

# CONSTRUISEZ UN CADRAN SOLAIRE À AIGUILLE

**QUI DONNE DIRECTEMENT L'HEURE DE VOTRE MONTRE**

*Il existe de très nombreux types de cadrans solaires, la plupart donnant l'heure solaire. Nous vous proposons dans ce numéro de construire un cadran qui vous donnera directement l'heure de votre montre en intégrant les différentes corrections. Bien construit, sa précision est de l'ordre de 5 minutes.*

À l'heure des montres à quartz et des horloges atomiques, les cadrans solaires ne présentent plus aucune utilité pratique. Mais ils permettent de mieux comprendre l'origine de notre heure. Avec ce cadran, vous pourrez suivre le Soleil dans le ciel minute par minute grâce à une aiguille unique. D'ailleurs les premières horloges ne possédaient qu'une seule aiguille elles aussi.



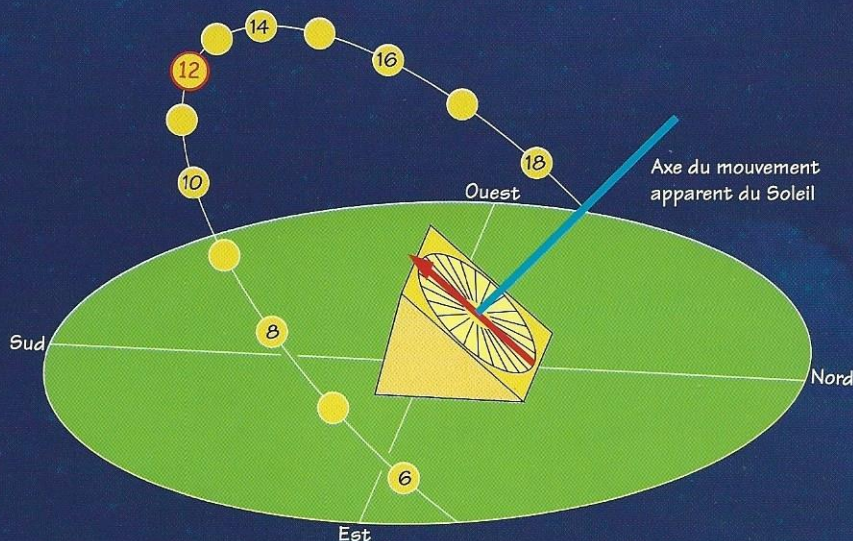
**Fig. 1.** L'horloge astrolabe de la cathédrale St Jean à Lyon ne comporte qu'une seule aiguille pour lire l'heure et un cadran gradué en 24 parties, exactement comme le cadran solaire que nous vous proposons de construire. On y trouve aussi de nombreux autres renseignements comme par exemple la position de la Lune ou des principales étoiles (photo Charles Henri Eyraud).



## LE PRINCIPE : DE L'HEURE SOLAIRE À L'HEURE LÉGALE

Au cours de la journée, on voit le Soleil se déplacer d'est en ouest. Quand il passe au sud, il est exactement midi solaire (**figure 2**). Si la flèche du cadran est dirigée vers le Soleil, elle indiquera l'heure tout comme l'aiguille d'une horloge.

La rotation de la Terre est à l'origine du mouvement apparent du Soleil (**figure 3**). C'est pour cette raison que l'axe de la trajectoire observée du Soleil, en bleu sur les **figures 2 et 3**, est parallèle à l'axe de la Terre. Le cadran est parallèle au plan de l'équateur (on l'appelle cadran équatorial). Pour le graduer, on marque 12 h en direction du sud puis on partage le disque en 24 secteurs de  $15^\circ$  chacun ( $24 \times 15^\circ = 360^\circ$ ). Ce cadran donne alors l'heure solaire. Pour trouver l'heure de la montre, il y a trois corrections à faire. Nous allons voir comment les intégrer directement dans le cadran pour qu'elles soient faites automatiquement.



**Fig. 2. Le mouvement apparent du Soleil.**

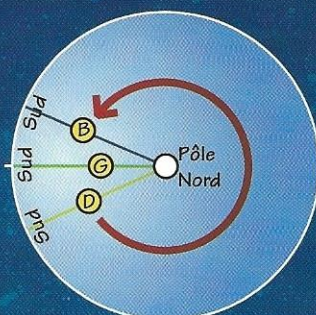
Les nombres indiqués sur les soleils sont des heures solaires. On voit le Soleil se lever vers l'est, passer plein sud à midi solaire pour se coucher côté ouest. L'axe de ce mouvement apparent est représenté en bleu. La flèche rouge du cadran solaire vise le Soleil de midi.

