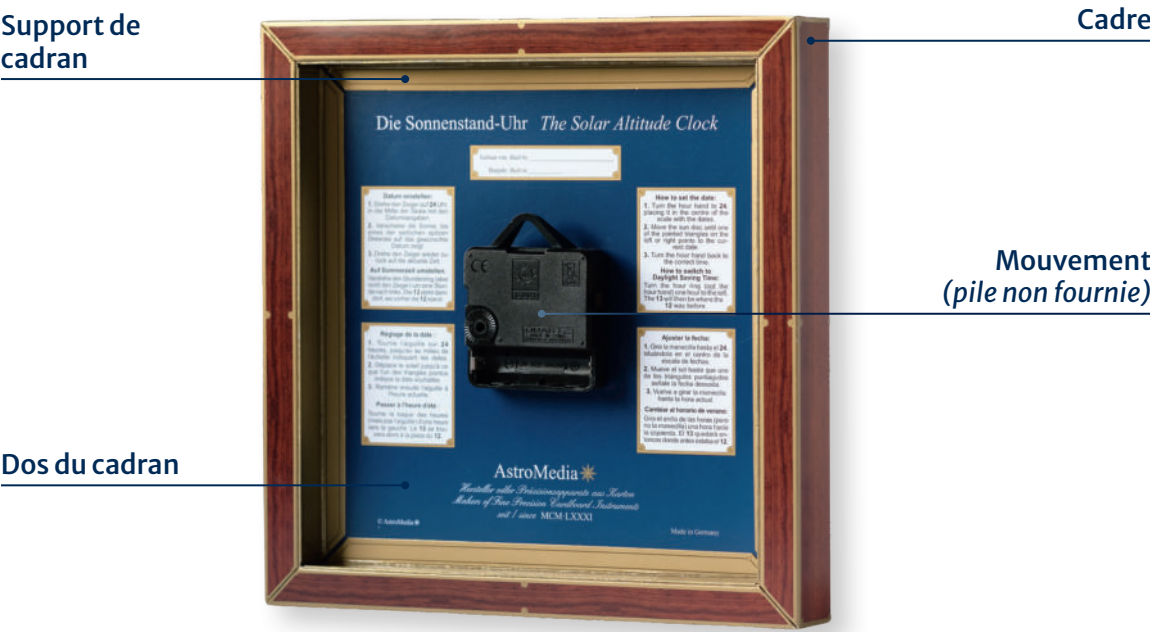


Notice de montage

L'horloge solaire d'altitude



AstroMedia

La science à portée de main

L'horloge solaire d'altitude

Les horloges astronomiques indiquant la course du Soleil dans le ciel

Le cadran solaire est l'ancêtre de toutes les horloges astronomiques. L'ombre projetée par le Soleil se déplace sur le cadran au fil de la journée. Ce mouvement permet d'indiquer trois informations astronomiques importantes : l'heure, la direction du Soleil et son altitude au-dessus de l'horizon (car plus le Soleil est haut dans le ciel, plus l'ombre est courte, et inversement). Le fait que les aiguilles de nos horloges mécaniques se déplacent de gauche à droite (« dans le sens des aiguilles d'une montre ») s'inspire du mouvement de l'ombre sur les cadrans solaires. *

Vu sous cet angle, toute montre analogique dotée d'un cadran de 24 heures est essentiellement un garde-temps astronomique. Les horloges astronomiques qui indiquent la position du Soleil nécessitent toujours un tel cadran — à l'instar de cette horloge solaire d'altitude. Un cadran de 12 heures, que l'on trouve sur presque toutes les montres aujourd'hui, ne peut pas afficher les phénomènes astronomiques, car l'aiguille effectue deux tours complets par jour. **

Cependant, il a également existé — et il en existe encore — des horloges mécaniques spéciales dotées d'un disque solaire qui se déplace sur le cadran, décrivant des arcs de longueurs variables en fonction de la saison. Parmi celles-ci figurent certaines célèbres horloges astronomiques médiévales installées dans des églises et sur des mairies.

Un exemple bien connu est l'horloge astronomique de Prague, qui remonte à 1410. Ces chefs-d'œuvre techniques, ainsi que le savoir-faire des astronomes et des horlogers d'il y a 600 ans, méritent notre plus grand respect.

Aujourd'hui encore, on fabrique des horloges murales astronomiques, voire des montres-bracelets. Leur fabrication demande un travail considérable et elles sont donc également très coûteuses.

L'horloge solaire d'altitude d'AstroMedia s'inscrit dans la tradition de ces garde-temps astronomiques, car elle illustre tout aussi clairement le mouvement du Soleil, mais à un prix bien inférieur. Cela est rendu possible grâce à sa conception sous forme de kit et au remplacement d'une mécanique très complexe par un mécanisme de suivi manuel.



Le cadran de l'horloge de l'hôtel de ville de Prague. Le symbole du soleil est clairement visible. Tous les autres éléments qui y figurent sont expliqués en détail sur Wikipédia.

Que montre l'horloge solaire à altitude d'AstroMedia ?

L'horloge d'altitude solaire est équipée d'un mouvement à piles fonctionnant sur 24 heures, doté d'une seule aiguille des heures capable d'indiquer l'heure avec une précision de quelques minutes. Au-dessus se trouve un petit disque solaire qui effectue un tour complet avec l'aiguille des heures en l'espace de 24 heures, à l'image du Soleil dans le ciel. Il indique où et quand le Soleil se lève à l'horizon est, atteint son point culminant à midi et se couche à l'horizon ouest. Vous pouvez même suivre son parcours sous l'horizon grâce au « disque de nuit » bleu foncé situé sur le cadran ; ce disque est découpé en fonction de votre emplacement précis et fixé au cadran à l'aide du dispositif de montage du mouvement. Vous pouvez choisir parmi de nombreux emplacements de l'hémisphère nord, allant du pôle Nord à l'équateur.

Le disque solaire est repositionné sur l'aiguille en fonction de la saison : en été, il est placé à l'extrémité la plus éloignée afin de tracer un large arc, à l'image du « vrai » Soleil. En hiver, il est décalé vers l'intérieur, traçant ainsi un arc plus petit. L'échelle graduée avec les repères de date au bas du cadran vous permet de régler la position avec une précision quasi quotidienne.

