

## **I Introduction: Rappels historiques**

A Saint-Etienne il arrive que la mine "donne coup"; alors, de ci, de là, des bordures de trottoir se disjoignent, des façades se fendillent, le bitume des rues se craquelle. Parfois la secousse revêt plus d'ampleur et, à la longue, des édifices présomptueux par leur hauteur, deviennent mal en point. Ainsi en était-il de l'Hôtel de Ville dont le dôme, dans les années 50, semblait bien près de s'écrouler. On l'abattit en 1952.

Sa destruction entraîna la dépose du remarquable cadran solaire calculé en 1927 par Louis Chomard, professeur d'analyse mathématique et d'astronomie à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. Pressenti par la Municipalité pour remplacer le vieux cadran peint, créé en 1891 et devenu un pitoyable vestige délavé et veuf de son style, Louis Chomard avait accepté de se charger, à titre gracieux, des calculs, épures et tracés d'atelier. Le cadran avait été gravé par M. Tournon et installé en 1930 par l'entreprise Clergeat. Il se développait sur quatre dalles de pierre de Comblanchien, presque blanches, et mesurait six mètres de hauteur pour deux mètres soixante de largeur.

Le 2 mai 1985 nous avons pu photographier les débris du cadran et envoyer un compte-rendu à la Société Astronomique de France: il restait bien les six gros éléments, cernés par les herbes folles, et des poignées de gravats de faible importance.

En 1990, donc cinq ans plus tard, les débris du cadran furent une nouvelle fois malmenés, mêlés à des ferrailles et déménagés.

Mais, au cours de la réunion de la Commission des Cadrans solaires ( de la Société Astronomique de France ), le 15 Octobre 1994, **Monsieur Philippe Forissier de l'association Cherche midi 42** annonça qu'il avait réussi à récupérer 91 fragments et que la surface manquante ne représentait plus que 12% de la surface totale du cadran.

Heureusement, un de nos savants collègues à la Société Astronomique de France, Lucien Mure, avait, dès 1934, étudié et décrit le cadran et nous n'avons eu qu'à les ordonner et les compléter pour écrire cette présentation.

## II La table du cadran

Elle consistait en quatre dalles de pierre blanche, de 7 centimètres d'épaisseur, dessinant un rectangle vertical très allongé et dont les petits côtés s'incurvaient notablement, presque en demi-cercles. Avec une hauteur de 6 mètres et une largeur de 2,60 mètres. Cette table de pierre devait atteindre 2400 kilogrammes.

Louis Chomard y avait tracé deux cadrans solaires, l'un en haut, à consulter pendant l'hiver et le printemps, l'autre, en bas, à consulter pendant l'été et l'automne. Un magazine stéphanois, "La Région illustrée" N° 8 de 1934, nous apprend que le graveur se nommait Touron, l'entreprise levagiste Clergeat et que le dessin reproduit dans la revue avait été recopié par Brun.

L'azimut du cadran en station,  $78^{\circ}43'12''$  ( il décline donc de  $11,28...^{\circ}$  vers le Sud-Est ), et la longueur des deux styles droits, perpendiculaires au cadran, 0,979 mètre.



## III Contenu gnomonique du cadran

### 1) Le temps choisi: temps moyen de Greenwich

En 1927, la France utilise le temps moyen de Greenwich pour définir le temps légal de tout le pays. Dans le système des fuseaux horaires, c'est le temps du fuseau 0 qui s'étend donc de  $7^{\circ}30'$  de part et d'autre du méridien-origine. Il faut savoir que l'uniformisation du temps sur tout le territoire français ne remonte qu'à 1891 et c'était alors le méridien de Paris qui procurait l'heure. Puis, en 1911, on abandonna ce méridien pour adopter celui de Greenwich qui retarde de 9 minutes et 21 secondes sur Paris ( puisque Greenwich se trouve à  $2^{\circ}20'14''$  à l'ouest de Paris ). Mais, depuis 1916, le temps légal ainsi défini devait encore être majoré d'une heure pendant une période fixée par décret et qui allait, sensiblement, de Mars à Octobre: la période de l'heure d'été. Mais comme ces dates n'étaient pas fixes, on ne donnait pas aux cadrans une double numérotation ou une numérotation d'été; le consultant devait savoir.