### 1<sup>e</sup> correction : la longitude

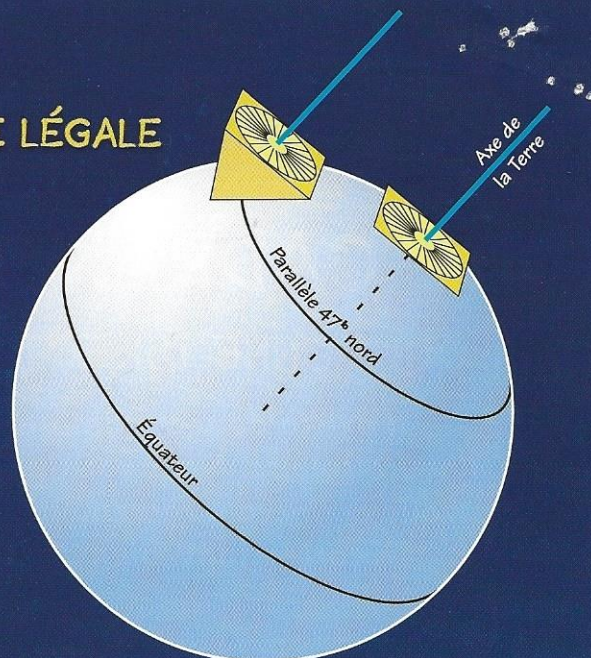
La première correction pour passer de l'heure solaire à l'heure de la montre est liée à la **longitude**. Vous savez sûrement que l'heure n'est pas la même à Pékin, à Paris ou à New-York.

À plus petite échelle, l'heure solaire est différente à Strasbourg, à Paris ou à Brest. Pourtant, l'heure légale est la même partout en France. Elle a été fixée à partir du méridien de Greenwich (Greenwich est un quartier de Londres où se trouve un ancien observatoire astronomique qui a été choisi comme origine des heures).

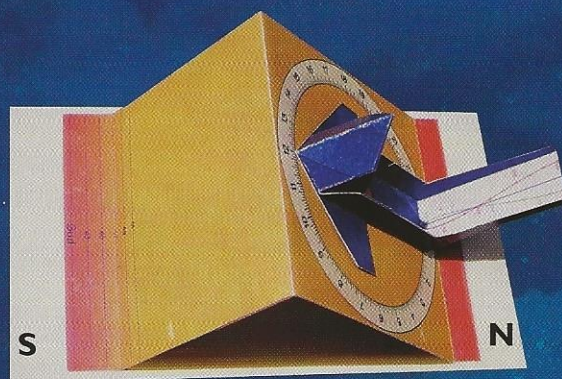
Quand il est midi solaire à Greenwich, il n'est pas encore midi solaire à Brest alors qu'à Dijon, midi est passé depuis 20 minutes (**figure 5**). Le décalage dû à la longitude est de 24 h pour  $360^\circ$  donc de 1 h pour  $15^\circ$  ou de 4 min pour  $1^\circ$ . Quand on est à l'est du méridien de Greenwich, l'heure solaire locale est en avance sur l'heure de Greenwich, il est midi plus tôt ; c'est l'inverse à l'ouest de Greenwich. Pour Dijon par exemple, situé à  $5^\circ$  est de longitude, le décalage est de -20 minutes.



**Fig. 5. Correction en longitude.** Quand il est midi à Greenwich (G), le soleil est au sud de Greenwich. Mais il n'est encore pas midi à Brest (B) et midi est déjà passé à Dijon (D). Les écarts en longitude ont été exagérés ici.



**Fig. 3.** On explique simplement le mouvement apparent du Soleil par la rotation de la Terre sur elle-même. En bleu, on a représenté l'axe de la Terre ou l'axe du mouvement apparent du Soleil, comme sur la figure 2. On peut installer notre cadran solaire au pôle Nord ou à n'importe quelle autre latitude, la table graduée devant rester parallèle au plan de l'équateur.



**Fig. 4.** Cadran donnant l'heure solaire. Il suffit de diriger la flèche vers le Soleil en faisant tomber l'ombre de la pointe sur le trait noir de l'écran à droite. L'aiguille indique alors l'heure solaire. Il est ici midi au Soleil.



## 2<sup>e</sup> correction : l'heure d'été

La deuxième correction à apporter, la plus connue, est liée à l'heure d'été. L'heure de notre montre avance actuellement de deux heures sur l'heure de Greenwich, ce qui signifie qu'il faut ajouter deux heures à l'heure solaire. Avec ces deux corrections, quand il est midi solaire à Dijon, il est 11 h 40 en heure solaire à Greenwich (correction en longitude de - 20 min) et 13 h 40 à notre montre (on ajoute 2 h pour l'heure d'été). La différence entre heure solaire de Dijon et heure de la montre est donc de 1 h 40. Pour intégrer cette différence dans notre cadran solaire, il suffit de décaler la graduation horaire de 1 h 40 en la faisant tourner de 25°. Sur la maquette, il faudra donc coller un autre disque gradué par-dessus le disque des heures solaires en le décalant de 1 h 40 (figure 6). Ce décalage dépend de votre longitude.