Passage à l'heure d'été

Lorsque les horloges passent à l'heure d'été, on avance généralement l'aiguille des heures d'une heure. Cependant, cela ne fonctionne pas avec une horloge astronomique comme celle-ci, car elle afficherait alors tout — le lever du soleil, le passage du soleil à son zénith, etc. — avec une heure d'avance. Le passage à l'heure d'été ne modifie en réalité pas ce qui se passe dans le ciel ; nous changeons simplement la façon dont nous comptons les heures.

C'est pourquoi l'horloge solaire d'altitude dispose d'une fonctionnalité particulière : les chiffres des heures sont disposés sur un anneau que l'on peut faire tourner d'une heure vers la gauche au début de l'heure d'été. Le chiffre 13 se retrouve ainsi en haut à la place du 12. Le résultat est le même que si l'on faisait tourner l'aiguille d'une heure vers la droite, à une différence près : l'affichage astronomique de la position du Soleil reste précis.

Bon à savoir : vous trouverez de plus amples informations, notamment sur la vitesse variable du Soleil et la précision qui en résulte pour l'horloge solaire d'altitude, dans la section « Questions et réponses » à la fin de la notice de montage.

* Soit dit en passant, si les premières horloges mécaniques avaient été inventées non pas dans l'hémisphère nord, mais par exemple en Afrique du Sud, en Amérique du Sud ou en Australie, leurs aiguilles se seraient très probablement déplacées de droite à gauche — c'est-à-dire « dans le sens inverse des aiguilles d'une montre » selon nos normes. Le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest là-bas aussi, mais à midi, il se trouve au nord, et non au sud comme dans l'hémisphère nord. Sa trajectoire quotidienne va de droite à gauche, tout comme l'ombre sur un cadran solaire.

** Cela remonte à la division de la journée en une moitié claire et une moitié sombre de 12 heures chacune, une pratique qui trouve son origine dans l'Égypte antique.

Ce kit contient :

- 4 feuilles prédécoupées en carton de construction de 0,4 mm d'épaisseur
- 1 feuille pour découper le disque de nuit
- 1 feuille de papier de verre
- un mécanisme d'horloge 24 heures comprenant une rondelle de retenue en caoutchouc, une rondelle en laiton et un écrou ; fonctionne avec une pile AA standard (non fournie)
- 1 aiguille des heures



Autres éléments nécessaires au montage :

- Une surface de travail ferme et plane dotée d'un support de découpe, tel qu'un tapis de découpe auto-cicatrisant* (sur lequel les entailles se referment d'elles-mêmes)
- Un couteau* ou un scalpel* bien aiguisé (par exemple, pour découper les languettes qui maintiennent les pièces dans les feuilles de carton)
- Une paire de ciseaux bien aiguisés*
- Un plioir* ou une petite cuillère pour marquer les plis
- Une bonne colle universelle* (par exemple, la colle universelle UHU). Une colle universelle à base de solvant est plus adaptée qu'une colle à base d'eau sans solvant : elle sèche plus rapidement et n'entraîne pas de déformation du carton. Un petit flacon de colle de précision* pour le remplissage est également pratique.
- Une règle* ou une équerre* (utile notamment pour tracer de longues lignes droites)
- Quelques élastiques et/ou du ruban adhésif pour maintenir les pièces en place pendant que la colle sèche
- Une pince multifonctions ou une clé de 11 mm pour serrer l'écrou sur l'axe fileté du mécanisme d'horlogerie

Facultatif : des feutres noirs* et dorés* pour colorer les bords du carton

* Également disponibles sur www.astromedia.de/Bastelutensilien

À lire avant de commencer :

Conseils pour un montage réussi

1

Cette notice de montage est divisée en 35 petites étapes. Même si cela peut sembler beaucoup de texte à première vue, cela rend le processus de montage clair et garantit une réalisation réussie. À la fin, vous tiendrez entre vos mains une horloge solaire d'altitude faite maison dont vous pourrez être fier !

2

Chaque pièce est identifiée par son nom et un numéro composé d'une lettre et d'un chiffre, par exemple **A2**. La lettre indique l'étape de montage, tandis que le chiffre indique l'ordre au sein de cette étape.

3

Il est préférable de ne détacher les pièces découpées des feuilles de carton qu'au fur et à mesure de vos besoins. Vous pouvez couper les petites languettes reliant les pièces à la feuille à l'aide d'un couteau bien aiguisé avant de les retirer, ou découper les restes de carton après les avoir détachées.

4

Les zones où de la colle doit être appliquée sont imprimées en gris clair. Des symboles tels que **A2** figurent sur ces zones de collage. Ils indiquent quelle autre pièce doit être collée à cet endroit. Le symbole  signifie que la pièce doit être collée sur elle-même. Sur les quatre pièces du cadre, chaque symbole de collage comporte également un chiffre entouré d'un cercle, par exemple ③. Il indique l'ordre dans lequel les zones doivent être collées.

Remarque : les zones de collage grises sont généralement légèrement plus petites que les éléments à coller dessus, afin d'éviter tout « débord » indésirable (bords colorés étroits qui dépassent).

5

Les lignes rainurées doivent être pliées. Plier « vers l'avant » signifie plier vers vous lorsque vous regardez la face avant du carton, tandis que plier « vers l'arrière » signifie plier dans la direction opposée à vous. Vous pouvez renforcer les plis à l'aide d'un plioir ou d'une petite cuillère pour obtenir des plis nets et bien marqués.

6

Connaissez-vous cette astuce de bricolage pour coller rapidement de petites surfaces ? Appliquez une couche assez épaisse de colle universelle sur un côté et pressez les pièces l'une contre l'autre afin

que la colle se répartisse sur les deux surfaces. Séparez ensuite les pièces, retirez les filets de colle et soufflez dessus à plusieurs reprises. Lorsque vous pressez fermement les pièces l'une contre l'autre en les alignant avec précision, le collage prend immédiatement.

7 Vous pouvez maintenir en pression les grandes surfaces collées pendant qu'elles sèchent, par exemple en posant quelques livres dessus sur une surface plane, afin d'éviter que les pièces ne se déforment.