## **2) Temps vrai et temps moyen**

L'uniformisation de l'heure sur toute la surface d'un pays ne soulève pas de difficultés. L'expansion économique, avec la multiplication des transports et des voyages, la fait même ressentir comme une commodité bien agréable.

Mais pourquoi choisir le temps moyen et, d'abord, qu'est-ce que le temps moyen ?

La Terre met, assez exactement, 23 heures 56 minutes et 4 secondes pour effectuer une rotation sur elle-même, mais pour qu'un point de sa surface ( un méridien, par exemple ), se retrouve en face du Soleil, il faut attendre encore 3 minutes et 56 secondes, ce qui porte l'attente totale à 24 heures.

Mais ces 3m.56s. ne sont qu'une moyenne et, d'un jour à l'autre, il faudra attendre un peu plus ou un peu moins longtemps. On peut dire que, si 365 jours comptent bien 365 fois 24 heures, en revanche, aucun jour (à 4 exceptions près) ne compte exactement 24 heures. Le Soleil, dans son parcours apparent autour de la Terre, fait marcher les cadrans solaires à son rythme qui est celui qu'il suit pour traverser les subdivisions spatiales de la sphère céleste où 24 fois 15° bouclent le cercle de 360°. Or la vitesse de la Terre autour du Soleil n'est pas constante: plus rapide tout début janvier, plus lente début juillet. Un jour solaire vrai s'écarte de 24 heures, d'une quantité journalière qui peut atteindre jusqu'à 30 secondes de temps. C'est peu, mais les écarts s'accumulent d'un jour à l'autre et atteignent ainsi des retards ou des avances dont les amplitudes maximales sont de l'ordre du quart d'heure.

Ces avances ou retards du temps solaire moyen sur le temps solaire vrai, portent le nom d' "équation du temps" , avec le mot "équation" pris dans son sens ancien d' "égalisation". L'équation du temps est la quantité qu'il faut ajouter, algébriquement, au temps vrai pour le transformer en temps moyen. Le but de ces manoeuvres est de régler la vie d'un pays sur un temps uniforme et régulier qui puisse facilement être comptabilisé par des mécaniques simples.

Ainsi, les cadrans solaires procurent le temps vrai local et les horloges manifestent le temps moyen; du temps moyen on passe au temps légal: poésie d'un côté; rigueur de l'autre. Tout n'est-il pas parfait ?

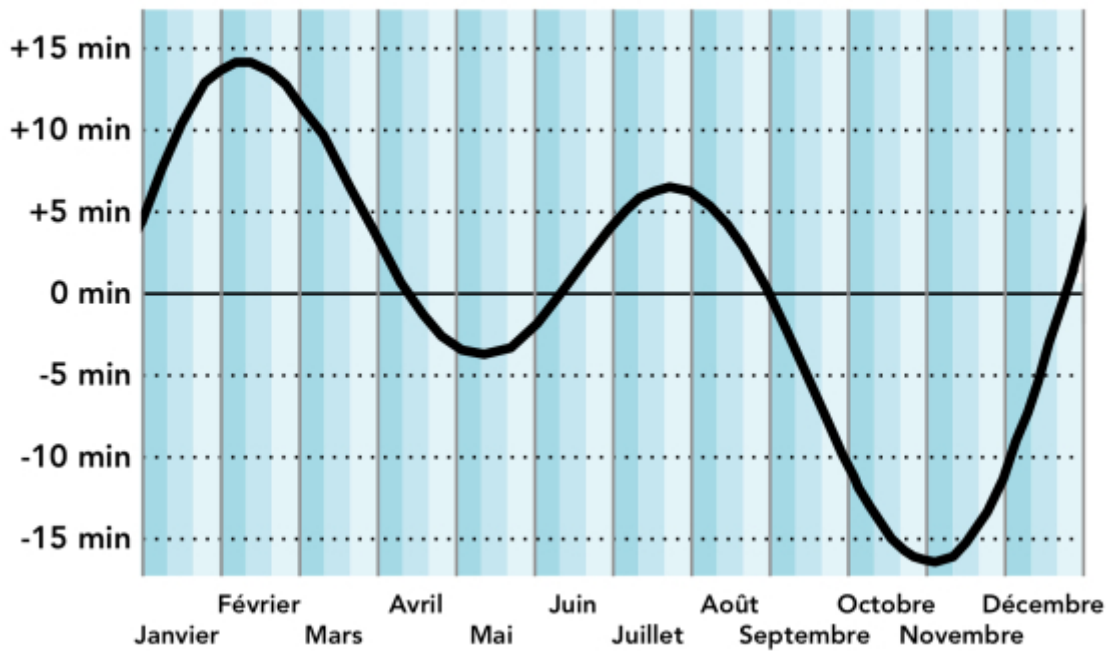
## **3) L'équation du temps sur les cadrans solaires.**

