7, 2003.	
Petit Traité de l'ombre : Les cadrans solaires de Provence, de Hélène Ratyé-Choremi et Dominque Marché, Ed Equinoxe, ISBN 2-8413-5250-1, 2003.	
Astronomie et églises, de John L. Heilbron, Ed Belin Pour la science, ISBN 2-7011-2814-5, 2003. *Le livre traite notamment de l'histoire des grandes méridiennes que l'on trouve dans les églises.*	

Les cadrans solaires, de Denis Savoie, Ed Belin pour la science, ISBN 2-7011-3338-6, 2003.	
Cadrans solaires des Alpes Maritimes, de B. Lettré, M. Marin et G. Véran, Ed du Cabri, ISBN 2-9146-0304-5, 2003.	
Cadrans solaires des Alpes de Haute-Provence, de J.-M. Homet, Ed Edisud, ISBN 2-7449-0309-4, 2002.	
Les cadrans solaires et méridiennes disparus de Paris, de A. Gotteland, Ed CNRS, ISBN 2-2710-5939-9, 2002.	
La Gnomonique, de Denis Savoie, Ed Les Belles Lettres, ISBN 2251420169, 2001. *Ouvrage de référence très complet sur tous les types de cadrans solaires. Assez mathématique mais tout de même abordable pour les novices.*	
Cadrans solaires du Haut-Pays niçois, de J.-M. Homet et F. Rozet, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0243-8, 2001	
Cadrans solaires du Briançonnais, de J.-M. Homet et F. Rozet, Edisud, ISBN 2-7449-0242-X, 2001	
Les horloges silencieuses d'Alsace, de Hervé Staub, Ed Coprur, ISBN 2-8420-8025-4, 2000.	
Les cadrans solaires du Queyras, de Jean-Maris Hommet et F. Rozet, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0148-2, 2000, réédité en 2007.	
Comment lire, calculer et construire son cadran solaire, de Raymond Pannetier, ISBN 2-9035-1507-7.	
Cadrans solaires en Savoie, de Paul Gagnaire, Ed. Sté Savoisienne d'histoire et d'archéologie, 1999	
Les ombres des temps (histoire et devenir des cadrans solaires), de Yves Opizzo, Ed. Burillier, ISBN 2-9509-4837-5, 1998 (réédité en 2006).	
Le cadran solaire, principe et réalisation, de G. Verploegh, Ed. du Tricorne, ISBN 2-8293-0174-9, 1998.	
Créez vos cadrans solaires, de Claude Dupré, Ed. Carpentier, ISBN 2-8416-7035-X, 1998.	

Gnomonique moderne, de Denis Savoie, Société Astronomique de France, ISBN 2-901730-05-1, 1997. *Un ouvrage couvrant de nombreux aspects des cadrans solaires. Il nécessite tout de même une bonne connaissance des mathématiques (trigonométrie).*	
Randonnée vers les chapelles et les cadrans solaires de Haute Provence, de Corinne et Alexis Lucchesi, Ed. Edisud, ISBN 2-8574-4905-4, 1997	
Cadrans solaires français catalogués, Société Astronomique de France, 1997	
Cadrans solaires de précision, notions théoriques et réalisation pratique à l'aide de l'informatique, de Y. Opizzo, Ed. Masson, ISBN 2-225-85419-X, 1997. *Livre assez technique. Contient de nombreuses tables déjà calculées pour chaque date permettant de créer soi-même un cadran.*	
Cadrans solaires de Paris, de Andrée Gotteland et Georges Camus, CNRS Editions, ISBN 2-2220-5035-9, 1997. *Ce livre est indispensable à tout visiteur des rues de Paris à la recherche des cadrans solaires. Chaque cadran y est détaillé. Ce livre propose en outre une annexe très complète sur la lecture des heures sur les cadrans et une bibliographie historique exhaustive.*	
Cadrans solaires des Alpes, de Paul Gagnaire, Ed. Pierre Putelas, ISBN 2-9505-7925-6, 1996.	
Cadrans solaires de la Sarthe, de Paul Déciron, Petit patrimoine de la Sarthe, 1996.	
Cadrans solaires, les comprendre, les construire, de Jean-Noël Tardy, Ed. Edisud, ISBN 2-8574-4805-8, 1995. *Livre compliqué aux explications confuses et aux graphiques illisibles pour qui n'a pas suivi de cours de dessin industriel. A réserver aux spécialistes et déconseiller aux débutants.*	
Cadrans solaires, construction, décoration, de Daniel Picon, Ed. Fleurus Idées, collection Manie-Tout, no 14, ISBN 2-215-02392-9, 1995 réédité en 1999.	
Midi au Soleil, de Jean Fulcran et Pierre Bourge, Ed. Bonnefoy, ISBN 2-906630-04-7, 1994. *Excellent petit livre qui traite des principaux types de cadran avec clarté et précision. A conseiller comme livre d'initiation.*	
L'heure au Soleil, cadrans solaires en Franche-Comté, de F.Suagher, P.Perroud et J.P.Marchand, Ed. Cêtre, Besançon, ISBN 2-901040-95-8, 1991. *Bel album sur la diversité des réalisations possibles.*	
L'ombre domestiquée, de Jacques Apel et Christian Pytel, Ed. Bonnefoy, ISBN 2-9066-3002-0, 1990	
Cadrans solaires Vaudois, de Jean Bischoff et Christophe Galluz, Ed. Payot, Lausanne, ISBN 2-6010-3035-6, 1987.	
Les cadrans solaires, histoire, théorie, pratique, de René Rohr, Ed. Oberlin, 1986	
Les cadrans solaires, de Jean-Marie Homet, Ed. Ch. Massin, ISBN 2-7072-0084-0, 1985 (réédité en 1996). *Bel album très bien illustré, avec un texte très intéressant. Pour ceux qui aiment les cadrans solaires pour leur côté artistique plutôt que pour les calculs.*	

Cadrans du Soleil, de Pierre Ricou et Jean-Marie Homet, Ed. Jeanne Laffitte, ISBN 2-8627-6087-0, 1984 (réédité en 1999). *Bel album photo sur les cadrans solaires peints des Alpes et de la Méditerrannée. Comporte une liste très complète de devises en annexe.*	
Cadrans solaires et instruments scientifiques européens, Hôtel Drouot, 1977.	
17 cadrans solaires à découper et plier, Editions du Lézard.	
Cadrans solaires des Hautes-Alpes, de Pierre Putelas.	
Nouveau manuel complet de gnomonique élémentaire, de Charles Boutereau, Manuels Roret, 1845. *Ce très intéressant manuel largement inspiré de Bedos de Celles a été réédité en 1978 par la librairie Laget à Paris, en 500 exemplaires. Il décrit tous les types de cadrans plans et contient de nombreux dessins et épures en fin d'ouvrage.*	
La gnomonique pratique, ou l'art de tracer les cadrans solaires avec la plus grande précision, de Dom François Bedos de Celles, 1760. Réédition fac-simile datée de 1978 par la librairie Laget à Paris, en 500 exemplaires.	

Ouvrages anciens sur les cadrans solaires

1976 - Le méridien, l'heure et la lumière, de G. Leblanc & J. Lomont, Lux, Paris

1974 - Le cadran solaire analemmatique, histoire et développements, de Louis Janin, note technique 74.2057 du Cetehor, Besançon

1971 - Les cadrans solaires d'Alsace, de René Rohr, Ed. Alsatia, Colmar

1966 - Les cadrans solaires de Max Elskamp, de H. Michel

1956 - Gnomique ou traité théorique et pratique des cadrans solaires, de G. Bigourdan

1962 - Lire correctement le cadran solaire, de Moureau, Carcassonne

La gnomique de Désargues à Pardies : essai sur l'évolution d'un art, de Jean Parès, Société Française d'histoire des sciences et techniques

1958 - Quand sonne l'heure, de R. Guitton, Brive

1936 - Huit cents devises de cadrans solaires, de Ch. Boursier, Ed. Berger-Levrault

1922 - Gnomonique ou traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires, de G. Bigourdan, Gauthier-Villard, Paris

1911 – Cadrans solaires, légendes et devises horaires à Reims, dans la région, en Fance, de H. Jadart

1906 - Le cadran analemmatique et la rétrogradation de l'ombre, de Louis Chomard, Paris

1902 - Le cadran solaire de Dijon, de L.-J. Gruey, Dijon

1895 - L'art populaire dans le Briançonnais - les cadrans solaires, de Blanchard, in Bulletin de la Société Savante des Hautes Alpes

1812 - Gnomonique graphique - gnomonique analytique, de J.H. Mollet, Librairie pour les sciences.