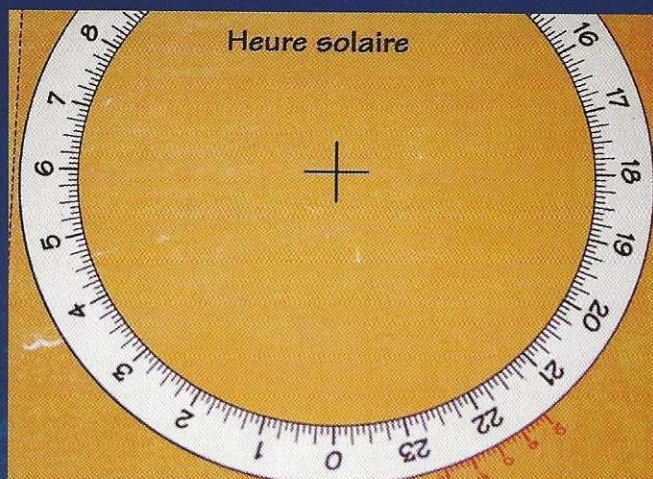
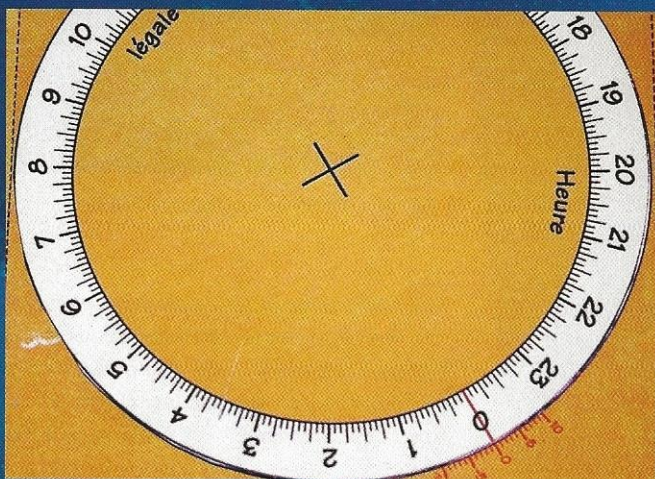
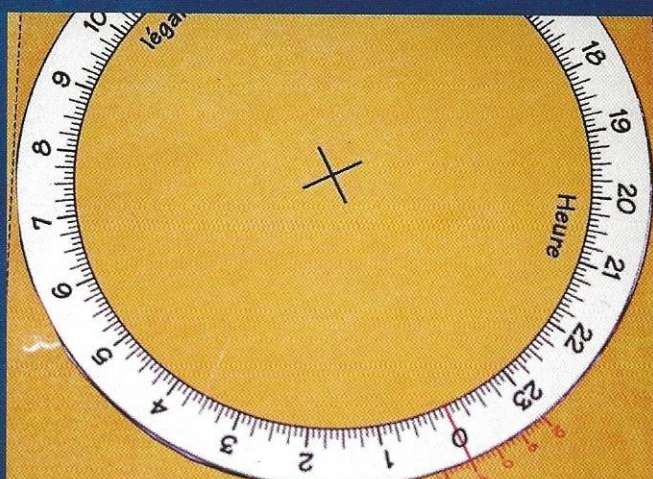


Fig. 6a. Graduation en heure solaire (0 h est au nord).



6b. Graduation en heure d'été à 0° de longitude (la graduation est tournée de 2 h).



6c. Graduation en heure d'été à -5° de longitude (le décalage est de 1 h 40).

## 3<sup>e</sup> correction : l'équation de temps

Mais il reste une troisième correction, la plus délicate. Il s'agit de l'«équation du temps», qui provient de l'irrégularité du temps solaire liée aux mouvements de la Terre.

Cette correction varie tous les jours : elle vaut par exemple + 4 min le 1<sup>er</sup> juillet, + 6 min le 1<sup>er</sup> août, 0 min le 1<sup>er</sup> septembre, - 10 min le 1<sup>er</sup> octobre...

(figure 7).

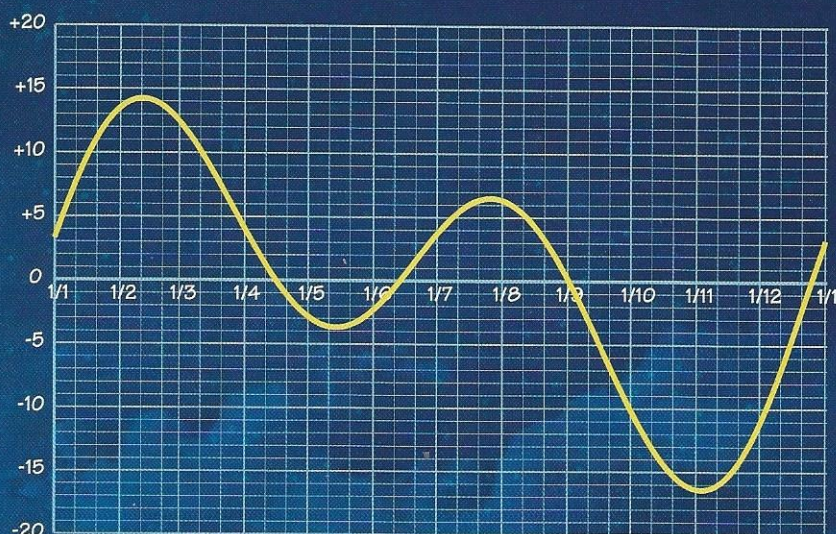
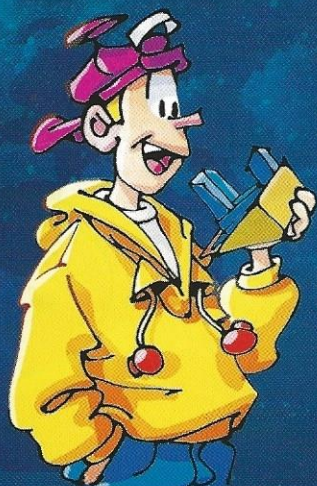