8 Le mot « *Option* » désigne des instructions que vous pouvez suivre, mais qui ne sont pas obligatoires.

Instructions de montage

Veillez lire attentivement chaque étape dans son intégralité avant de commencer. Prenez votre temps : c'est ainsi que vous y prendrez plus de plaisir.

Section A : Le cadran

Le cadran est composé de deux couches. La partie arrière est constituée d'une pièce carrée, tandis que la partie avant se compose d'un cadre et d'une partie centrale, entre lesquels se trouve une fente en forme d'anneau. L'anneau des heures mobile sera ensuite inséré dans cette fente lors de la section suivante.

Étape 1 Détachez le rebord du cadran [A1], l'anneau des heures [B1] et le centre du cadran [A2] de la feuille 1. Veillez à ne pas créer de plis dans les parties étroites.

Une fois assemblé, l'anneau des heures doit pouvoir tourner librement dans l'espace entre la bordure et le centre du cadran. Pour cela, vous devez poncer légèrement ses bords, ainsi que ceux des pièces adjacentes :

Étape 2 Placez l'anneau des heures [B1] à la verticale sur votre plan de travail et maintenez-le fermement par le bas. Passez ensuite le papier de verre de manière uniforme le long du bord intérieur inférieur jusqu'à ce qu'une poussière blanche apparaisse ; cela indique que le carton est bien poncé. Faites tourner légèrement l'anneau et ponchez cette partie, en répétant l'opération jusqu'à ce que vous ayez poncé légèrement tout le bord intérieur.

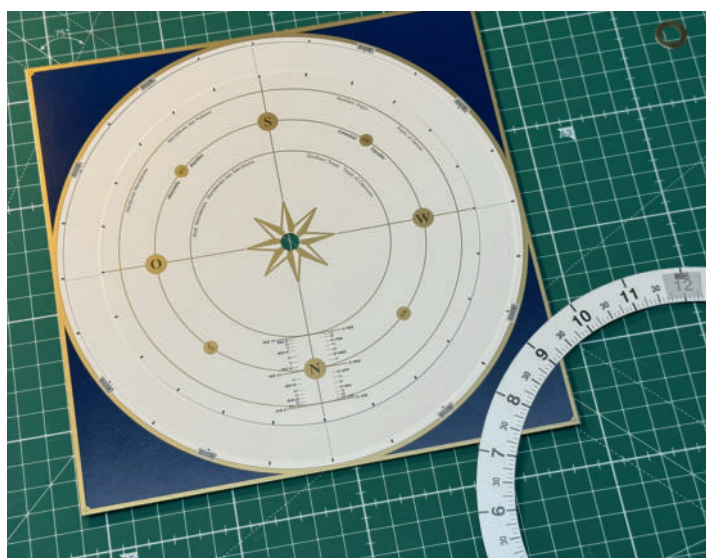
Pour le bord extérieur, il est préférable de tenir l'anneau par le bas et de le faire glisser sur le papier de verre posé sur votre plan de travail, en le faisant pi-

voter légèrement au fur et à mesure. Continuez jusqu'à ce que l'ensemble du bord extérieur ait été poncé uniformément et légèrement. Ponchez ensuite le bord extérieur du centre du cadran [A2] de la même manière.

Étape 3 Ponchez le bord intérieur de la lunette [A1] de la même manière que le bord intérieur de l'anneau des heures. Soyez particulièrement prudent, car certaines zones sont très fines.

Étape 4 Retirez le dos du cadran [A3] de la feuille 2 et posez-le sur votre plan de travail, la face imprimée en couleur tournée vers le bas. Collez le bord de la lunette du cadran [A1] dessus. **IMPORTANT :** assurez-vous que tous les symboles, y compris ceux au dos, ont la même orientation ou le même sens de lecture, et que les bords extérieurs des deux pièces sont parfaitement alignés. Essuyez tout excès de colle sur le bord intérieur arrondi de la lunette afin que l'anneau des heures puisse tourner librement par la suite. Laissez sécher complètement.

Étape 5 Placez le cadran devant vous de manière à ce que le bord inférieur soit tourné vers vous et le bord supérieur vers l'extérieur (vous pouvez distinguer le haut du bas en regardant au dos). Placez ensuite l'anneau des heures dans le cadran de sorte que le 12 soit en haut et que les index horaires de l'anneau s'alignent parfaitement avec leurs prolongements sur la partie extérieure du cadran. Ensuite, à titre d'essai, placez le centre du cadran en forme de disque [A2] au centre. Le repère « Sud » doit pointer vers le haut, en direction du 12, et les repères horaires doivent s'aligner parfaitement avec ceux de l'anneau des heures. Les trous centraux doivent être parfaitement alignés. C'est ainsi que le disque devra être collé en place à l'étape suivante.



Étape 6

Maintenez fermement le disque central afin qu'il ne puisse pas tourner, puis retirez à nouveau l'anneau des heures (puisqu'il n'est pas collé). Dans l'espace prévu pour l'anneau des heures, vous verrez de fines lignes en haut, en bas, à droite et à gauche. Notez l'emplacement où ces fines lignes rejoignent les repères d'heure épais ; cela vous aidera à aligner le disque central lors du collage, même sans l'anneau des heures en place. Appliquez de la colle au dos du disque central, mais arrêtez-vous juste avant le bord pour éviter que la colle ne s'infiltre dans l'espace réservé à l'anneau des heures. Recollez-le à sa place exactement comme vous l'avez testé à l'étape précédente.

Astuce : si vous souhaitez inscrire votre nom et l'année de fabrication sur l'horloge, c'est le moment idéal pour le faire.

Étape 10

Détachez les 8 parties supérieures des languettes de fixation **[B6 à B13]** de la feuille 3 et les 8 parties inférieures **[B14 à B21]** de la feuille 4. Collez chaque partie supérieure sur une partie inférieure en alignant précisément les bords. Laissez sécher complètement.

Option : peignez en doré le bord de la partie supérieure des languettes de fixation, là où elles sont imprimées en doré.