1788 - Petit traité de gnomonique : ou l'art de tracer les cadrans solaires, M. Polonceau

1781 - Méthode Nouvelle et Générale pour tracer facilement des cadrans solaires sur toutes surfaces planes..., de De La Prise, Ed. Pierre le Baron, Caen

1767 - La gnomonique, de Rivard

1760 - La gnomonique pratique ou l'art de tracer des cadrans solaires avec la plus grande précision de Dom Bedos de Celle, Paris

1752 - De la construction et des usages des cadrans solaires, de Bion, Paris

1744 - La gnomonique ou la science des cadrans de P. Blaise, Paris

1742 - La gnomonique ou l'art de faire des cadrans de D.-F. Rivard, Ed. Desaint et Saillant, Paris

1741 - Nouveaux traités de Trigonométrie rectiligne et sphérique démontrés par une Méthode nouvelle et plus facile ... (contient un traité de gnomonique), de A. Deparcieux, Ed. Hoeffer

1701 - La gnomonique universelle, de Jean Richer, Paris

1698 - La gnomonique ou méthodes universelles pour tracer des horloges solaires ou cadrans sur toutes sortes de surfaces, de De la Hire, Ed. T. Moette, Paris

1682 - Traité d'horlogiographie, Quadrans solaires, de Mallet

1680 - Gnomonica Universalis, de J.P. Stengel

1666 - La Geometrie Universelle, Auec Un Compendion De Perspectiue, La Construction Des Cadrans Solaires, M. La Fontaine

1640 - Traicte ou usage du quadrant analemmatique, de Vauzelard, Paris

1569 - La description d'un anneau solaire convexe, de P. Forcadel, Paris

1568 - La description d'un anneau horaire, de P. Forcadel, Paris

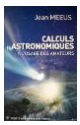
1564 - La maniere de fere les solaires que communement on appelle quadrans, de E. Vinet, Poitier

1562 - Petit traicté de géométrie et d'horlogiographie pratique, de J. Brullant, Paris

1561 - Recueil d'horlogiographie, qui contient la description, fabrication et usage des horloges solaires, de J. Brullant, Paris

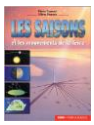
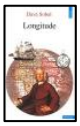
1556 - Propriété et usage des quadrans, de C. de Boissière Daulphinoys, Paris

Ouvrages sur la mécanique céleste et la navigation

Calcul astronomique à l'usage des amateurs, de Jean Meeus, SAF. *Le grand classique enfin réactualisé et traduit en français (l'ouvrage anglais est plus complet néanmoins).*	
Annuaire du Bureau des Longitudes. Guide de données astronomiques, EDP Sciences, ISBN 2-7598-0466-5. *Nécessaire pour vérifier ses calculs et intéressant par les chapitres introductifs, notamment sur le temps et les calendriers.*	
Aide-mémoire de l'Astronome Amateur, de André Cantin, Ed. Dunod, ISBN 2-10-006729X, 2002. *Sorte de formulaire contenant les équations principales utilisées en astronomie et mécanique céleste avec un rappel des mathématiques utiles. Surtout intéressant pour les données et constantes astronomiques (pour les planètes, satellites, comètes, etc.)*	
Le calcul des longitudes. Un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation, sous la dir. de V. Jullien, Presses Universitaires de Rennes, ISBN 86847-613-9, 2002.	
Navigation astronomique. Fondements, applications, perspectives, de Philippe Bourbon, 2000	
Astronomie générale - astronomie sphérique et éléments de mécanique céleste, de A. Danjon, Ed. Blanchard, 1959 (réédité 1994). *La bible pour ceux qui veulent se plonger dans les équations de mécanique céleste. Pour les initiés seulement, bien que le texte soit très pédagogique.*	
Calcul astronomique pour amateurs, de S. Bouiges, Ed Masson, 1982. Le calcul astronomique à la portée de tous. Doit être utilisé conjointement avec d'autres livres car des erreurs parsèment les équations ou les résultats donnés.	

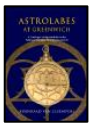
Calculs astronomique à l'usage des amateurs, de Jean Meeus, Société Astronomique de France, ISBN 2-9017-3003-5, 1996.	
Astronomie Fondamentale Elémentaire, V. Kourganoff, Ed. Masson, 1961	

Ouvrages sur le temps

Les références de temps et d'espace, de Claude Boucher, Hermann, ISBN 2-7056-8418-1, 2017	
Le beau vieux temps : du cadran solaire à l'horloge de gare : petite histoire des dispositifs de mesure du temps en Suisse, de C. Quartier, Favre, ISBN 2-828-915-387, 2016	
Le règne du temps : des cadrans solaires aux horloges atomiques, de E. Biémont et C. Cohen-Tannoudji, Académie royale de Belgique, ISBN 2-803-105-047, 2016	
La mesure du temps dans l'antiquité, de J. Bonnin, Les Belles Lettres, ISBN 2-2514-4509-9, 2015	
Les saisons et les mouvements de la terre, de L. Sarazin et P. Causseret, Belin, Pour la science, ISBN 2-7011-2705-X, 2001	
Rythmes du temps, astronomie et calendriers, de E. Biémont, Ed de Boeck, ISBN 2-8041-3287-0, 1999.	
Longitude, de Dava Sobel, Ed JC Lattès, ISBN 2-7096-1743-9, 1996. *Passionnante description des tentatives de résolution du fameux problème de détermination de la longitude en pleine mer, grâce à des chronographes de marine.*	
Calendriers et chronologie, de J.P. Parisot et F. Suagher, Ed Masson, ISBN 2-2258-5225-1, 1997.	
La saga des calendriers (ou le frisson millénariste), de Jean Lefort, Bibliothèque Pour la Science, ISBN 2-8424-5003-5, 1998.	
Les fondements de la mesure du temps, de C. Audouin et B. Guinot, Ed. Masson, ISBN 2-2258-3261-7, 1998.	
Le temps, ses divisions principales, ses mesures et leurs usages aux époques anciennes et modernes, de C. Saunier, Ed. Parnatier, Paris, 1858.	

Ouvrages sur les astrolabes

Les ouvrages sur les astrolabes étant peu nombreux, et notamment en français, cette liste donne donc des références internationales, souvent en langue anglaise.

A treatise on the astrolabe, de Walter William Skeat et Geoffrey Chaucer, Ed. BiblioBazaar, ISBN 1-1036-3101-2	
Opera omnia : Tome 1, Traité de l'astrolabe, édition bilingue français-latin, de Raymond Marseille (Auteur), Marie-Thérèse d'Alverny, Charles Burnett, Emmanuel Poulle, Ed. CNRS, ISBN 2-2710-6747-2	
The astrolabe, de James E. Morrison, Ed. Janus, ISBN 0-9393-2030-4. *Un excellent ouvrage synthétisant de façon claire tout ce qui avait été écrit auparavant sur l'astrolabe.*	
Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum, par Koenraad van Cleempoel, Oxford, 2006, ISBN 0-1985-3069-2	
Al-Farghani, On the astrolabe, de Richard Lorsch, Ed. Franz Steiner Verlag, ISBN 3-515-08713-3	
Cueillir les étoiles. Autour des astrolabes de Strasbourg, de Paul-André Befort, Francis Debeauvais, Ed. Ligne à suivre, ISBN 2-8451-2019-2, 2002	
Une Version Byzantine Du Traite Sur L'Astrolabe Du Pseudo-Messahalla, de A. Tihon, R. Leurquin, C. Scheuren, Ed. Academia, ISBN 2-8720-9629-9, 2001	
L'astrolabe, histoire, théorie et pratique, de Raymond d'Hollander, Ed. Institut Océanographique, Paris, ISBN 2-9035-8119-3, 1999. *Un ouvrage de référence décrivant les usages de l'astrolabe et la construction des différents éléments par la géométrie ou le calcul.*	
Astrolabes, cartes du ciel. Les comprendre et les construire, de Jean-Noël Tardy, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0078-8, 1999. *Petit livre assez complet mais ne fournissant aucune information sur l'usage des tracés qui sont décrits.*	
L'astrolabe: les astrolabes du musée Paul Dupuy, de Raymond d'Hollander, Ed. Musée P. Dupuy, 1993	
L'astrolabe, de L. Clauss, Lycée Bartholdi, Colmar, 1988	
Astrolabe, de Margarida Archinard, Musée d'histoire des sciences de Genève, 1983	
Traité de l'astrolabe, de Jean Philopon, Ed. Société internationale de l'astrolabe, 1981	
Astrolabe et cadrans solaires en projection stéréographique horizontale, de Louis Janin, Ed. Centaurus, 1979	
Un constructeur d'instruments astronomiques au XVe siècle, Jean Fusoris, de Emmanuel Poulle, Ed. Honoré Champion, 1963	
Traité de l'astrolabe, de Henri Michel, Paris, 1947. *Réédité par A. Brieux en 1976*	

L'astrolabe-quadrant du musée des antiquités de Rouen, de Albert Anthiaume et Jules Sautas, Librairie astronomique et géographique, 1910	

Glossaire des termes techniques

Abscisse – Nom donné à la composante horizontale d'une coordonnée cartésienne. L'abscisse est souvent notée x.

Alidade – Règle graduée et/ou équipée de viseurs, montée sur un axe de rotation, permettant la mesure d'angle. On trouve notamment l'alidade au dos des astrolabes.

Almicantarat – Arc tracé sur un astrolabe, donnant la hauteur d'un astre.

Analemmatique – Se dit d'un cadran de forme elliptique dont le style doit être déplacé chaque jour de l'année le long d'une droite, pour indiquer l'heure sur l'ellipse. Les cadrans analemmatiques sont souvent de grande taille, tracés au sol et utilisent comme style, une personne tenue debout.

Analemme – Nom donné à la courbe en huit tracée autour d'une ligne horaire.

Angle horaire – Angle dièdre formé par le cercle horaire de la direction envisagé et le méridien du lieu. Il est compté, dans le sens rétrograde, parfois en degrés, mais plus souvent en heures, de 0 h à 24 h, ou de -12 h à +12 h. L'angle horaire (H) et l'ascension droite (a) sont liés entre-eux par l'angle horaire du point vernal (T) selon la formule : T = a + H.

Année anomalistique – Durée qui sépare deux passages de la Terre à son périhélie, soit une durée d'environ 365j 6h 13m 53s (soit 365,259641 jours).

Année bissextile – Année comprenant 366 jours par l'insertion d'un jour le 29 février tous les 4 ans. Cette procédure permet d'obtenir une durée de 365.25 jours qui est proche de la durée de l'année anomalistique. Les années dont le millésime est divisible par 4 sont bissextiles, à l'exception des siècles non multiples de 400 ! Par exemple : 1968, 1996, 2000 sont bissextiles, alors que 1900, 2003 ne le sont pas.

Araignée – Plaque montée sur un astrolabe, ouvragée pour voir les graduations de la mère en dessous, et comportant de petits pointeurs figurant les étoiles principales du ciel. L'araignée tourne autour de l'axe central de l'astrolabe. En latin : Rete.