Fig. 7. L'équation du temps doit être ajoutée à l'heure solaire vraie, irrégulière, pour donner une heure moyenne régulière. Elle varie entre - 16 minutes et + 14 minutes.



## Comment intégrer une correction variable dans notre cadran ?

Une solution consisterait à laisser mobile la graduation en heure et à la régler chaque jour en la faisant tourner en fonction de l'équation du temps. Ce serait peu pratique.

La solution adoptée ici est beaucoup plus simple. Le réglage ne s'effectue pas en tournant le disque des heures mais la flèche qui vise le Soleil. Pour une équation du temps de + 4 min, la flèche doit être tournée de  $1^\circ$  ( $15^\circ$  pour 1 h donc  $1^\circ$  pour 4 min). Ce décalage est noté sur l'écran sur lequel se projette l'ombre de la pointe. Par chance, il se trouve que la hauteur du Soleil change aussi chaque jour. Il est au plus haut le 21 juin, l'ombre de la pointe est alors au plus bas, et au plus bas le 21 décembre, l'ombre est au plus haut (figure 8). On peut donc indiquer sur l'écran pour chaque jour, le décalage de l'équation du temps en fonction de la position de l'ombre de la pointe (figure 9).

Les trois corrections sont intégrées dans ce cadran qui donne directement l'heure de la montre. Mais attention, sa construction demande beaucoup de soin si vous voulez qu'il soit précis.

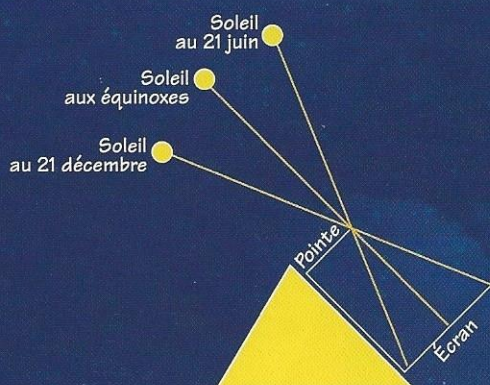


Fig. 8. L'ombre de la pointe est plus ou moins haute suivant la date.

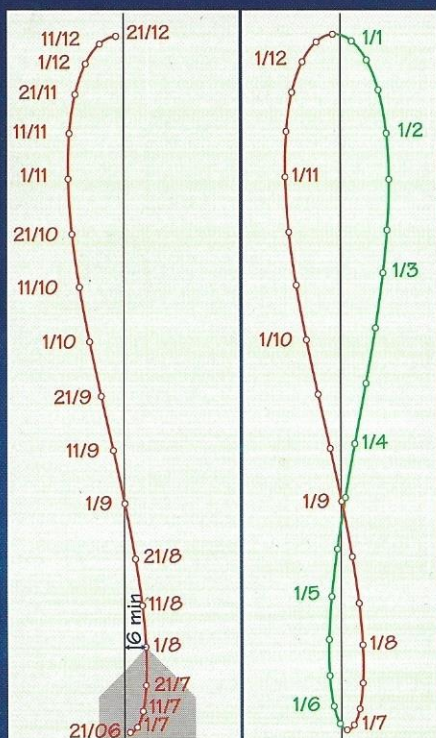


Fig. 9. Écran avec correction de l'équation du temps.

a. Le 1<sup>er</sup> août, l'équation du temps est de 6 minutes. Pour décaler l'heure de 6 min, il suffit de placer l'ombre de la pointe sur le rond noté 1/8 ; la flèche est alors décalée de  $1,5^\circ$ , ce qui correspond bien à 6 minutes. On a noté en rouge le décalage de l'équation du temps du 21 juin au 21 décembre.  
b. Du 21 décembre au 21 juin, la hauteur du Soleil diminue et la correction de l'équation du temps donne la courbe verte. L'écran comporte donc deux courbes de correction, la verte pour l'hiver et le printemps, la rouge pour l'été et l'automne. Sur le cadran à découper, le haut des courbes a été supprimé pour deux raisons, d'une part, parce que le cadran a été prévu pour l'heure d'été (de fin mars à fin octobre) et d'autre part parce qu'un écran trop haut déséquilibrerait la flèche.