Étape 11

Collez les languettes de fixation sur les 8 emplacements marqués sur le bord du cadran. Alignez leur bord doré au ras du bord doré du cadran, et assurez-vous que la ligne noire s'aligne parfaitement avec le repère sur l'anneau des heures. Laissez sécher complètement.

IMPORTANT : la colle doit être appliquée uniquement sur le bord du cadran, et non sur l'anneau des heures ! Celui-ci doit pouvoir tourner librement. Si des résidus de colle l'empêchent de tourner, vous pouvez glisser délicatement un couteau sous les languettes de fixation pour le dégager. Vérifiez que l'anneau tourne toujours sans à-coups.

Section B : L'anneau des heures

Pour pouvoir déplacer l'anneau des heures lors du passage à l'heure d'été/hiver, celui-ci doit être muni de deux poignées situées de part et d'autre afin que vous puissiez le saisir. Il nécessite également huit petites languettes de retenue pour l'empêcher de tomber.

Étape 7

Détachez la poignée 1 **[B2] + [B3]** et la poignée 2 **[B4] + [B5]** de l'anneau des heures sur les feuilles 3 et 4. Collez-les ensemble comme indiqué, en alignant précisément les bords. Vous disposez désormais de deux poignées.

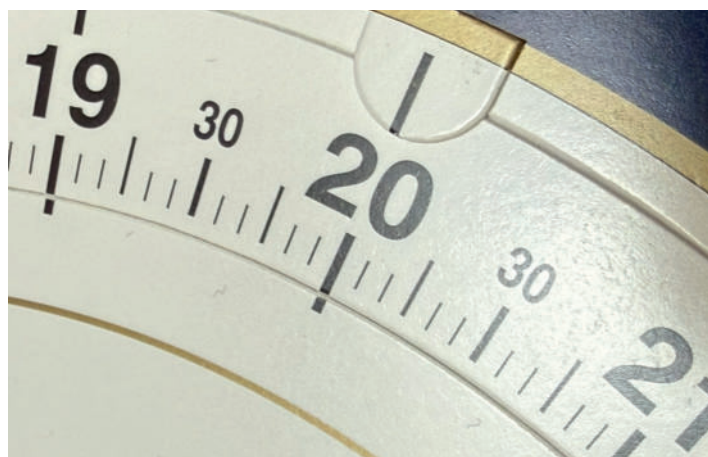
Étape 8

Collez les deux poignées au centre des repères **12** et **24** de l'anneau des heures, en veillant à ce qu'elles soient à égale distance des bords. Les repères des 5 minutes vous aideront à les positionner avec précision. Laissez sécher complètement.

Il est maintenant temps de vérifier que l'anneau des heures tourne sans à-coups dans sa rainure :

Étape 9

Insérez l'anneau des heures dans sa rainure de manière à ce que le **12** se trouve en haut du cadran et le **24** en bas. Faut-il forcer pour l'enfoncer, ou ne s'adapte-t-il pas correctement ? Si c'est le cas, poncez un peu plus les bords et réessayez. Une fois que la résistance au niveau des bords de la rainure aura été suffisamment réduite, l'anneau pourra tourner ; il suffit de le faire tourner d'une heure en arrière, puis à nouveau vers l'avant.



Le cadran est désormais terminé. Le disque de nuit sera fixé ultérieurement, en même temps que le mouvement.

Section C : Le cadre

Le cadre se compose de quatre pièces : **[C1 + C2, feuille 3]** et **[C3 + C4, feuille 4]**. Elles sont collées ensemble à leurs extrémités pour former un carré, à l'aide d'une combinaison de languettes de colle et de connecteurs d'angle. L'ordre d'assemblage est indiqué par les numéros encadrés de ① à ②④ sur les zones de colle grises.

Remarque : afin d'utiliser toute la largeur de la feuille de carton, les pièces du cadre s'étendent jusqu'au bord de la feuille. Cependant, pour des raisons techniques, la découpe à l'emporte-pièce n'est pas possible dans cette zone. Vous devrez donc effectuer 4 petites entailles aux emplacements indiqués par les symboles de ciseaux.

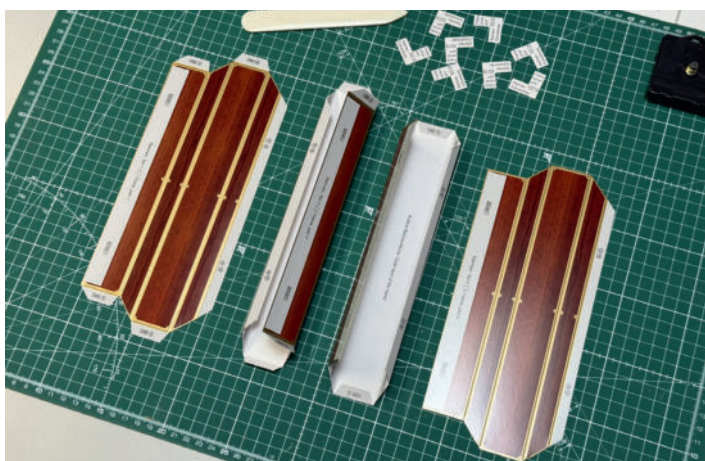
Étape 12

Détachez les pièces du cadre **[C1 et C2, feuille 3]** et **[C3 et C4, feuille 4]** du carton. Pliez vers l'avant les languettes de colle portant les numéros encerclés ⑤, ⑥, ⑦ et ⑧, et vers l'arrière toutes les autres lignes de pliage.

Option : peignez en doré tous les bords découpés là où l'impression dorée va jusqu'au bord. Les bords découpés à un angle de 45° s'emboîteront parfaitement et resteront donc invisibles.

Étape 13

Détachez les huit raccords d'angle identiques **[C5 à C12, feuilles 3 et 4]** du carton. Ceux-ci sont nécessaires pour l'arrière des sections du cadre, là où les bords découpés à un angle de 45° se rejoignent directement.



Étape 14

Placez les pièces du cadre **[C1]** et **[C2]** sur votre plan de travail, côté coloré vers le bas, et repérez les zones de collage marquées du numéro ① sur chacune d'elles. Les bords situés à côté des zones de collage ne comportent pas de languettes de colle et sont découpés à un angle de 45°. Appuyez fermement sur ces bords pour que les pièces du cadre soient positionnées exactement à angle droit l'une par rapport à l'autre. Collez ensuite l'un des raccords d'angle sur le joint. **IMPORTANT :** aucun espace ne doit être visible sur la face avant.