Arc diurne – Trajectoire de l'extrémité de l'ombre du style sur un cadran, au cours de la journée. Cet arc est en général une hyperbole sur un cadran plan à style polaire, sauf aux équinoxes, où l'arc est rectiligne.

Arc des solstices – Arc diurne parcouru lors des solstices. Ces arcs limitent les excursions de l'ombre du style sur le cadran.

Arc des signes (arcs des décans) – Arc diurne parcouru lors d'un changement de signe du Zodiaque (de décan), aux alentours du 21 de chaque mois. Il y a sept arcs des signes, dont un pour l'équinoxe et deux pour les solstices.

Armillaire – Qualifie une représentation de la sphère céleste constituée d'anneaux, figurant en général l'équateur, les méridiens, les tropiques d'une sphère. On parle de sphère armillaire, d'anneau armillaire ou de cadran armillaire.

Ascension droite – Angle dièdre du cercle horaire de la direction et de celui d'un point donné g de l'équateur céleste, dit point vernal ou équinoxe. Elle est comptée dans le sens direct, parfois en degrés, de 0° à 360°, plus fréquemment en heures, de 0 h à 24 h.

Astrolabe – Instrument de calcul astronomique permettant de déterminer des heures de lever et de coucher d'astres, de mesurer des angles et de convertir des coordonnées. On distingue plusieurs types d'astrolabes, planisphérique, universel, de Rojas, etc.

Azimut – Angle que fait le plan vertical passant par un point donné avec le plan méridien du lieu considéré, compté dans le sens des aiguilles d'une montre en partant du sud (en astronomie).

Babylonique – voir *Heures babyloniques*.

Brachiolus – Bras articulé que l'on retrouve notamment sur l'astrolabe universel de type *Saphae Arzachelis*, servant à pointer une coordonnée particulière.

Butterfield – Type de cadran portable horizontal, doté d'un style repliable et ajustable en latitude, et dont la table est dotée de plusieurs graduations concentriques permettant de lire l'heure pour plusieurs latitudes. Le cadran de Butterfield est dit *cadran de voyage* de par sa capacité à s'adapter à la latitude du lieu. Ces cadrans sont souvent réalisés en métal précieux, notamment en argent.

Cadran solaire – Surface portant des divisions correspondant aux heures du jour et qui, d'après la projection de l'ombre d'un style éclairé par le Soleil, indique l'heure.

Cadranier – Artisan créateur de cadrans solaires peints, gravés ou assemblés en matériaux nobles.

Canonial – Se dit d'un cadran vertical particulier, formé par un demi-disque inférieur, doté un style droit, destiné à indiquer les heures des prières chrétiennes. On les trouve en général sur les églises anciennes.

Carré des ombres – Abaque que l'on retrouve au dos d'un astrolabe, permettant de convertir une hauteur mesurée à l'alidade en hauteur, connaissant la distance à l'objet.

Cercle (grand cercle, petit cercle) – Un grand cercle est un cercle d'une sphère dont le diamètre est égal au diamètre de la sphère. Les méridiens et l'équateur, par exemple sont des grands cercles de la sphère terrestre. Un petit cercle est un cercle quelconque d'une sphère qui n'est pas un grand cercle. Un parallèle d'une latitude non nulle est un petit cercle.

Colatitude – Angle complémentaire de la latitude, compté à partir du pôle. La colatitude en degré est égale à 90° - latitude.

Coordonnées équatoriales – Ascension droite et déclinaison d'un astre. Système de coordonnées ancré sur l'équateur céleste. L'origine de l'ascension droite est le point vernal ; elle est comptée de 0 à 24 heures dans le sens anti-horaire. La déclinaison est comptée de 0 à +/- 90° autour de l'équateur.

Coordonnées horaires – Angle horaire et déclinaison. Ce système est intermédiaire entre le système horizontal et le système équatorial (son usage simplifie les changements de coordonnées). L'origine de l'angle horaire est le méridien local.

Coordonnées horizontales – Azimut et hauteur d'un astre. Ce système de coordonnées est local au lieu d'observation. L'azimut est compté de 0 à 180° par rapport au méridien local. La hauteur est comptée de 0 à 90° au-dessus de l'horizon.

Crépuscule – Période succédant au coucher de Soleil (ou précédant le lever de Soleil).

Crépuscule civil – Instant où le Soleil atteint 6° sous l'horizon. La clarté du ciel est en général suffisante pour voir autour de soi sans éclairage.

Crépuscule nautique – Instant où le Soleil atteint 12° sous l'horizon. À ce moment, il devient difficile de distinguer la ligne d'horizon sur la mer.

Crépuscule astronomique – Instant où le Soleil atteint 18° sous l'horizon. C'est le moment où l'on considère que la nuit est noire.

Culmination – Point atteint par un astre quand il est le plus haut dans le ciel. La culmination survient en général au passage au méridien.

Déclinaison – Distance angulaire d'un point de la sphère céleste au plan équatorial, comptée à partir de ce plan, de 0° à 90°, positivement vers le nord, négativement vers le sud.

Déclinaison gnomonique – Angle mesuré entre la perpendiculaire à un mur vertical et le plan du méridien local. Il intervient lorsque l'on conçoit un cadran vertical déclinant. Dans l'hémisphère nord, la déclinaison d'un mur faisant face au Sud est de 0°, celle d'un mur face à l'Est est de -90°, face à l'Ouest : +90° et face au Nord : 180°.

Degré d'arc – Unité de mesure d'angle correspondant à 1/360 d'une circonférence de cercle. Le degré est décomposé en 60 minutes d'arc de 60 secondes d'arc.

Devise – Texte sentencieux ou poétique associé à un cadran solaire. Souvent en Latin, la devise peut être dans n'importe quelle langue ou n'importe quel patois.

Diptyque – Se dit d'un cadran portable formé de deux panneaux articulés par une charnière, l'un horizontal, l'autre vertical. Le style est en général formé d'une ficelle tendue entre les deux panneaux. Il s'agit d'un cadran de voyage qui se replie dans la poche.

Distance zénithale – Angle complémentaire de la hauteur, égal à 90°-hauteur. La distance zénithale est comptée à partir du zénith, au-dessus de l'observateur.

Écliptique – 1. Plan de l'orbite terrestre autour du Soleil. 2. Grand cercle de la sphère céleste décrit par le Soleil dans son mouvement apparent annuel.

Éphéméride – Table de données en lien avec le temps ou la position du Soleil ou d'un astre. L'éphéméride peut être calculée pour un lieu et/ou un instant donné.

Équateur céleste – Ensemble des lieux de la sphère céleste définis par le prolongement des droites tirées du centre de la Terre et passant par l'équateur.

Équation du temps – La Terre tournant autour du Soleil dans le plan écliptique sur une orbite elliptique, sa vitesse au cours de l'année n'est pas constante (loi des aires), mais maximale lors du passage au périhélie et minimale lors du passage à l'aphélie. Cette vitesse intervient dans l'angle horaire du Soleil qui définit le temps solaire vrai. Par ailleurs, l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre sur elle-même provoque également une perturbation périodique sur l'angle horaire. L'équation du temps est définie comme la différence entre le temps solaire moyen et le temps solaire vrai. Cette équation varie au cours de l'année d'une valeur pouvant atteindre ±16 minutes.

Équinoxe – Moment de l'année où le Soleil traverse l'équateur céleste. Lors des équinoxes, la durée du jour et de la nuit est équivalente.

Fil à plomb – Poids fixé au bout d'un fil, suspendu immobile pour repérer la verticale d'un lieu. Pour éviter que le vent face vaciller le fil à plomb, on peut plonger l'extrémité du poids dans un récipient d'eau. C'est l'un des outils indispensables du gnomoniste ou du cadranier.

Fuseau horaire – Bande de 15° de longitude de large s'étendant du pôle nord au pôle sud, permettant de décomposer le globe terrestre en 24 tranches horaires. Chaque fuseau est centré sur un méridien dont la longitude est multiple de 15°. Le méridien d'origine est celui de Greenwich, qui définit le Temps Universel. Chaque pays utilise en principe l'heure du fuseau le plus proche en longitude, mais ce n'est pas le cas en Europe où la plupart des pays (dont la France) ont adopté le fuseau UT + 1 h. Lorsque l'on change de fuseau, on se décale d'une heure. Néanmoins, certains pays ont un décalage horaire non entier, comme le centre de l'Australie qui est à UT + 9 h 30 m ou le Népal, à UT + 5 h 45 m.

Gnomique – Sentencieux. Qui exprime des vérités morales sous forme de maximes, de proverbes, de sentences.

Gnomon – Cadran solaire primitif, constitué d'une simple tige dont l'ombre se projette sur une surface plane. Aujourd'hui, on utilise ce terme pour désigner le style droit.

Gnomonique – Science des cadrans solaires.

Greenwich – Ville d'Angleterre située près de Londres. (méridien de) – Méridien passant par l'observatoire de Greenwich, servant d'origine au repérage des longitudes sur Terre.

Greenwich Mean Time (GMT) – Temps égal au temps civil de Greenwich additionné de 12 heures. Attention, pour désigner l'heure du fuseau horaire de l'Angleterre, il faut parler d'heure UT (Temps Universel) et non pas d'heure GMT (erreur commune !).

Hauteur – Angle mesuré verticalement depuis l'horizon jusqu'à un astre, exprimé entre -90° et 90°. La hauteur fait partie du système de coordonnées horizontales (avec l'azimut). Au lever et au coucher, la hauteur d'un astre vaut 0°.

Hémisphère – Demie partie d'une sphère séparée par un plan équateur. Sur le globe terrestre, il y a l'hémisphère nord ou boréal et l'hémisphère sud ou austral.