## LA CONSTRUCTION

- 1 Déterminez votre latitude et votre longitude (figure 11). Le découpage du socle est prévu pour des latitudes allant de  $41^\circ$  à  $51^\circ$ .

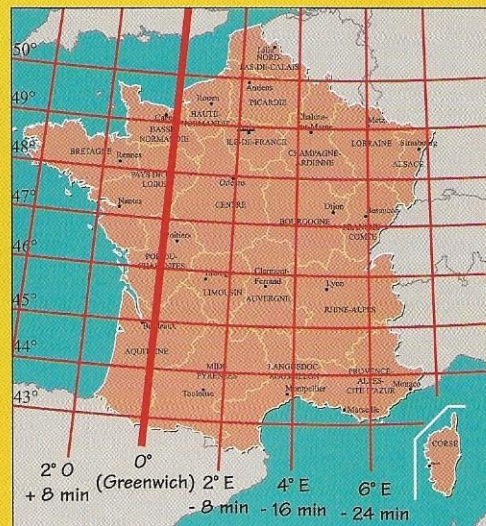


Fig. 11. Latitude et longitude en France.

- 2 Découpez le socle en suivant votre longitude pour les triangles latéraux. Marquez les plis à l'aide d'une règle et du dos d'un couteau en suivant les pointillés. Attention, un seul pli est à marquer le long du côté "sud", celui de votre latitude. Percez au centre de la croix à l'aide d'une pointe de compas ou d'une aiguille.

- 3 Si vous voulez conserver un cadran donnant l'heure solaire, passez à l'étape 4. Sinon, pour un cadran donnant l'heure de la montre :

Découpez le disque "cadran heure légale".

Percez au centre de la croix à l'aide d'une pointe de compas ou d'une aiguille.

Collez avec précision le cadran heure légale sur le cadran heure solaire en plaçant le trait rouge du 0 en face de votre longitude (figure 6c).

Les deux trous au niveau des croix doivent être parfaitement superposés (on peut s'aider d'une aiguille). Laisser sécher bien à plat l'ensemble.





**4** Découpez la partie aiguille (les traits pleins blancs doivent être découpés). Percez au centre de la croix à l'aide d'une pointe de compas ou d'une aiguille. Marquez précisément tous les plis à l'aide d'une règle et du dos d'un couteau en suivant les pointillés. Pliez le long des plis et vérifiez que vous avez compris le sens de montage (**figure 12**).

Appliquez de la colle aux endroits indiqués et montez l'aiguille. Encollez aussi le triangle bleu pour fixer l'aiguille dessus (**figure 13**).

Ce triangle sert à équilibrer l'aiguille et l'empêche de basculer. En posant l'aiguille horizontalement, vérifiez que la pointe est bien verticale (on peut modifier son inclinaison en la pinçant ou en l'ouvrant).

Fig. 12. L'aiguille avant collage



Fig. 13. La flèche terminée.

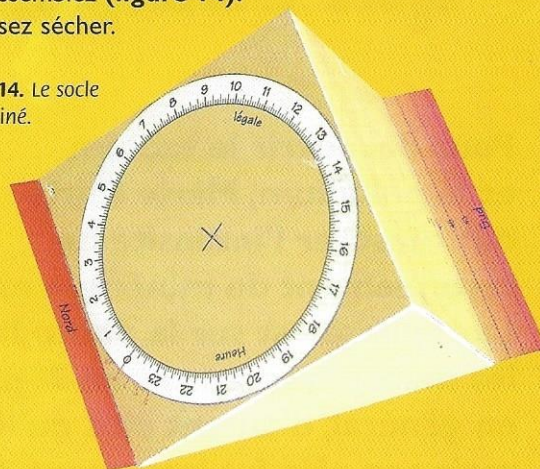
**Matériel :**  
L'encart central, des ciseaux ou un cutter, de la colle, une pointe de compas (ou aiguille), une punaise, une tranche de bouchon d'environ 1 cm, un couteau pour marquer les plis, une règle, éventuellement une planchette (10 cm x 15 cm minimum)

Fig. 10



**5** Pour terminer la partie socle : pliez le long des plis. Encollez les deux languettes et assemblez (**figure 14**). Laissez sécher.

Fig. 14. Le socle terminé.



**6** Fixez l'aiguille sur le socle à l'aide d'une punaise d'un côté et d'une tranche de bouchon de l'autre. Votre cadran sera encore plus facile à utiliser si vous le fixez sur une planchette (10 cm x 15 cm minimum).

## COMMENT UTILISER LE CADRAN ?

### Pour avoir l'heure

Votre cadran doit être installé sur un support parfaitement horizontal.

Orientez-le suivant l'axe nord-sud à l'aide d'une boussole.

Tournez l'aiguille pour que l'ombre de la pointe tombe sur l'écran au niveau de la date.

Lisez l'heure en face de l'aiguille.