Tout est parfait ... jusqu'au moment où l'on a l'idée de faire marquer le temps moyen, ou le temps légal, aux cadrans solaires !

Par ordre de difficulté croissante ou, tout au moins, de complexité, on va devoir accomplir les manoeuvres suivantes.

On peut, tout d'abord, se contenter d'inscrire sur le cadran, gradué en temps vrai, les valeurs journalières de l'équation du temps que le consultant ajoutera à sa lecture pour passer du temps vrai au temps moyen. Il suffit même d'une courbe bien lisible,

## Equation du temps



Ensuite, on peut superposer à chaque ligne horaire, ou à certaines seulement, ou à celle de midi uniquement, une courbe en forme de huit, dite autrefois "mérienne de temps moyen", analogue à celle de notre planche N°2. Ici la difficulté à vaincre est double puisqu'il faut baliser le huit dans les deux sens.

En effet, chaque point qui l'écarte de la ligne d'heure ronde qui constitue son axe, doit être rigoureusement placé:

- sur le nombre de minutes dont l'équation du temps fait diverger le temps moyen du temps vrai.
- à une distance du pied du style représentative des dates choisies pour graduer le huit, en général les déclinaisons remarquables du Soleil.

Mais on n'en est encore qu'à manifester le temps solaire moyen local; il faut passer au temps légal (moyen à Greenwich).

Cela implique de caler les huit, non plus sur les heures vraies locales, mais sur les heures vraies à Greenwich, c'est à dire, pour le cadran de Louis Chomard, de faire retarder toute la graduation. Par exemple, le huit procurant l'heure légale "15 heures" sera calé sur une ligne virtuelle de temps vrai valant 15 heures, **17 minutes et 36 secondes. En effet, Saint-Etienne est situé à la longitude 4°24' Est de Greenwich.** Son temps avance donc de 17 m. 36 s. On trace l'heure 15 h.17 m.36 s. et on la numérote 15h.

Et, bien entendu, tout cela parfaitement réussi, il faut encore espérer que le consultant lira le "bon" côté de la courbe en huit, où l'indication des dates devra s'imposer au regard. Plus alors ne restera qu'à savoir s'il faut aussi ajouter l'heure d'été.

Mais on peut évacuer l'avant-dernière difficulté, comme l'a fait Louis Chomard, après bien d'autres cadraniers, en créant deux tables semestrielles de lecture, où, sur chacune, les huit ne sont que des demi-huit.

## IV Lecture du cadran

Toutes les indications procurées doivent se lire à la pointe de l'ombre des styles droits, lorsqu'elle atteint une courbe de date ou une ligne horaire. Sur d'autres cadrans, on doit considérer l'ombre totale qui se couche sur une ligne horaire, ou bien fait intersection avec elle. Mais, dans tous les cas, les dates se lisent toujours à la pointe de l'ombre ou à l'ombre d'un point particulier du style, encoche, boule, barrette...