Heures babyloniques – Les heures babyloniques étaient comptées à partir du lever du Soleil (mais avec des heures constantes contrairement aux heures temporaires). Ces heures sont pratiques puisqu'elles donnent le

temps écoulé depuis le lever de Soleil. Ces heures étaient utilisées par les chaldéens, les égyptiens, les perses, les syriens et les grecs.

Heures d'été – Heure décalée en vigueur entre le printemps et l'automne. En France, l'heure d'été fait passer de UT+1h à UT+2h. Durant le reste de l'année, on parle d'heure d'hiver, mais c'est en fait l'heure « normale ». Les dates de changement d'heure varient d'une année à l'autre et sont établies par décret.

Heures italiques – Les heures italiques étaient comptées à partir du coucher de Soleil de la veille. Ces heures ont été en usage jusqu'à la fin du XVIIIe siècle en Italie.

Heure légale – Heure moyenne du fuseau horaire de rattachement, augmenté éventuellement de l'heure d'été. C'est l'heure de la montre.

Heure moyenne – Heure solaire vraie corrigée de l'équation du temps. L'heure moyenne du fuseau est l'heure légale.

Heure révolutionnaire – Heure décimale composée de 100 minutes de 100 secondes, à raison de 10 heures dans la journée. Cette heure a été établie en 1790 par le conseil révolutionnaire mais n'a jamais été complètement utilisée et a été rapidement abandonnée.

Heure solaire vraie – Angle horaire du Soleil augmenté de 12 heures. L'heure solaire vraie est l'heure donnée par le Soleil sur un cadran solaire simple. Pour obtenir l'heure de la montre, il faut lui additionner l'équation du temps, la correction de longitude et éventuellement l'heure d'été.

Heures temporaires – Heures antiques comptant 12 heures entre le lever et le coucher de Soleil. La durée d'une heure était donc variable durant l'année, de 40 à 80 minutes ! Ces heures sont parfois appelées heures planétaires.

Hypoténuse – Côté d'un triangle rectangle qui fait face à l'angle droit.

Inclinaison gnomonique – Angle formé par la table du cadran avec l'horizontale. Un cadran vertical a une inclinaison gnomonique de 90°. Un cadran polaire a une inclinaison gnomonique égale à la latitude du lieu.

Italique - Voir *Heures italiques*.

Jour julien – Nombre permettant une représentation aisée du temps indépendamment des variations des calendrier. Le jour julien est utilisé dans les calculs astronomiques et dans les éphémérides.

Latitude – Angle formé entre la verticale d'un lieu et le plan de l'équateur. On compte les latitudes positivement au nord et négativement au sud.

Ligne sous-stylaire – Ligne qui joint les points A et B entre le pied du style polaire et celui du style droit.

Lignes horaires – Lignes permettant de lire l'heure à partir de l'ombre du style.

Lignes de déclinaison – Lignes tracées sur la table du cadran, permettant de connaître la date à partir de l'ombre du style. On trace en général les lignes de déclinaison pour les dates d'entrée du Soleil dans un signe du Zodiaque (correspondant aux déclinaisons 0°, +/-11°29', +/-20°20' et +/- 23°26'). Ces lignes sont aussi appelées arcs diurnes.

Longitude – Angle dièdre formé, en un lieu donné, par le méridien du lieu avec le méridien de Greenwich, et compté de 0° à 180°, à partir de cette origine, positivement vers l'ouest, négativement vers l'est.

Longitude écliptique – Angle repérant la position de la Terre sur son orbite (et donc du Soleil apparent) depuis le *point vernal*. Des secteurs de 30° de longitude écliptique donnent naissance aux signes zodiacaux.

Méridien – Lieu des points ayant la même longitude, à la surface de la Terre, formant un demi-grand cercle passant par les pôles et le zénith.

Méridienne – Se dit d'un instrument servant à observer les astres dans le plan du méridien (lunette méridienne). Une méridienne est aussi un cadran solaire donnant l'heure autour de midi et possédant une courbe de temps moyen permettant de régler les horloges.

Midi – Terme indiquant la mi-journée, et par extension en Europe, la direction du Sud.

Midi solaire – Instant correspondant au passage au méridien local du Soleil.

Minute d'arc – Unité de mesure d'angle égale à la soixantième partie d'un degré d'arc. Une minute d'arc contient 60 secondes d'arc.

Nord géographique – Direction contenue dans le plan méridien pointant vers le pôle nord géographique. C'est le nord (ou le sud) géographique qui est pris en compte en gnomonique.

Nord magnétique – Direction pointant vers le pôle nord magnétique. C'est la direction donnée par la boussole. Elle varie localement du fait des variations locales du champ magnétique terrestre. Cette direction ne peut être prise en compte pour repérer précisément le méridien.

Obliquité de l'écliptique – Inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport à la normale au plan de l'orbite terrestre (écliptique). Sa valeur est de 23° 26'.

Œilleton – Disque troué fixée au bout d'un style polaire ou parfois grâce à des jambes de fixation. Le trou laisse passer un point lumineux sur le cadran pour marquer l'heure.

Ordonnée – Nom donné à la composante verticale d'une coordonnée cartésienne. L'ordonnée est souvent notée y.

Point vernal – Point d'intersection entre l'écliptique et l'équateur céleste, qui correspond à la direction du Soleil lorsque sa déclinaison s'annule en croissant (c'est alors l'équinoxe de printemps). Le point vernal est noté ν.

Projection stéréographique – Projection de la surface d'une sphère sur un plan à partir d'un point. Dans le cas d'un astrolabe planisphérique, on projette la sphère céleste sur le plan équatorial, vu depuis le pôle Sud.

Qibla – Direction de La Mecque, indiquée sur certains astrolabes.

Quadrant – Quart de cercle sur lequel un astrolabe replié est tracé. Il permet de réaliser l'équivaleur d'un grand astrolabe sur un instrument moitié moins grand.

Radian – Unité de mesure d'angle. On compte 2π radians dans une circonférence de cercle. Un radian vaut $180/\pi$ degrés.

Réfraction atmosphérique – Déviation des rayons lumineux provoquée par la variation d'indice de réfraction de l'atmosphère. Cet effet est visible lorsque l'astre est proche de l'horizon. Par exemple, l'image du Soleil est visible à l'horizon alors que le Soleil est encore en dessous. On quantifie en général à 36 minutes d'arc la déviation due à la réfraction.

Seconde d'arc – Unité de mesure d'angle égale à la soixantième partie d'une minute d'arc.

Sens trigonométrique – Sens inverse des aiguilles d'une montre. Si l'on considère un cercle, l'origine des angles est comptée, en mathématiques, à partir de la droite ; 90° est au-dessus ; 180° à gauche.

Solstice – Période de l'année où le Soleil atteint le maximum de sa déclinaison (positive ou négative). Le solstice d'été est autour du 21 juin, le solstice d'hiver est autour du 21 décembre (c'est l'inverse pour l'hémisphère sud).

Sous-stylaire – Ligne correspondant à la projection du style sur la table du cadran. L'angle que fait la sous-stylaire par rapport à la ligne de midi est indicateur de la déclinaison du cadran.

Sphère céleste - Représentation du ciel apparent sur une sphère virtuelle centrée sur le centre de la Terre.

Sphère armillaire – Sphère reproduisant le globe terrestre, inclinée selon la latitude du lieu et dont l'équateur est gradué pour donner l'heure grâce à l'ombre de l'axe de la sphère. C'est une variété de cadran équatorial.

Style – Tige dont l'ombre marque l'heure sur un cadran solaire. Le style est parallèle à l'axe des pôles de la Terre.

Style droit – Style planté perpendiculairement à la table du cadran. Ce peut être le montant du style triangulaire qui est à angle droit du cadran. Le pied du style droit est repéré dans le logiciel par le point A.

Style polaire – Style pointant vers le pôle. Représente l'hypoténuse dans le cas d'un style triangulaire. Le pied du style polaire, vers lequel convergent toutes les lignes horaires, est repéré dans le logiciel par le point B. Pour certains cadrans, le pied du style polaire est rejeté à l'infini ou à une grande distance du style.

Table du cadran – Nom donné au support du cadran, lorsqu'il est plan. C'est sur la table que l'on trace les lignes et les chiffres.

Temps sidéral – Angle horaire du point vernal (T). Il sert à définir les positions relatives des repères équatorial et horaire.

Temps sidéral local – Temps sidéral augmenté de la longitude convertie en temps.

Temps solaire – Voir *Heure solaire*.

Temps universel – Temps civil de Greenwich.

Tropique – Chacun des deux parallèles du globe terrestre, de latitude 23°26’ N et S le long desquels le Soleil passe au zénith à chacun des solstices. Ils délimitent les régions du globe pour lesquels le Soleil peut passer au zénith. Le tropique du nord est le tropique du Cancer, l'autre étant le tropique de Capricorne.

Zénith – Point de la sphère céleste représentatif de la direction verticale ascendante, en un lieu donné.

Zodiaque – On définit les signes du Zodiaque en divisant la trajectoire apparente du Soleil en douze parties, correspondant à des longitudes écliptiques multiples de 30°. Les signes du Zodiaque dont il est question ici sont les constellations astronomiques situées le long de l'écliptique et non pas les signes astrologiques. Le soleil change de constellation du Zodiaque pour une valeur déterminée de déclinaison (0°, ±11°29', ±20°20' et ±23°26')

Questions fréquentes

Y a t-il un risque à payer par Internet avec Paypal ?

Paypal est le plus gros site mondial de paiement par Internet avec plusieurs centaines de millions de comptes ouverts. Le site propose une sécurisation des paiements et le support de plusieurs devises. Il n'y a pas de risque à fournir votre numéro de carte bancaire par ce site car la transaction est cryptée entre votre PC et le serveur (comme en témoigne le petit cadenas qui s'affiche en bas à droite de la fenêtre). Vous pouvez également payer par transfert direct si vous disposez déjà d'un compte Paypal approvisionné. C'est le moyen le plus sûr et le plus rapide pour obtenir votre licence Shadows Expert ou Shadows Pro.