Étape 15

Placez les pièces du cadre **[C1]** et **[C4]** l'une contre l'autre de manière à ce que les bords à 45° marqués du chiffre ② se rejoignent sans laisser d'espace. Collez également un raccord d'angle sur ce joint.



Étape 16

Procédez de la même manière avec les pièces **[C4]** et **[C3]** : collez un raccord d'angle sur les bords marqués de ③. Alignez ensuite les derniers bords à 45° des pièces **[C3]** et **[C2]** (marqués de ④) et collez également un raccord d'angle par-dessus. Laissez sécher complètement, en le lestant si nécessaire.

Cela permet de former la structure carrée de base du cadre. Dans les étapes suivantes, vous collerez les panneaux intérieurs du cadre, puis les panneaux extérieurs, et enfin les panneaux arrière du cadre.

Étape 17

Positionnez les quatre panneaux intérieurs du cadre de manière à ce qu'ils soient à la verticale. Rabattez brusquement vers l'avant les languettes de collage ⑤ et ⑥ de la pièce **[C1]** du cadre. Collez-les ensuite sur les zones de collage ⑤ et ⑥ des pièces adjacentes **[C2]** et **[C4]** du cadre.

Étape 18

Pliez les languettes de collage ⑦ et ⑧ de la pièce de cadre **[C3]** nettement vers l'avant et collez-les sur les zones de collage ⑦ et ⑧ des pièces de cadre **[C2]** et **[C4]**. Vous pouvez déjà voir clairement la forme du cadre se dessiner.

Étape 19

Pliez les quatre panneaux extérieurs du cadre en position verticale. Puis repliez fermement les quatre languettes à coller ⑨, ⑩, ⑪ et ⑫ et collez-les, l'une après l'autre, sur les zones grises marquées des numéros correspondants.

Étape 20

Collez un raccord d'angle à mi-chemin sur chacune des zones de collage ⑬ et ⑭ de la pièce de cadre **[C1]**. Laissez bien sécher.

Étape 21

Appliquez une quantité généreuse de colle sur la longue languette à coller ⑮. Faites-la ensuite glisser derrière le bord opposé, là où la zone grise est également marquée ⑮. Assurez-vous que ce bord et la surface du cadre affleurent parfaitement.

Étape 22

Répétez la même opération du côté opposé : collez un raccord d'angle à mi-chemin sur chacune des zones de collage ⑯ et ⑰ de la pièce de cadre **[C3]**. Laissez sécher, puis collez la languette de colle ⑱ derrière le bord opposé.

Étape 23

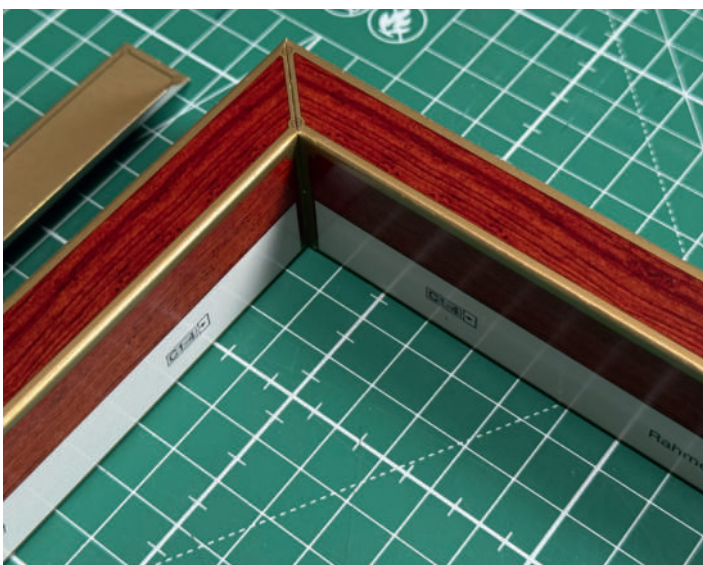
Pliez légèrement vers le haut les quatre connecteurs d'angle saillants. Ils s'emboîteront ainsi mieux avec les deux derniers panneaux arrière du cadre.

Étape 24

Appliquez une quantité généreuse de colle sur la longue languette de collage ⑲, ainsi que sur les raccords d'angle saillants situés à côté de celle-ci. Rabattez-les ensuite derrière le bord opposé ; cela garantit que la section arrière du cadre adhère bien aux raccords d'angle. Appuyez sur les bords à 45° pour qu'ils s'emboîtent avec le moins d'espace possible. Maintenez le cadre dans cette position jusqu'à ce que la colle prenne. **Astuce :** vous pouvez également utiliser un morceau de ruban de masquage ou enrouler un élastique autour du cadre jusqu'à ce que la colle soit sèche.

Étape 25

Répétez la même procédure avec la languette de colle ⑳ et les derniers joints d'angle restants.



Le cadre est désormais terminé. À l'étape suivante, nous allons installer le cadran.

Section D : Les supports du cadran

Le cadran est collé au cadre à l'aide de quatre supports de cadran. Cela renforce considérablement la stabilité du cadre.



Étape 26

Détachez les quatre supports de cadran [D1-D4] des feuilles 1 et 2, puis pliez chacun d'eux nettement vers l'avant le long de la ligne rainurée. **Option :** peignez les bords en doré.

Étape 27

Collez les supports sur les quatre zones grises situées à l'intérieur du cadre. Les languettes de colle en biais, sur lesquelles sera fixé le cadran, se trouveront alors approximativement au milieu des sections du cadre tournées vers l'intérieur. Leur long bord inférieur s'aligne au ras du bord arrière du cadre.

Étape 28

Collez le cadran sur les languettes biseautées des quatre supports.



Section E : Le disque nocturne et l'assemblage du mouvement

Le disque nocturne [E1 ou E2, feuille 5] indique quand et où le Soleil se lève et se couche, ainsi que la durée pendant laquelle il reste sous l'horizon pendant la nuit. Cependant, les heures de lever et de coucher du Soleil varient non seulement en fonction de la saison, mais aussi de la latitude géographique d'un lieu. Autrement dit, selon qu'il se trouve plus au sud ou plus au nord.