### 1) Les courbes des dates ou arcs de déclinaison

La déclinaison du Soleil est l'angle dont son plan est écarté du plan de l'équateur céleste. Liée à l'obliquité de l'axe de rotation de la Terre, cette déclinaison engendre les saisons et tout le calendrier solaire, sur lequel on superpose, plus ou moins habilement, selon les cultures et les civilisations, les calendriers civils ou religieux. Actuellement, la déclinaison solaire varie de  $+23^{\circ}26'$  (solstice d'été) à  $-23^{\circ}26'$  (solstice d'hiver), en passant par la valeur  $0^{\circ}$  qui définit les deux équinoxes.

Donc, à toute valeur de la déclinaison, on peut faire correspondre une date calendaire, ou plusieurs lorsque cette déclinaison varie peu d'un jour à l'autre. Sur un cadran à une seule table les dates symétriques par rapport à l'axe solsticial engendrent une seule courbe de déclinaison, confusion de deux courbes de date; par exemple le 15 Février et le 29 Octobre, avec une déclinaison solaire de  $-13^{\circ}$ . Mais, sur un cadran à deux tables semestrielles, chacune des courbes ne convient qu'à une seule date.

Voici les choix de Louis Chomard:

#### a) sur le cadran du haut (hiver, printemps), de haut en bas:

1 Janvier            15 Janvier

1 Février            15 Février

1 Mars            15 Mars

la droite de déclinaison  $0^{\circ}$ ,

le 21 Mars, équinoxe de printemps

1 Avril            15 Avril

1 Mai            15 Mai

1 Juin            15 Juin



Ce choix est assez particulier. En général on choisit les dates des 1ers, 11 et 21 mensuels qui correspondent, à peu près, aux décans zodiacaux.

Il faut remarquer que les courbes extrêmes, celles des solstices du 21 Décembre et du 21 Juin, ne figurent pas sur le canevas. Il ne se passe donc rien, sur cette table supérieure, avant le 1er Janvier ni après le 15 Juin. C'est, évidemment, volontaire et découle du fait que **la déclinaison du Soleil ne varie pratiquement pas pendant les quelques jours qui encadrent les deux solstices soit, environ, du 15 au 28 Juin et du 15 au 28 Décembre.**

Sur les planches tracées à l'ordinateur, nous avons respecté les bornes choisies par Louis Chomard pour les dates, mais nous avons laissé les lignes horaires se développer jusqu'aux deux solstices et on les voit pousser leurs extrémités d'un rien, au delà des frontières de Louis Chomard.

#### **b) sur le cadran du bas (automne, été), de haut en bas:**

15 Décembre            1 Décembre

15 Novembre           1 Novembre

15 Octobre             1 Octobre

la droite de déclinaison 0°,

le 22 Septembre, équinoxe d'automne.

15 Septembre           1 Septembre

15 Août                 1 Août

15 Juillet                1 Juillet



Ici encore on note que l'omission des courbes solsticiales fait qu'il ne se passe rien sur cette table inférieure après le 15 Décembre ni avant le 1er Juillet. L'explication est la même que celle qui vient d'être donnée pour la table supérieure.

Ainsi, le mutisme cumulé des deux tables s'étend du 15 Décembre au 1er Janvier et du 15 Juin au 1er Juillet.

Remarquer aussi que le graveur a renforcé les courbes des 1ers mensuels, celles des heures rondes et les deux droites d'équinoxes.

A la marge gauche de la table, figurent les initiales des mois:

J F M A M J            sur la table supérieure

D N O S A J            sur la table inférieure

## **2) Les lignes horaires du temps moyen à Greenwich**

Sur les deux tables sont tracées les courbes en forme de demi-huit pour les heures rondes et pour les demi-heures, celles-ci gravées moins profondément que les heures rondes. Il est regrettable que ces heures, qui décomptent du temps moyen, aient reçu une numérotation romaine, en principe réservée aux lignes de temps vrai.