Je ne peux pas payer par carte bancaire ; quel autre moyen de paiement puis-je utiliser ?

En France, vous pouvez payer par chèque ou en liquide. Depuis un autre pays, vous pouvez utiliser les services de Western Union ou envoyer un paiement en liquide uniquement en billets en Euros.

En savoir plus sur les moyens de paiement : www.shadowspro.com/licence

J'achète le logiciel par mon entreprise, puis-je avoir une facture ?

Oui sur simple demande, une facture pourra être envoyée. Mais celle-ci ne pourra pas comporte pas la TVA.

J'achète le logiciel pour le compte de mon établissement scolaire, comment effectuer le paiement ?

Les traites n'étant pas acceptées de même que les bons de commande sans paiement, certains établissements choisissent d'envoyer un chèque du Trésor Public. Certains enseignants font parfois un chèque personnel et se font rembourser ensuite par l'établissement sur présentation de la facture. En tout état de cause, le paiement doit être fait avant livraison de la licence.

Comment le logiciel Shadows est-il livré ?

Le logiciel est téléchargeable librement sur la page www.shadowspro.com/telecharger. Lorsque vous achetez une licence Shadows Expert ou Shadows Pro, vous recevez par courriel un fichier de licence et un code d'activation donnant accès aux fonctions avancées du logiciel. Voir la procédure d'installation au début du manuel utilisateur. Il n'y a donc pas de livraison en tant que telle. Tout se fait par Internet, ceci afin d'éviter les risques et les coûts inhérents aux expéditions postales internationales.

Puis-je obtenir le logiciel sur support physique ?

C'est possible d'obtenir le logiciel et sa licence sur une clé USB en commandant Shadows Pro dans une version boîte expédiée par courrier. Vous recevrez le logiciel, votre licence et l'intégralité du site web www.shadowspro.com sur cédérom dans un boîtier type DVD. Voir sur la page Commander une licence.

J'ai commandé ma licence il y a quelques jours, pourquoi n'ai-je pas encore reçu ma licence ?

La licence étant envoyée par courriel, il y a plusieurs causes de non acheminement du message :

- Votre adresse de courriel était peut-être erronée => vérifiez son libellé dans votre reçu de paiement envoyé par Paypal
- Le message a été mis dans les spams => vérifiez ce répertoire et autorisez les messages venant de www.shadowspro.com
- Votre boîte aux lettres de courriel est saturée et a rejeté le message
- Votre adresse de courriel a été rejetée => envoyez éventuellement une autre adresse de courriel
- L'auteur est parfois dans l'impossibilité d'accéder à Internet durant quelques jours

N'hésitez pas à recontacter l'auteur pour l'informer que vous n'avez pas reçu le fichier.

Puis-je installer Shadows sur un Mac ou sur Linux ?

Shadows est un logiciel conçu pour Windows. Mais il existe des émulateurs Windows tournant sous MacOS ou Linux permettant de faire fonctionner des programmes Windows. Certains utilisateurs utilisent une telle

solution mais aucune garantie de fonctionnement n'est fournie. Des utilisateurs ont rapporté pouvoir utiliser Shadows avec le logiciel Wine sur MacOS X. L'auteur n'assure cependant pas de support sur ces plates-formes.

Shadows fonctionne-t-il encore sous les versions d'avant Windows XP ?

Shadows est développé principalement pour les plates-formes Windows récentes que sont Windows 10, Windows 8, Windows 7 et Windows Vista. Il n'est plus compatible avec les anciennes plates-formes Windows XP, Windows 2000, 95, 98 ou Millenium.

Durant l'installation, un message d'erreur dit que ce programme n'est pas pour cette version de Windows. Pourquoi ?

Shadows est désormais une application 64 bits qui nécessite une version 64 bits de Windows. Si vous utilisez une version 32 bits de Windows, vous pouvez encore télécharger la version 32 bits de Shadows pour quelques temps sur www.shadowspro.com/download/shadows32bits.exe

Comment faire pour installer le fichier de licence ?

Suivez simplement les étapes décrites dans la section Installation du fichier de licence Shadows.

J'ai installé le fichier mais Shadows me dit qu'il est corrompu. Que faire ?

Le fichier a peut-être été endommagé lors de l'envoi ou de l'enregistrement. Recontactez l'auteur pour qu'il vous renvoie le fichier.

J'ai installé le fichier mais il n'est pas pris en compte. Que faire ?

Le fichier de licence doit s'appeler shadows.license.txt et doit être placé dans le répertoire Shadows Data situé dans Documents. Si le fichier porte un autre nom, il ne sera pas reconnu. Vérifiez notamment, en affichant les extensions des fichiers, que le fichier ne comporte pas deux fois l'extension (shadows.license.txt.txt) et vérifiez que *license* s'écrive avec un s comme à l'anglaise.

J'ai installé la nouvelle version mais je suis revenu en version gratuite ! Pourquoi ?

Le fichier de licence est normalement récupéré automatiquement des anciennes versions installées. Au cas où cela ne se fait pas automatiquement, veuillez refaire l'installation de la licence comme indiqué dans le guide d'installation.

J'ai installé mon fichier de licence mais certaines fonctions sont encore verrouillées avec un cadenas rouge !

Shadows existe en trois niveaux : Shadows, gratuit et ne nécessitant aucun fichier de licence, et Shadows Expert et Shadows Pro, chacun nécessitant l'achat d'une licence. Le fichier de licence Shadows Expert déverrouille les fonctions marquées d'un cadenas jaune, vous voyez donc encore les cadenas rouges dans ce cas. Shadows Pro déverrouille l'intégralité du logiciel.

J'ai installé Shadows qui me dit que la licence a été trouvée mais me demande de l'associer au PC. Pourquoi ?

Le logiciel demande désormais à ce que la licence soit associée au PC sur lequel Shadows est installé. Pour cela, cliquer sur le bouton Associer la licence dans le dialogue de démarrage. Durant le processus, Shadows communique avec un serveur connecté par Internet. Une fois la licence associée, il n'est plus nécessaire d'être connecté à Internet.

Je ne dispose pas de connexion Internet sur mon PC. Comment faire pour associer la licence ?

Cliquez tout de même sur le bouton Associer la licence dans le dialogue de démarrage. Vous aurez une erreur mais cela crée un fichier dans le répertoire Documents/Shadows Data/Association. Envoyez ce fichier texte à l'auteur fblateyron@shadowspro.com qui vous renverra la licence associée.

J'ai une erreur durant l'association de ma licence. Comment faire ?

En cas d'erreur de communication durant l'association, allez voir dans le répertoire Documents/Shadows Data/Association et envoyez le fichier texte qui s'y trouve à l'auteur fblateyron@shadowspro.com qui vous renverra la licence associée.

Le logiciel me dit qu'une version plus récente existe. Puis-je en bénéficier ?

Bien-sûr ! Que vous utilisiez Shadows gratuitement ou que vous ayez acheté une licence Shadows Expert ou Shadows Pro, vous pouvez télécharger gratuitement toutes les nouvelles versions. Ces nouvelles versions apportent de nouvelles fonctionnalités et corrigent d'éventuels problèmes du logiciel. Vous avez tout à gagner à utiliser la toute dernière version de Shadows.

J'ai la version 3.4, puis-je passer à la dernière version directement ?

Vous pouvez mettre à jour n'importe quelle version vers la dernière version, gratuitement. La dernière version inclut toujours toutes les améliorations et les correctifs des versions précédentes.

Suite à un crash disque j'ai perdu mon fichier de licence. Que faire ?

Contactez l'auteur pour lui demander de vous renvoyer le fichier de licence.

Je dois changer de PC ; comment transférer Shadows Pro sur le nouveau PC ?

Il est possible de transférer sa licence de la façon suivante :

- Sur l'ancien PC, cliquez dans le menu Aide puis Retirer l'association de la licence avec ce PC
- Sauvegardez le fichier shadows.license.txt du répertoire Documents/Shadows Data
- Sur le nouveau PC, installez la dernière version du logiciel
- Recopiez la licence dans le répertoire Shadows Data puis lancez le logiciel et cliquez sur Associer la licence

Comment faire afficher sur le cadran son type et le lieu ?

Il suffit d'insérer un cadre de texte (menu Cadre | Insérer un cadre de texte et de choisir dans le dialogue suivant insérer le nom du lieu ou insérer le type du cadran puis de choisir le style du texte. Le cadre peut être positionné à l'endroit de votre choix sur le cadran, contrairement aux versions précédentes du logiciel où l'emplacement et le libellé du texte étaient fixes.

Mon logiciel Pare-feu a détecté que Shadows tente de se connecter à Internet ! Contient-il un Spyware ou un virus ?

Shadows vérifie périodiquement s'il existe une nouvelle version sur le site www.shadowspro.com. Il le fait s'il détecte une connexion Internet active et consulte un fichier donnant la version disponible. Il est donc normal que le logiciel tente une connexion. Il n'y a donc pas de risque pour votre ordinateur, Shadows ne contient pas de virus et ne cherche pas à envoyer d'information sur Internet à votre insu. Normalement, la vérification de la version est un mécanisme transparent pour l'utilisateur, qu'une connexion soit présente ou non. Mais si votre ordinateur est protégé par un pare-feu, la connexion sera interceptée et vous serez averti. Il est donc conseillé d'autoriser spécifiquement Shadows à se connecter, en configurant votre pare-feu.

Vous pouvez également désactiver ce mécanisme dans les Préférences Générales.

Compléments

Comment aider à traduire le logiciel ?

Le logiciel a été développé en Français et en Anglais. Les traductions dans les autres langues ont ensuite été assurées bénévolement par des utilisateurs. Il est possible aux utilisateurs de corriger eux-mêmes les traductions ou de traduire le logiciel dans une nouvelle langue et d'en faire profiter ainsi tous les autres utilisateurs.