C'est pourquoi le disque nocturne n'est pas fourni dans le kit sous forme de pièce prédécoupée ; vous devez le découper à la main en fonction du lieu que vous habitez / avez choisi. Pour les lieux situés aux latitudes moyennes (entre 35° et 60°), comme la plupart des pays européens ou les États-Unis, il existe un disque nocturne spécifique pour chaque tranche de deux degrés de latitude ; cela garantit une précision de lecture suffisante.

Les lignes de découpe se trouvent au dos de la feuille. Afin d'éviter qu'elles ne soient trop rapprochées, elles ont été réparties sur deux disques de nuit. Le disque de nuit n'est pas collé, mais simplement maintenu par un serre-joint sous l'écrou du mouvement, ce qui vous permet de le remplacer par un autre si vous le souhaitez.

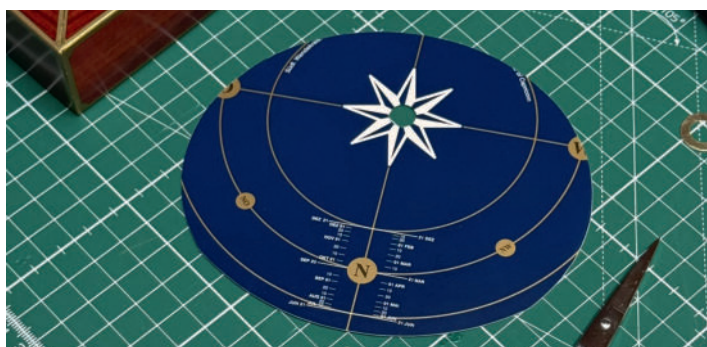
Étape 29

Déterminez la latitude du lieu pour lequel vous souhaitez découper le disque nocturne. Vous pouvez trouver cette information pour n'importe quel lieu répertorié sur Wikipédia ou Google Earth. Choisissez ensuite la ligne de découpe la plus proche de votre latitude, soit sur le disque nocturne 1 [E1], soit sur le disque nocturne 2 [E2]. **Astuce :** vous pouvez tracer au préalable la ligne de latitude à l'aide d'un stylo de couleur ; cela facilitera la découpe et la rendra plus précise.

Étape 30

À l'aide de ciseaux, découpez avec précaution le long de la ligne de latitude au dos de la feuille. Découpez également l'orifice destiné à l'axe fileté du mouvement, de préférence à l'aide d'un couteau bien aiguisé ou scalpel.

Placez ensuite le disque de nuit sur le cadran pour vérifier l'ajustement. Tout ce qu'il recouvre est également imprimé sur le disque lui-même, de sorte que rien n'est masqué. Faites tourner délicatement le disque jusqu'à ce que les lignes, les cercles et le texte situés sur son pourtour s'alignent parfaitement avec ceux du cadran. C'est dans cette position que le disque de nuit doit être aligné lorsque vous serrerez l'écrou du mouvement à l'étape suivante. **Astuce :** si le trou du disque de nuit n'est pas tout à fait assez grand, vous pouvez l'agrandir légèrement. La rondelle de l'écrou du mouvement recouvrira de toute façon cette zone.



Étape 31

Insérez une pile dans le mouvement (en respectant les polarités comme indiqué par les symboles dans le compartiment). Faites ensuite glisser la rondelle de blocage en caoutchouc sur l'axe fileté dépassant du mouvement, le côté comportant l'encoche étant tourné vers le bas. Cette rondelle empêche le mouvement de tourner lorsque l'écrou en laiton est serré.

Ensuite, insérez l'axe fileté à travers l'arrière du cadran et le disque de nuit, enfiler la rondelle en laiton par l'avant, puis vissez l'écrou. Dans un premier temps, serrez l'écrou uniquement à la main et vérifiez bien que le disque de nuit est correctement positionné. Une fois que tout est correctement aligné, vous pouvez serrer complètement l'écrou à l'aide d'une pince universelle ou d'une clé.

Section F : Le disque solaire et l'aiguille des heures

Avant de pouvoir fixer le disque du soleil à l'aiguille des heures, celle-ci doit d'abord être raccourcie à la bonne longueur et munie d'une pointe.

Étape 32

Placez l'aiguille sur le gabarit imprimé et commencez par couper l'extrémité avant à la longueur indiquée en effectuant une coupe droite. Façonnez ensuite la pointe à l'aide de deux coupes en biais et retirez le film de protection s'il y en a un.

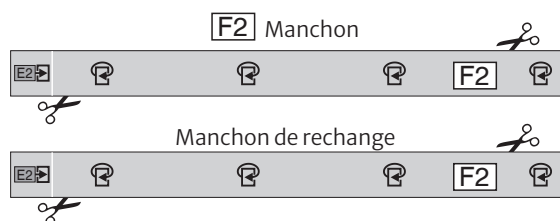


Étape 33

Découpez le manchon destiné au disque solaire [F2, ci-dessous] et enroulez-le fermement autour de l'aiguille sans utiliser de colle, de manière à former une sorte d'anneau très plat pouvant coulisser le long de l'aiguille. Collez ensuite les extrémités du manchon entre elles pour le fixer, en veillant à ce qu'aucune colle ne touche l'aiguille elle-même. Une fois sec, vérifiez que le manchon peut glisser sans être trop lâche ; il ne doit pas s'enlever tout seul de la main. S'il est trop lâche, découpez simplement une nouvelle bande de papier et refaites-en un autre.

Étape 34

Choisissez le disque solaire [F1a-f, Feuille prédécoupée 3+4] qui vous plaît le plus parmi les six propositions. Le disque comporte quatre pointes plus grandes et quatre plus petites disposées autour du symbole solaire central. Alignez précisément les pointes les plus grandes dans le sens de la longueur et de la largeur par rapport à la main. Collez le disque sur le manchon. **Astuce :** vous pouvez remplacer votre soleil par un autre à tout moment si vous souhaitez changer de couleur. Il est facile de fabriquer un nouveau manchon.