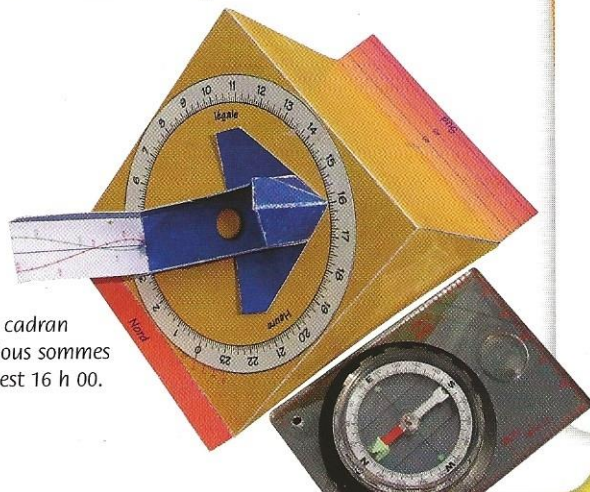


Fig. 15. Le cadran terminé. Nous sommes fin mai, il est 16 h 00.

### Quelques remarques

Si l'ombre tombe trop haut ou trop bas (au-dessus ou en dessous de la date), soit votre cadran n'est pas horizontal, soit il est mal orienté.

Votre cadran est utilisable quand on est à l'heure d'été, de fin mars à fin octobre.

Utilisé à l'envers, votre cadran peut servir de **boussole**.

S'il est posé sur un support bien horizontal, mettez l'aiguille en face de l'heure lue à votre montre.

Tournez ensuite l'ensemble du cadran pour que l'ombre de la flèche tombe sur l'écran sur la bonne date.

Votre cadran est alors orienté nord-sud.

Bien construit et bien orienté, ce cadran vous donnera l'heure avec au maximum 5 minutes d'erreur.

Il est cependant déconseillé de l'utiliser pour des rendez-vous importants. On ne sait jamais...