Une traduction complète est constituée de plusieurs éléments :

- Les chaînes de l'interface utilisateur
- Le manuel utilisateur

Il est possible néanmoins de n'avoir que l'interface utilisateur traduite et d'utiliser le manuel utilisateur en français ou en anglais.

Traduire les chaînes de l'interface utilisateur

Toutes les chaînes sont stockées dans le fichier shadows.language.txt. Ce fichier peut être chargé directement sous un tableur comme Excel. Les quatre premières colonnes contiennent des mots-clés permettant de repérer chaque chaîne. Il y a ensuite une colonne par langue.

Pour modifier le fichier de traduction de l'interface utilisateur, allez dans le menu Aide > Traductions > Ouvrir la table des traductions. Le fichier s'ouvre sous Excel. Une fois les modifications faites, enregistrez-les (le fichier doit être enregistré en Texte Unicode sous le nom shadows.language.txt. Ensuite, pour visualiser les modifications dans l'interface, sélectionnez Recharger le fichier de traductions situé dans le même menu.

Le fichier de traductions est constitué de telle sorte qu'il est possible d'ajouter une langue non encore incluse. Après quelques lignes d'en-tête, on trouve deux lignes commençant par le mot-clé head. La première ligne contient le nom anglais de la langue (ex: German). La ligne suivante contient le nom local de la langue (ex: Deutsch).

Si une chaîne n'existe pas dans une langue, le logiciel prend à la place la chaîne en anglais ou en français, selon la préférence choisie. Les colonnes des langues française et anglaise ne doivent pas être interverties. Les autres langues peuvent être placées dans un ordre quelconque.

Conseil de traduction : pour compléter une traduction, charger le fichier dans un tableur, entrer les traductions manquantes et prenant modèle sur une des traductions présentes sur la même ligne. Il est impératif de respecter et de ne pas altérer les symboles qui peuvent être présents dans les chaînes (comme \n, \t, %d, %s...). Certaines chaînes neutres ne doivent pas être traduites car elles sont identiques quel que soit la langue (elles sont souvent repérées par le mot-clé SKIP dans la première colonne). Ensuite, il suffit de sauvegarder le fichier et de le tester avec le logiciel Shadows. Le fichier corrigé ou étendu sera ensuite envoyé à l'auteur pour en faire bénéficier tous les utilisateurs.

Pour traduire le logiciel dans une langue qui n'est pas dans la liste, contacter l'auteur qui complètera cette liste et rendra le logiciel compatible.

Traduire le manuel utilisateur

Jusqu'à la version 3.5, les fichiers d'aide étaient des pages HTML contenant le texte et du code HTML et JavaScript. Les fichiers étaient placés dans un sous-répertoire par langue à l'intérieur du sous-répertoire Help.

À partir de la version 4, le manuel utilisateur sous forme PDF remplace désormais ces pages d'aide pour les langues dans lesquelles il est disponible (à cette date, en français et en anglais).

Pour traduire le manuel dans une autre langue, contactez l'auteur qui pourra vous envoyer le fichier Word pour édition du contenu.

Ajouter ses propres devises

Les devises proposées par le logiciel sont stockées dans un fichier texte éditable nommé mottoes.txt.

Au début du fichier se trouvent des commentaires, commençant par un point-virgule (;).

Chaque devise est décrite sur une ligne, avec certains mots-clés délimités par les symboles < et > :

```
<LANG:Français> A l'approche de Soleil, l'ombre s'enfuit. <COMMENT:ceci est un
commentaire>
```

Le mot-clé <LANG:> permet de spécifier la langue dans laquelle est écrite la devise. Le nom de la langue sera pris comme tel et chaque nouveau nom sera pris et listé comme une nouvelle langue : english et anglais seront considérés comme deux langues différentes.

Un commentaire peut être ajouté à la devise. Il est délimité par le mot-clé <COMMENT:>. Il permet d'écrire une traduction, ou de citer la source de la devise. Ce commentaire ne sera pas affiché sur le cadran mais sera visible dans le dialogue de sélection de la devise.

Les utilisateurs complétant cette liste de devises sont invités à envoyer leur liste à l'auteur pour en faire profiter tous les autres utilisateurs.

Ajouter de nouveaux lieux à la base de données

La base de données des lieux est contenue dans un (ou deux) simple(s) fichier(s) texte utilisant un format particulier. Le logiciel est livré avec une base pré renseignée dans le fichier shadows.database.txt. Lorsque l'utilisateur ajoute lui-même des lieux, ou modifie les lieux du fichier initial, ils sont enregistrés dans le fichier shadows.userdatabase.txt dans le répertoire Shadows data, afin qu'à la mise à jour suivante du logiciel, les lieux personnels ne soient pas perdus.

Les personnes ayant saisi de nouveaux lieux peuvent envoyer leur fichier shadows.userdatabase.txt à l'auteur pour en faire profiter tous les utilisateurs.

Le cas échéant, il est possible d'éditer ce fichier pour le corriger ou le compléter mais il convient de prendre toutes les précautions et de faire une sauvegarde du fichier avant de le modifier. Un fichier modifié incorrectement peut rendre inopérant l'application Shadows.

Format du fichier:

```
$VERSION 7
$NBRECORDS 2755
ABBEVILLE 80 FRANCE 50.100000 -1.833333 1 1
AGDE 34 FRANCE 43.316667 -3.466667 1 1
AGEN 47 FRANCE 44.216667 -0.616667 1 1
AIGUES-MORTES 30 FRANCE 43.566667 -4.183333 1 1
AIGUILLES ? FRANCE 44.783333 -6.866667 1 1
AIRE-SUR-LA-LYS 62 FRANCE 50.633333 -2.400000 1 1
AIX-LES-BAINS 73 FRANCE 45.700000 -5.916667 1 1
...
$END
```

Les mots-clés réservés commencent par le caractère $. Les lignes comportant des mots-clés ne doivent pas être modifiées.

$VERSION permet de faire évoluer le format tout en gardant une compatibilité ascendante. $NBRECORDS (ou $NBENTREES) indique le nombre de lieux dans le fichier. La valeur doit correspondre effectivement au nombre de lieux. $END (ou $FIN) signale la fin du fichier.

Dans la description des lieux, les champs sont séparés par un caractère "tabulation". Le nom des lieux ou des pays ne doit pas contenir d'espace, ils sont remplacés par le caractère $:

```
BOULOGNE$BILLANCOURT 92 FRANCE 48.833333 -2.250000 1 1
NOUMÉA NOUVELLE$CALÉDONIE FRANCE -22.266667 -166.450000 11 1
```

Le premier champ est le nom du lieu.

Le second est la subdivision administrative (département français, état américain, etc.), ou contient le caractère ? si ce champ n'est pas renseigné.

Le champ suivant contient le pays.

Les coordonnées sont données à la suite du pays :

```
SYDNEY ? AUSTRALIA -33.866667 -151.216667 10 1
```

Ci-dessus, la latitude est de 33° 52' Sud (-33.866667° en décimal), la longitude est de 151° 13' Est (-151.216667° en décimal) et le fuseau horaire est TU+10h. Un signe "-" dans la longitude indique qu'il est à l'Est du méridien de Greenwich ; et dans la latitude qu'il est dans l'hémisphère Sud. Le fuseau horaire peut être positif ou négatif, entier ou décimal :

```
MARACAIBO ? VENEZUELA 10.666667 71.616667 -4 1
RAIPUR ? INDIA 21.233333 -81.633333 5.5 1
KATHMANDU ? NEPAL 27.716667 -85.316667 5.75 1
```

A la suite du fuseau horaire se trouve un nombre qui vaut 1 si le lieu est standard et 0 s'il a été entré par l'utilisateur.

Si vous ajoutez des lieux à la base, n'hésitez pas à les envoyer à l'auteur pour qu'ils puissent être mis à la disposition de la communauté des utilisateurs du logiciel Shadows.

Dialogue d'ajout d'un lieu

Ce dialogue permet la saisie du lieu. Le nom et le pays sont convertis en majuscules en conservant les accentuées.

Le pays sera comparé à ceux connus dans la liste et si besoin une nouvelle entrée sera créée pour un nouveau pays. Il faut donc faire attention à orthographier un pays toujours de la même façon. Par exemple BELGIQUE et BELGIUM seront considérés comme deux pays.

Le champ Division administrative permet de renseigner un département, un état ou une région. Par exemple, les départements français sont renseignés par le numéro du département (ex : 70 pour la Haute-Saône) ; les départements et territoires d'Outre-mer français sont renseignés dans ce champ (ex : Saint-Denis de la Réunion est classé dans la France, division administrative de La Réunion) ; les états américains sont renseignés par deux lettres majuscules (ex : CA pour Californie).

La latitude et la longitude se rentrent en deux parties : les degrés et les minutes. Il ne faut pas entrer de signe mais indiquer avec les boutons radio le sens de la donnée (nord-sud ou est-ouest).

Note : si vous connaissez la latitude sous la forme d'un nombre en degrés décimaux (par exemple : 47,267°), il vous faut calculer combien de minutes d'arc représente la partie décimale. Il faut multiplier la partie décimale par 60 et ne garder que la partie entière : 0,267 x 60 = 16,02'. Donc 47,267° devra être entré sous la forme 47° 16'. On néglige ici les secondes d'arc représentées par la partie décimale (0,02' = 1,2"). Vous pouvez également utiliser l'Outil de conversion décimale, dans le menu Outils.

Le fuseau horaire peut être choisi parmi ceux proposés. UT signifie Temps Universel c'est-à-dire l'heure du méridien de Greenwich. UT + 3 h signifie que le lieu a un décalage horaire de +3 h par rapport à Greenwich (il est donc à l'Est). Ceci ne tient bien-sûr pas compte de l'éventuel décalage dû à l'heure d'été. L'écart de longitude entre le lieu et le fuseau choisi est indiqué en dessous. En général, cet écart ne doit pas dépasser +/- 2 heures.