Étape 35

Placez l'aiguille des heures sur l'axe des heures du mouvement. Elle s'emboîte simplement et devrait être facile à régler. **Astuce :** il est préférable de tenir l'aiguille au niveau de son point de fixation sur le mécanisme de l'horloge. Réglez-la d'abord sur 24, puis déplacez le disque solaire de manière à ce que sa pointe gauche ou droite s'aligne avec la bonne date. Une fois le disque solaire correctement positionné, réglez l'heure à l'aide de la roue dentée du mouvement. Réglez également correctement l'anneau des heures : en heure d'hiver, le 12 est positionné au-dessus du Sud (S) ; en heure d'été, c'est le 13 qui occupe cette position. Vous trouverez plus d'informations sur le passage à l'heure d'été dans la section Questions-Réponses ci-dessous.

Votre horloge solaire d'altitude est désormais terminée. Félicitations ! Vous venez de construire de vos propres mains une horloge astronomique très spéciale, que l'on ne trouve nulle part ailleurs.

Quelques questions et réponses :

?!

Quelles informations puis-je lire sur l'horloge solaire d'altitude ?

- Tout d'abord, bien sûr, l'heure – avec une précision de quelques minutes.
- La trajectoire du Soleil :
 - Du 21 mars au 23 septembre, il se trouve au-dessus de l'équateur céleste – l'anneau doré du milieu parmi les trois. * C'est la moitié estivale de l'année. Il se lève plus à l'est-nord-est et se couche plus à l'ouest-

nord-ouest. Vers la 21 juin, il décrit son arc diurne le plus haut et le plus long (au-dessus de l'horizon, c'est-à-dire en dehors du disque nocturne) et son arc nocturne le plus court (en dessous de l'horizon, à travers le disque nocturne). C'est le jour du solstice d'été.

- Du 23 septembre au 21 mars (la moitié hivernale de l'année), il se trouve sous l'équateur céleste. Pendant cette période, il se lève plus à l'est-sud-est et se couche plus à l'ouest-sud-ouest. Vers le 21 décembre, il décrit son arc diurne le plus bas et le plus court, ainsi que son arc nocturne le plus long. C'est le solstice d'hiver. **
- Vers le 20 mars a lieu l'équinoxe de printemps et vers le 23 septembre, l'équinoxe d'automne. À ces dates, le jour et la nuit ont une durée égale. Le Soleil suit alors exactement l'équateur céleste et se lève exactement à l'est pour se coucher à l'ouest. Soit dit en passant, cela s'applique à tous les endroits de la Terre. **

- Le point culminant du Soleil : l'aiguille pointe alors vers le haut, à la position 12 (ou à la position 13 après le passage à l'heure d'été ; voir ci-dessous).
- Le lieu et l'heure du lever et du coucher du soleil, qui varient d'un jour à l'autre. Le disque solaire se trouve alors exactement sur la ligne d'horizon, à la limite du disque nocturne.
- La direction cardinale dans laquelle le Soleil se trouve actuellement.

* Sur le cadran, il semble se déplacer en dehors de l'équateur céleste. Cela est dû à la représentation en deux dimensions de la sphère céleste.

** Les dates exactes peuvent varier légèrement d'une année à l'autre, mais elles peuvent facilement être consultées en ligne, par exemple sur www.in-the-sky.org ou d'autres sites web.

?!

Comment régler le Soleil sur la bonne date ?

Placez l'aiguille dans la position la plus basse, au milieu de l'échelle des dates. Déplacez ensuite le disque solaire jusqu'à ce que la pointe située à droite ou à gauche indique la date souhaitée, puis ramenez l'aiguille à sa position initiale. Cette opération n'est généralement nécessaire qu'une fois par semaine. Cependant, le disque solaire doit être ajusté un peu plus fréquemment aux alentours des équinoxes, et moins souvent aux alentours des solstices d'été et d'hiver. (Vous pouvez également attendre simplement minuit, auquel cas vous n'avez pas besoin de déplacer l'aiguille.)

?!

Quand dois-je passer à l'heure d'été ?

Tournez l'anneau des heures mobile d'une heure dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pendant la nuit précédant le dernier dimanche de mars. Le chiffre 13 se trouvera alors à la place du 12. La nuit précédant le dernier dimanche d'octobre, vous le remettez en place. C'est la règle en vigueur dans l'UE depuis 1996, bien qu'elle puisse être sujette à modification.

Il arrive parfois que l'affichage de l'horloge solaire d'altitude ne corresponde pas exactement à la trajectoire du Soleil dans le ciel. Pourquoi ?

Il existe en effet des différences entre le mouvement de l'horloge solaire d'altitude et celui du Soleil dans le ciel ; cela est inévitable. Ces différences varient au cours de l'année, mais ne sont généralement pas très perceptibles. Il y a deux raisons* à cela :

L'une tient à la division de la Terre en fuseaux horaires, qui détermine l'heure que nous utilisons aujourd'hui. L'autre est liée à la variation saisonnière naturelle de la trajectoire du Soleil. (Vous pouvez également régler l'horloge solaire en fonction de la position réelle du Soleil dans le ciel ; cela est expliqué dans la question suivante.)

Les fuseaux horaires n'existent que depuis la fin du XIX^e siècle. Jusqu'alors, les gens réglaient leurs montres en fonction du Soleil. Cependant, comme le Soleil se déplace autour de la Terre d'est en ouest**, il se lève plus tôt dans les régions situées à l'est que dans celles situées à l'ouest, et atteint son point culminant — le midi solaire au sud —



plus tôt dans ces régions également. Par conséquent, des heures différentes étaient utilisées selon les lieux.

Cette heure, déterminée uniquement par la course du Soleil, est appelée « heure solaire apparente » ou « heure solaire vraie ». Le décalage horaire entre deux lieux séparés d'un degré de longitude dans le sens est-ouest est de quatre minutes. À l'inverse, les lieux situés au nord ou au sud les uns des autres — et donc sur la même longitude — partagent toujours la même heure solaire vraie. ***

Le Soleil présente également une particularité peu connue : comparé à une horloge de haute précision, il ralentit deux fois par an, puis s'accélère à nouveau (vu depuis la Terre). Par conséquent, une journée solaire peut être jusqu'à 29 secondes plus longue ou plus courte qu'une journée standard de 24 heures. Cela peut sembler insignifiant, mais ces secondes s'accumulent, ce qui signifie qu'un cadran solaire peut accuser un retard de 14 minutes et demie par rapport à une horloge (le 12 février) ou une avance pouvant atteindre 16 minutes (le 3 novembre). On pourrait donc dire que le temps rythmé par le Soleil s'étire et se contracte deux fois au cours de l'année ; le temps solaire vrai, pour ainsi dire, respire.