## **3) Les inscriptions diverses**

Outre les demi-huit figure une droite verticale qui est confondue avec le méridien du cadran et procure donc l'heure de midi vrai local. Elle est annotée de la formule: "Ier FUSEAU HORAIRE". De nos jours on dirait "fuseau N° 0".

Entre les deux tables figure la mention: "TEMPS MOYEN GREENWICH".

Enfin, dans l'arrondi du haut s'inscrit la devise: "TRANSIT VMBRA" qui se poursuit dans l'arrondi du bas: "LVX PERMANET" soit: "L'ombre passe. La lumière demeure".

signature: CHOMARD 1927

## **V Conclusion**

Le cadran de Louis Chomard n'aura guère servi plus de vingt ans et encore faut-il bien considérer que l'horloge parlante de la T.S.F. pénétrait les foyers stéphanois depuis les dernières années d'avant-guerre.

Etabli très haut, il se devait d'avoir des lignes larges et bien creusées, lisibles de loin et d'en bas. Sa couleur blanche cuisait les yeux. En été, il fallait lui ajouter une heure; pendant l'occupation allemande il fallut lui en ajouter deux, toute l'année.

Nos planches montrent combien les proportions de sa table se révélaient peu accueillantes à l'éventail horaire bien trop amputé sur les côtés; alors qu'un cadran vertical peut recevoir, normalement, douze ou treize lignes d'heures, celui-ci n'en porte que huit et encore sont-elles bien abrégées vers les dates basses, période estivale où le Soleil passe plus rapidement derrière le mur.

Et, pourtant, le travail de Louis Chomard mérite d'être connu et apprécié à sa juste valeur. Nous en dirons un mot, à titre d'hommage. A une époque qui ignore la calculatrice, il lui a fallu recourir aux logarithmes. Admettons que seuls aient été calculés les points d'intersection des demi-huit avec les courbes de déclinaison, ce qui semble le minimum et laisse la part belle aux interpolations et prolongements à main levée. Dans ce cas, c'est environ 150 points par semestre qu'il a fallu calculer. Et voici le formulaire, assez complexe, qui permet de placer le point par ses coordonnées ( y z ), à partir d'axes cartésiens :

$$y \text{ (horizontal)} = - D \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(H) //$$

$$\sin(A) \cdot (\cos(\delta) \cdot \sin(H) \cdot \cos(A) - \sin(\phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(H) \cdot \sin(A) + \cos(\phi) \cdot \sin(\delta) \cdot \sin(A))$$

$$z \text{ (vertical)} = D \cdot (\cos(\delta) \cdot \cos(\phi) \cdot \sin(H) \cdot \cos(A) + \sin(\delta) \cdot \sin(A)) //$$

$\sin(\phi) \cdot \sin(A) \cdot (\cos(\delta) \cdot \sin(H) \cdot \cos(A) - \sin(\phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(H) \cdot \sin(A)) + \cos(\phi) \cdot \sin(\delta) \cdot \sin(A)$

avec:  $\phi$  = latitude du lieu d'installation du cadran, à **Saint-Etienne: 45°27'**

A = azimut du mur, + en sens horloge, de 0° à 180°. Ici 78°43'12" (déclinaison: -11,28...°)

D = distance de l'extrémité du style droit, jusqu'au mur. Ici 0,979 mètre

$\delta$  = déclinaison du Soleil. Ici celles des 1ers et 15 mensuels

H = angle horaire du Soleil: 15° = 1 heure (midi vrai = 0)

On dit que les feuilles de calcul de Louis Chomard remplissent une grande valise conservée à l'Ecole des Mines et, pourtant, comme ses cadrans paraissent clairs et simples !

Décidément, ce qu'il y a de plus beau dans un cadran solaire, c'est ce qu'on efface quand il est terminé.