En France et dans toute l'Europe occidentale (sauf la Grande-Bretagne et le Portugal), le fuseau est TU + 1 h.

Import de lieu depuis Google Maps

Google Maps est un outil de cartographie gratuit largement utilisé dans le monde. Il peut être utilisé pour repérer un endroit connu et insérer ses coordonnées géographiques dans Shadows par simple copier-coller.

Importer un lieu de Google Maps dans Shadows : centrer le lieu sur la carte dans Google Maps, puis cliquer sur le lien Obtenir l'URL de cette page. Copier ensuite la ligne d'adresse en haut du navigateur. Entrer dans Shadows dans le dialogue de saisie d'un nouveau lieu et cliquer sur le bouton Coller une URL dans le cadre Google Maps. La latitude et la longitude du lieu sont alors saisies automatiquement. Renseigner ensuite le nom du lieu et le fuseau horaire.

Google Maps est accessible depuis maps.google.com

Import de lieu depuis Google Earth

Google Earth est un outil de visualisation de la Terre très précis. Il permet également de sauvegarder des coordonnées géographiques d'un lieu observé à l'écran. Shadows inclut désormais une interface avec Google Earth, afin de visualiser les lieux de la base et d'importer les coordonnées géographiques issues de Google Earth.

- Définir un lieu dans Google Earth : les lieux compatibles avec Shadows sont les placemark représentés par une icône en forme d'épingle ou en forme de mire carrée.
- Enregistrer un fichier de lieu Google Earth : cliquez sur un placemark avec le bouton droit de la souris puis choisissez Save As.... Donnez un nom au fichier et choisissez le type KML dans la liste des types (n'enregistrez pas en KMZ).
- Importer un fichier Google Earth dans Shadows : après avoir créé le fichier KML, cliquez sur le bouton Importer un lieu dans le dialogue de nouveau lieu de Shadows puis sélectionnez le nom du fichier.
- Copier un lieu Google Earth dans le presse-papier : cliquez sur un placemark avec le bouton droit de la souris puis choisissez Copy.
- Coller un lieu Google Earth dans Shadows : cliquez sur le bouton Coller un lieu dans le dialogue de nouveau lieu de Shadows.

Informations récupérées : le nom du lieu et le pays (s'il existe) ainsi que ses coordonnées (latitude et longitude) sont récupérées. Vous devrez préciser manuellement le fuseau horaire et le cas échéant, le pays.

Google Earth peut être téléchargé gratuitement sur earth.google.com

Dépannage du logiciel

Si vous rencontrez des problèmes avec le logiciel, veuillez effectuer les vérifications suivantes :

- Allez dans le menu Aide > À propos de Shadows… et notez le numéro de version complet
- Vérifiez sur www.shadowspro.com que vous disposez de la dernière version
- Le cas échéant, téléchargez et installez la dernière version
- Si le problème persiste, vérifiez dans les Questions fréquentes si une solution est mentionnée
- Contactez l'auteur en décrivant précisément votre version et en envoyant votre fichier de traces que vous pouvez récupérer dans le menu Aide > Dépannage > Afficher le fichier de traces…

Si vous avez détecté un souci avéré, l'auteur le corrigera dans les meilleurs délais et publiera une version corrigée gratuitement. Notez que le support ne s'applique pas pour les plates-formes Windows trop anciennes (Windows XP et précédentes) ou aux machines virtuelles tournant sous Linux ou MacOS.

Contrat de licence utilisateur final du logiciel Shadows

(c) copyright 1997-2019 par François Blateyron – Tous droits réservés.

Site web : www.shadowspro.com – Courriel : info@shadowspro.com

Veuillez lire attentivement le contenu de ce fichier. Merci.

Ce Contrat de Licence Utilisateur Final constitue un accord moral entre vous-même (particulier, association ou entreprise) et l'auteur du logiciel (François Blateyron). En installant et en utilisant ce logiciel vous acceptez de l'ensemble des clauses de ce contrat. Si vous n'acceptez pas ce contrat, veuillez ne pas installer le logiciel.

Version gratuite du logiciel

Shadows dans sa version de base est un logiciel gratuit (freeware). La version gratuite nécessite juste l'enregistrement de l'utilisateur auprès de l'auteur.

Version payante du logiciel

Vous pouvez acquérir les licences Shadows Expert et Shadows Pro moyennant l'acquittement d'un droit de licence. Ces versions contiennent des fonctionnalités avancées que la version de base Shadows ne propose pas. Veuillez consulter la documentation du logiciel pour connaître les modalités d'achat et la liste des fonctionnalités par niveau.

Mises à jour

Vous avez la possibilité de mettre à jour gratuitement et sans limitation de durée le logiciel vers toute nouvelle version, par téléchargement sur le site Internet du logiciel (www.shadowspro.com).

Droits d'utilisation

Vous recevez par cette licence le droit non exclusif d'installer et d'utiliser le logiciel sur un ou plusieurs ordinateurs vous appartenant. Les productions que vous réaliserez avec le logiciel peuvent être cédées ou vendues librement sans autorisation de l'auteur. Vous pouvez utiliser librement le logiciel à des fins personnelles ou commerciales.

Distribution du logiciel

Vous pouvez transférer ou distribuer gratuitement le logiciel à des tiers, sous la forme initiale incluant le logiciel d'installation et l'intégralité des fichiers de l'application et de la documentation.

Il est strictement interdit de vendre ce logiciel sans l'autorisation de l'auteur.

Il est cependant possible d'inclure le logiciel dans une collection de logiciels fournie gratuitement au public. En tout état de cause, aucun bénéfice ne peut être tiré directement de la vente du logiciel en tant que telle.

Fichier de licence personnelle

Dans le cas de l'utilisation d'une version Shadows Expert ou Shadows Pro, un fichier contenant vos droits de licence personnelle vous est transmis après acquittement de votre droit de licence. Ce fichier est strictement personnel et ne doit en aucune façon être transmis à un tiers. Copier et distribuer votre fichier de licence à un tiers constitue un acte de contrefaçon. La licence doit être associée au PC de l'utilisateur. Une licence Shadows Expert ne peut être associée qu'à un seul PC. Une licence Shadows Pro peut être associée avec deux PC vous appartenant.

Données personnelles

Les utilisateurs ayant commandé une licence doivent fournir leur nom, prénom, adresse postale et adresse de courriel. Ces informations sont nécessaires pour la bonne gestion de la licence et ne sont utilisées qu'à cette seule fin. Aucune information personnelle n'est partagée ou revendue.

Inscription à la lettre d'information Shadows

Les utilisateurs peuvent s'inscrire sur le site de Shadows pour recevoir gratuitement la lettre d'information sur le logiciel. Deux à trois lettres sont envoyées par an. Les utilisateurs ayant acheté une licence Shadows Expert

ou Shadows Pro acceptent d'être inscrits à cette lettre d'information. Tout utilisateur inscrit peut se désinscrire à tout moment sur le site MailChimp.com ou en cliquant sur un lien en bas de la lettre d'information reçue.

Copyright et droits d'auteur

Le logiciel Shadows est une œuvre intellectuelle protégée par les traités internationaux sur le droit d'auteur. La mise à disposition du logiciel à titre gratuit ou onéreux ne constitue pas un transfert de ces droits à l'utilisateur. L'ensemble des composants du logiciel, de sa documentation et de son site Internet (www.shadowspro.com), notamment code source, exécutables, images, photographies, textes de l'aide et de la documentation, sources HTML, scripts JavaScript, icônes, est propriété intellectuelle de l'auteur, sauf mention explicite contraire.

Les enseignants et animateurs peuvent utiliser le logiciel, ses créations et sa documentation à des fins pédagogiques ou de loisir, dans le cadre restreint d'une classe ou d'un groupe privé.

Pour toute utilisation à des fins publiques, la publication des éléments doit obligatoirement s'accompagner de la mention « Logiciel Shadows, © François Blateyron, www.shadowspro.com » et en cas de publication sur un site internet, cette mention doit contenir un lien hypertexte vers le site www.shadowspro.com.

Toute publication et utilisation doit être signalée à l'auteur.

Contributions des utilisateurs

Vous pouvez contribuer à l'amélioration de ce logiciel en effectuant des traductions ou des relectures des textes du logiciel ou de la documentation, ou des pages du site Internet du logiciel. À ce titre, votre nom pourra être cité parmi les contributeurs (sauf mention contraire expresse de votre part). Vous pouvez également suggérer de nouvelles fonctionnalités et signaler des erreurs ou des non conformités du logiciel. Ces contributions ne permettent cependant aucunement de revendiquer un droit d'auteur ou de propriété intellectuelle sur une partie du logiciel.

Intégrité du logiciel

Vous ne devez pas modifier, altérer ou décompiler les fichiers de l'application ou de la documentation. Les composants et fichiers de cette application ne peuvent être séparés ni utilisés séparément. En particulier, il est strictement interdit de modifier le logiciel pour y faire apparaître un autre nom que celui de l'auteur ; il est interdit d'utiliser un outil de modification de ressources pour altérer les menus, les textes et les boîtes de dialogue du logiciel.