Très tôt, des mesures ont été prises pour lisser mathématiquement ces fluctuations au cours de l'année afin d'aboutir à une « heure moyenne locale » (LMT). La différence entre l'heure solaire vraie indiquée par un cadran solaire et l'heure moyenne locale est appelée « équation du temps ».

Avec l'avènement du chemin de fer, il est devenu nécessaire d'établir des horaires. Cela exigeait une norme horaire uniforme, applicable sur de longues distances. En conséquence, un système de 24 fuseaux horaires a été introduit à l'échelle mondiale vers la fin du XIX^e siècle. Au sein de chaque fuseau horaire, l'heure moyenne locale (LMT) d'un méridien spécifique s'appliquait de manière uniforme.

Pour l'heure d'Europe centrale (CET), il s'agit du 15^e méridien est, sur lequel se trouve, par exemple, l'île danoise de Bornholm. Son heure moyenne locale sert de référence uniforme pour l'ensemble du fuseau horaire d'Europe centrale. Cela s'applique même à des pays aussi éloignés que la Pologne et l'Espagne, bien que la différence entre leurs heures solaires vraies puisse atteindre 2¼ heures.

C'est donc en raison de la position est-ouest de votre emplacement au sein de votre fuseau horaire — ainsi que du fait que le Soleil est en avance ou en retard — que l'indication de votre horloge à altitude solaire ne correspond pas toujours à la position réelle du Soleil.

* Ce n'est pas la faute du mouvement : selon le fabricant, celui-ci ne présente qu'un écart de ± 30 secondes par mois (à 25 °C).

** « Le Soleil tourne autour de la Terre d'est en ouest » : cela est exact du point de vue d'un observateur sur Terre. Pour lui, la Terre est immobile et c'est le Soleil qui se déplace. Cependant, on pourrait tout aussi bien dire : « Le Soleil est immobile et la Terre tourne d'ouest en est. » C'est tout aussi vrai, mais du point de vue d'un observateur dans l'espace.

*** En effet, le Soleil met 24 heures — soit 1 440 minutes — pour effectuer une orbite complète autour de la Terre (ou pour que la Terre effectue une rotation complète par rapport au Soleil), période durant laquelle il parcourt 360 degrés de longitude. Cela correspond à 4 minutes par degré. Par exemple, Cardiff est située à 3°11' à l'ouest de Greenwich, tandis que Norwich se trouve à 1°18' à l'est. La différence d'environ 5 degrés, multipliée par 4 minutes, donne 20 minutes. C'est le retard avec lequel le midi vrai survient à Cardiff par rapport à Norwich.



Puis-je régler mon horloge à altitude solaire sur l'heure solaire vraie ? Le disque solaire de l'horloge se déplacerait-il alors exactement comme le Soleil réel ?

Oui, si l'horloge à altitude solaire est réglée sur l'heure solaire vraie, elle s'alignera avec le Soleil. Elle n'affichera bien sûr plus notre heure standard, mais vous disposez probablement d'autres horloges pour cela. Comme le mécanisme fonctionne à une vitesse constante alors que le Soleil réel ne le fait pas, vous devez ajuster légèrement l'aiguille de l'horloge d'altitude solaire tous les quelques jours — en fonction de la différence entre, par exemple, 12 h 00 heure standard et 12 h 00 heure solaire vraie (midi vrai). De nombreux sites web fournissent cette information*, mais vous pouvez également le faire de manière « analogique » à l'aide d'un disque de calcul, disponible sous forme de kit simple chez AstroMedia.** Il vous suffit de régler votre localisation, la date et l'heure actuelle sur le disque pour lire l'heure solaire vraie.

* Rendez-vous sur www.timeanddate.com et recherchez « Midi solaire vrai à "nom de votre ville" » >>

** www.astromedia.de/Die-Wahre-Zeit-Uhr



Puis-je remplacer le disque de nuit par un autre ?

C'est très simple : il suffit de découper le disque de nuit dont vous avez besoin. Retirez l'aiguille du mouvement, dévissez l'écrou et retirez la rondelle. Remplacez le disque de nuit et alignez-le précisément avec les repères du cadran. Remettez la rondelle et l'écrou sur l'axe fileté du mouvement, puis serrez-les. Avez-vous besoin d'une feuille supplémentaire de disques nocturnes, par exemple pour observer le mouvement du Soleil au cercle polaire arctique ou sous les tropiques ? Vous en trouverez une ici : www.astromedia.de/Ersatzbogen-einzeln.



L'horloge à altitude solaire fonctionne-t-elle également dans l'hémisphère sud, par exemple en Afrique du Sud ?

Non, elle ne fonctionne que dans l'hémisphère nord. Pour l'hémisphère sud, il vous faut un mouvement de 24 heures dont l'aiguille des heures tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.



Existe-t-il d'autres horloges astronomiques chez AstroMedia ?

Oui, par exemple l'horloge lunaire, dotée d'une sphère noire et blanche qui effectue une rotation complète tous les 29 jours et plus grâce à un mouvement à démultiplication très faible, affichant en continu la phase lunaire actuelle. D'autres horloges mécaniques avec affichage astronomique, telles que l'horloge de position du Soleil, sont en cours de développement.

De plus, des kits de cadrans solaires sont disponibles, notamment des modèles spécialisés tels que le cadran solaire annulaire, le cadran solaire à boussole et le cadran solaire numérique.

Cette montre fonctionne au rythme de la Lune.



Et tout comme la Lune, cette **horloge astronomique** avance également très lentement. Il faut 29 jours, 12 heures et 44 minutes pour que la sphère lunaire affiche toutes ses phases, ce qui correspond exactement à la durée moyenne entre deux nouvelles lunes.