**Texte et photos (sauf mention) Pierre Causeret**

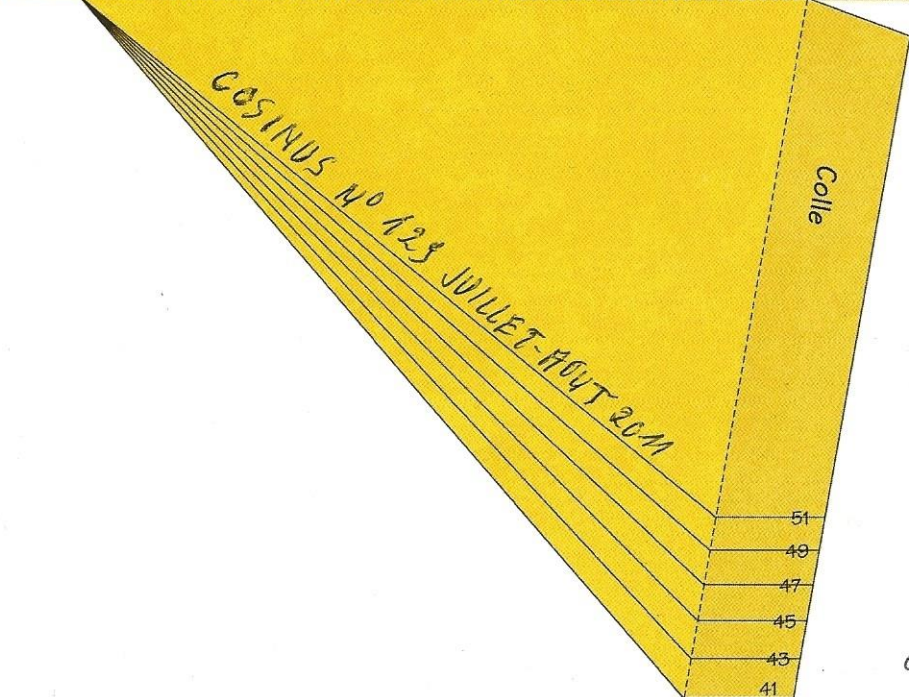
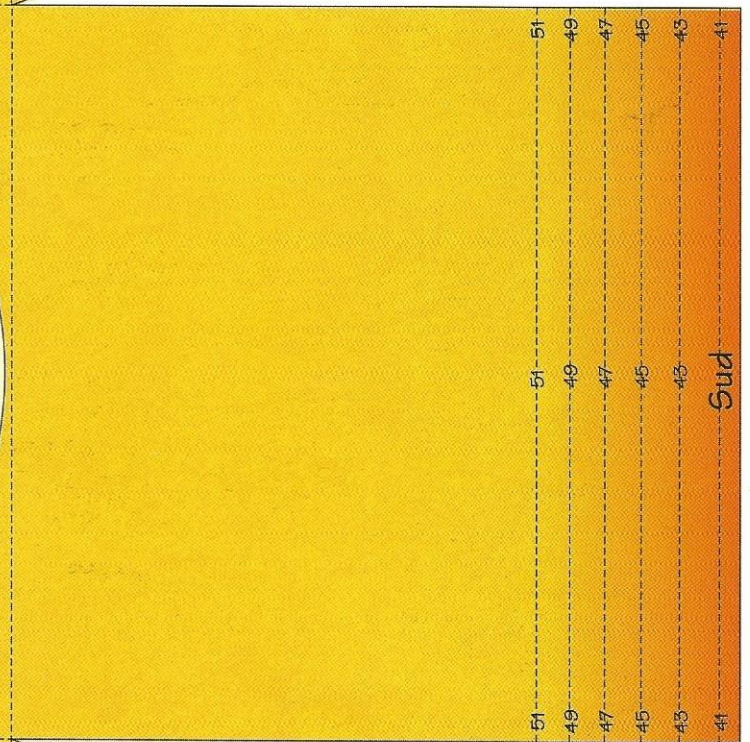
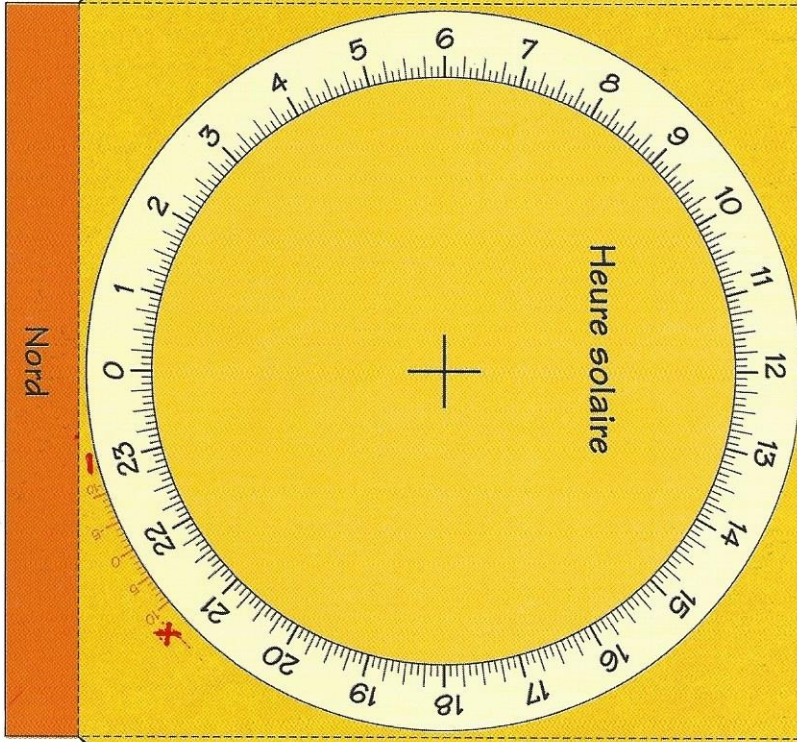
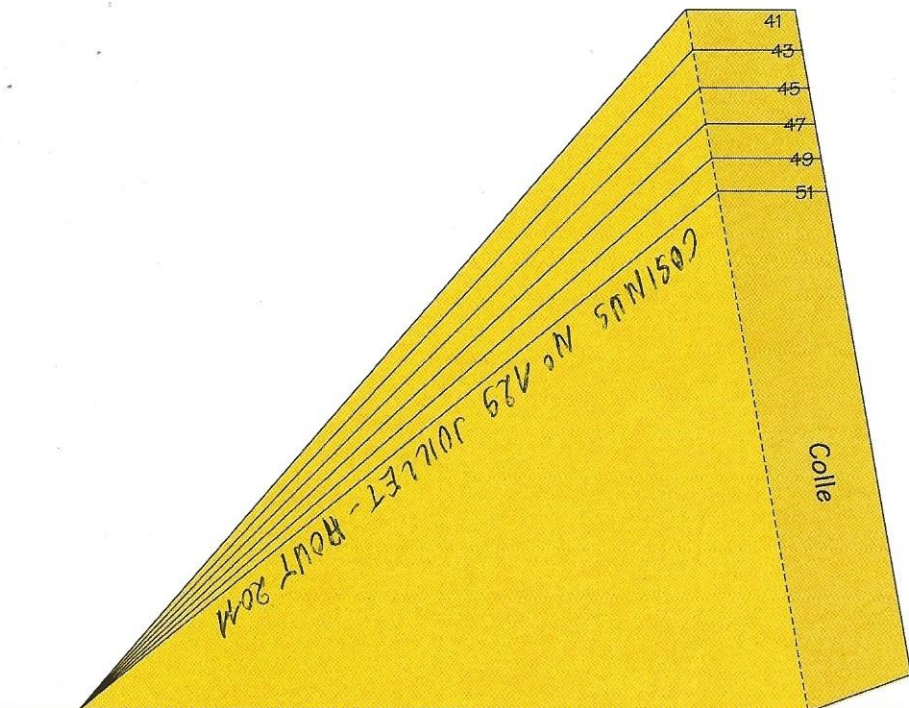