Limitation de garantie

Le logiciel et ses composants sont testés au mieux sur la plate-forme de développement de l'auteur. Néanmoins, le logiciel ne peut offrir une garantie de fonctionnement sur toute plate-forme et dans tous les contextes. Vous conservez la responsabilité d'évaluer les conséquences de son utilisation, que ce soit sur la justesse des résultats ou des tracés, ou sur le bon fonctionnement dans un contexte particulier. Avant de commander votre licence Shadows Expert ou Shadows Pro, assurez-vous en testant la licence gratuite Shadows que le logiciel fonctionne correctement sur votre configuration matérielle et logicielle ; aucun remboursement n'est possible pour raison d'incompatibilité avec une version de Windows ou sur une configuration matérielle. Le logiciel est développé pour les plates-formes Windows en vigueur à la date de sortie du logiciel. La compatibilité avec les versions antérieures de Windows n'est fournie que dans la mesure du possible. Shadows cible principalement les plates-formes Windows 10, Windows 8.x, Windows 7 et Windows Vista sur ordinateur PC compatible. Il n'est plus compatible avec Windows XP ou les versions précédentes. Il est néanmoins possible de faire tourner Shadows sous un émulateur Windows sur d'autres plates-formes (Mac OS, Linux...), mais sans aucun support de la part de l'auteur. Shadows est désormais ne application 64 bits qui nécessite une version 64 bits de Windows.

Le logiciel a été testé contre les virus connus au moment de sa création et de sa mise à disposition sur le site www.shadowspro.com. L'auteur ne peut être tenu responsable au cas où, malgré ses précautions, un virus serait trouvé dans l'application. Aucune réparation ni remboursement ne pourra être demandé, quel que soit le préjudice invoqué.

Résiliation du contrat

Si vous ne souhaitez plus utiliser ce logiciel, désinstallez-le simplement de votre (vos) disque(s) dur(s). Si vous disposiez d'une licence Shadows Expert ou Shadows Pro, supprimez également le fichier de licence personnelle.

En cas d'utilisation malhonnête de la licence ou de violation manifeste des conditions de ce contrat de licence par l'utilisateur, l'auteur se réserve le droit d'invalider à distance la licence de l'utilisateur.

Merci d'avoir lu ce document jusqu'au bout !

Pour contacter l'auteur

Vous pouvez contacter l'auteur par courriel : fblateyron@shadowspro.com, ou par la Poste :

François BLATEYRON, 5 chemin du Paquis, 70190 Perrouse, France

Site officiel du logiciel Shadows Pro : www.shadowspro.com

Page facebook du logiciel, en français : www.facebook.com/CadransSolaires

Si vous êtes satisfait par le logiciel, parlez-en autour de vous et devenez un ambassadeur de Shadows.

Merci.

Sommaire du manuel

LIVRE 1 – INTRODUCTION AU LOGICIEL SHADOWS 5

Introduction 5

Installer Shadows sur PC 5

Procédure d'installation du logiciel 6

Installation du fichier de licence Shadows 6

Associer la licence avec votre PC 6

Associer la licence manuellement 6

Remerciements 7

Fonctions des trois niveaux de licence 8

Shadows (niveau gratuit) 8

Shadows Expert 8

Shadows Pro 8

Commander une licence Shadows Expert ou Shadows Pro 9

LIVRE 2 – LES CADRANS SOLAIRES 11

Initiation aux cadrans solaires 11

Concevoir un cadran solaire avec Shadows 11

Informations préalables à rassembler 11

Création rapide depuis l'écran d'accueil 13

Créer un nouveau cadran depuis le menu Fichier 13

Choisir un emplacement pour votre cadran solaire 15

Dans le jardin 15

Sur la façade de la maison 15

Dans la maison ! 15

Sur le toit de la maison ! 16

Ailleurs que chez soi 16

Déterminer les coordonnées géographiques d'un lieu 16

Déterminer la longitude 16

Déterminer la latitude 17

Entrer le lieu dans la base 17

Déterminer la direction du méridien local 18

Détermination à l'aide d'une boussole 18

Détermination à l'aide du passage du Soleil au méridien 19

Détermination par les bissectrices 19

Déterminer la déclinaison gnomonique d'un mur 19

Détermination avec un rapporteur et un fil à plomb 20

Détermination par la méthode de la planchette 20

Détermination par la méthode de l'ombre rasante 20

Détermination par la méthode du réseau de tangentes 21

Détermination par la méthode des bissectrices 21

Assistant à la détermination de la déclinaison gnomonique 21

Dimensionner le cadran 22

Dimensionner la table 22

Dimensionner le tracé 22

Changer l'ancrage du style 22

Changer la forme de la table 23

Visualiser l'ombre du style 24
Visualiser l'ombre portée du toit de la maison 25
Indications fournies par le cadran solaire 26
Choisir les indications 26
Heure solaire locale 26
Heure solaire du fuseau 26
Heure moyenne (heure de la montre) 26
Heures italiques 27
Heures babyloniques 27
Heures temporaires 28
Heures sidérales 28
Courbes d'azimut et de hauteur 28
Courbe en huit 28
Tracer les lignes horaires particulières 29
Arcs diurnes 30
Changer le style et la couleur des tracés 32
Changement d'attributs dans la vue du cadran solaire 32
Décorer le cadran 34
Ajouter un cadre de texte 34
Ajouter une devise 35
Importer une image 35
Exporter les tracés 35
Copier-coller la vue dans un autre logiciel 35
Exporter le tracé vectoriel 36
Tables de coordonnées 36
Réaliser le cadran d'un point de vue pratique 38
Choisir un matériau pour le cadran 38
Reporter le tracé sur le matériau 39
Utiliser la règle équinoxiale 39
Créer un cadran de grandes dimensions 42
Tracer l'épure du cadran 42
Tracer le cadran directement avec le soleil ? 43
Construire le style 44
Plan coté du style 44
Le style triangulaire 44
Le style polaire 45
Le style droit 45
L'œilleton polaire (disque troué) 45
Le style tronqué 46
Comment lire l'heure sur un cadran solaire ? 46
Correction de longitude 47
Le cadran solaire horizontal 49
Géométrie du cadran 49
Limites de fonctionnement 49
Construction 49
Installation 49
Le cadran solaire vertical méridional 51
Géométrie du cadran 51
Limites de fonctionnement 51
Construction 51
Installation 51
Le cadran vertical déclinant 53
Géométrie du cadran 53

Limites de fonctionnement 53
Construction 53
Le cadran vertical occidental 54
Géométrie du cadran 54
Limites de fonctionnement 54
Construction 54
Installation 54
Le cadran vertical oriental 55
Géométrie du cadran 55
Limites de fonctionnement 55
Construction 55
Installation 55
La méridienne 56
Graphe de visibilité de l'ombre sur une méridienne 56
Le cadran équatorial 58
Le cadran polaire 59
Géométrie du cadran 59
Limites de fonctionnement 59
Construction 59
Le cadran polaire déclinant 59
Le cadran incliné-déclinant 61
Changement de la déclinaison et/ou de l'inclinaison 61
Le cadran araignée 62
Les cadrans analemmatiques 63
Historique 63
Placement du style 63
Lecture de l'heure 63
L'ellipse 63
Le cadran analemmatique horizontal 64
Le cadran analemmatique vertical 65
Options de la ligne de dates 65
La couronne armillaire 66
Le cadran cylindrique polaire sans style 67
Le cadran de berger 68
Le cadran cylindrique vertical 69
Les cadrans bifilaires 70
Le cadran bifilaire horizontal 70
Le cadran bifilaire vertical déclinant 70

LIVRE 3 – LES ASTROLABES 73
Introduction aux astrolabes 73
La face de l'astrolabe 74
Le dos de l'astrolabe 74
Les différents types d'astrolabes 75
La projection stéréographique 76
L'astrolabe planisphérique 77
L'araignée de l'astrolabe 77
Configurer le tracé de l'astrolabe 79
Astrolabe de l'hémisphère sud 81
Construire un astrolabe 81
Liste des usages d'un astrolabe planisphérique 82
L'astrolabe universel 91

Liste des usages d'un astrolabe universel 92
L'astrolabe nautique 93

LIVRE 4 – LES AUTRES FONCTIONNALITÉS GNOMONIQUES ET ASTRONOMIQUES 95
L'équation du temps 95
Origine de l'équation du temps 95
Convention de sens de l'équation du temps 96
Utilisation de l'équation du temps 96
Graphe horizontal annuel 96
Graphe mensuel 97
Graphe vertical annuel 98
Les éphémérides 99
Éphémérides générales 99
Éphémérides journalières 99
Éphémérides instantanées 100
Générateur d'éphémérides 100
Éphémérides lunaires 101
Le graphe solaire 102
Le graphe polaire 102
Le graphe cartésien 102
Le masque d'horizon 102
Autres graphes et outils 103
Les heures de lever et coucher du soleil 103
Le graphe d'efficacité d'un panneau solaire 104
La carte du ciel 104
Le rapporteur d'angles 105
Le cercle d'azimut 105
Le réseau de tangentes 105
La rose des directions 106
Déterminer les paramètres d'un cadran à partir de sa photo 107

LIVRE 5 – POUR ALLER PLUS LOIN 109
Adhérer à une association de gnomonique 109
Bibliographie 110
Ouvrages sur les cadrans solaires 110
Ouvrages anciens sur les cadrans solaires 114
Ouvrages sur la mécanique céleste et la navigation 115
Ouvrages sur le temps 116
Ouvrages sur les astrolabes 117
Glossaire des termes techniques 119
Questions fréquentes 125
Compléments 128
Comment aider à traduire le logiciel ? 128
Ajouter ses propres devises 129
Ajouter de nouveaux lieux à la base de données 129
Dépannage du logiciel 131
Contrat de licence utilisateur final du logiciel Shadows 132
Pour contacter l'auteur 134

SOMMAIRE DU MANUEL 135

Cette page est laissée intentionnellement blanche.

Ce manuel dévoile les secrets de deux des plus anciens instruments astronomiques, le cadran solaire et l'astrolabe, en décrivant leur fonctionnement et l'interprétation de leurs tracés et en expliquant comment les réaliser soi-même.

C'est aussi et d'abord, le manuel de référence du logiciel Shadows Pro® qui permet de simuler et tracer à l'écran ces instruments, avec de nombreuses options et une très grande précision de tracé.

Devenez un expert dans le maniement de Shadows Pro et dans la compréhension des cadrans solaires et des astrolabes.