# Maquette à détacher

CONSTRUISEZ UN  
CADRAN SOLAIRE À AIGUILLE  
QUI DONNE DIRECTEMENT L'HEURE DE VOTRE MONTRE





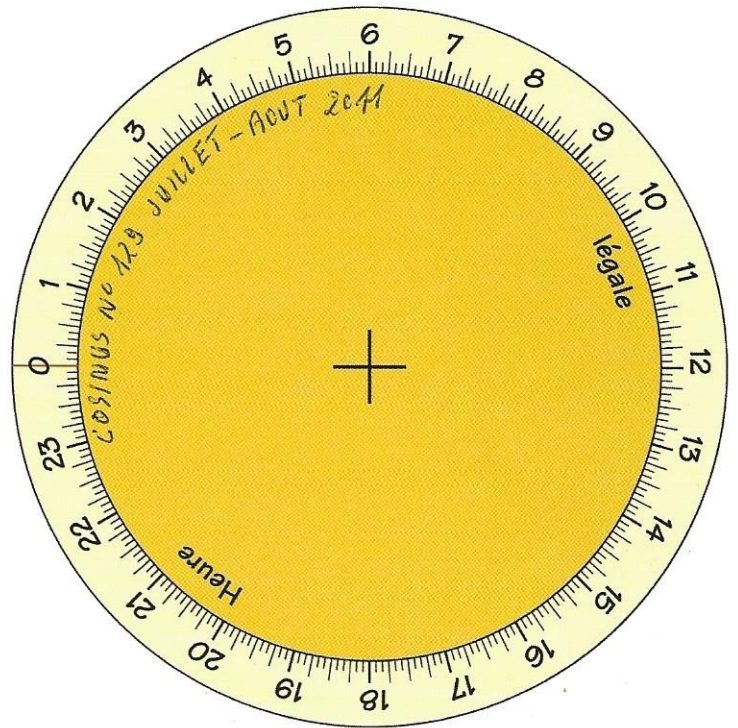
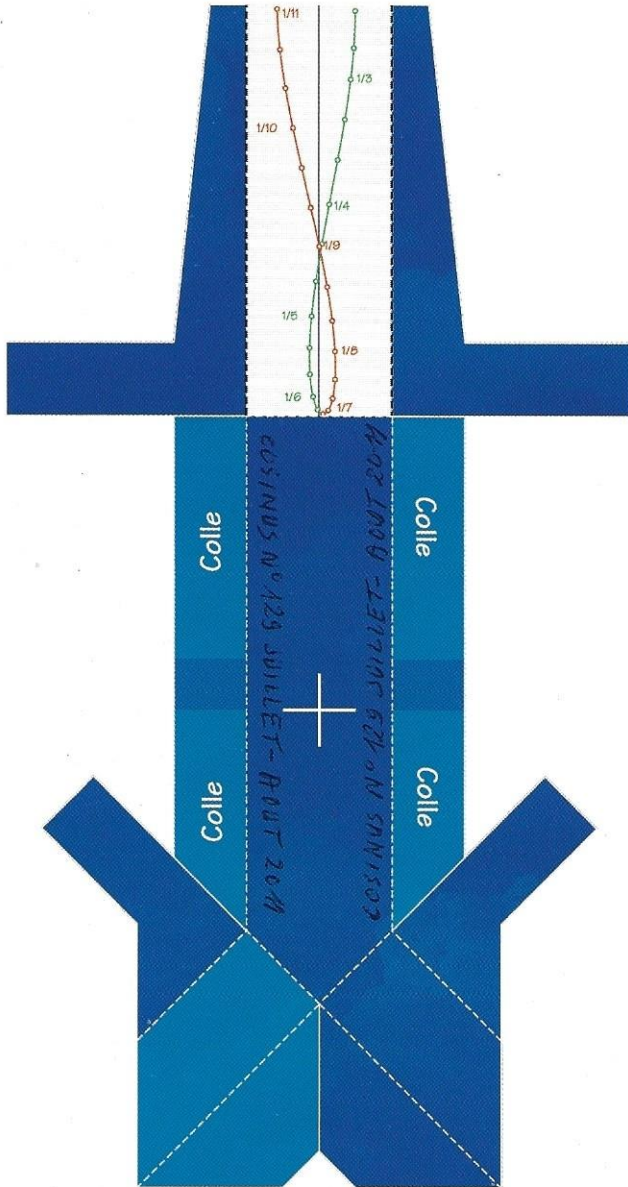


Socle

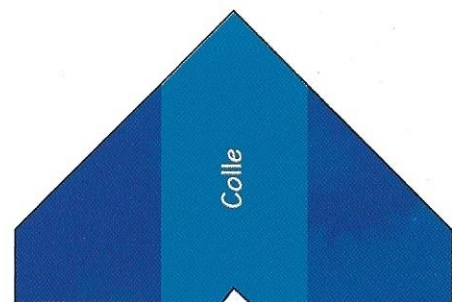
COSINUS N° 129 JUILLET-AOÛT 2011  
Page centrale



si on veut l'utiliser



Cadran heure légale



Complément aiguille



offert par  **Cosinus**