

La mesure de l'heure variable dans l'horlogerie japonaise au XIX^e siècle

Un dispositif automatique de mesure du temps avec aiguille mobile et cadran variable

Pierre-Yves Donzé

Université de Kyoto, JP-Kyoto
Fonds national suisse

Muneo Tokoku

The Seiko Institute of Horology
JP-Tokyo

Décembre 2007

29

Bulletin SSC n° 56

L'horlogerie traditionnelle nipponne, avec son système particulier d'« heure japonaise » à durée variable selon le moment de la journée et la période de l'année, a donné lieu à plusieurs types d'horloges domestiques inspirées des garde-temps européens introduits dans l'archipel au cours du 16^e siècle. Pour les horlogers japonais, le principal enjeu de cette hybridation technologique réside dans la mise au point de dispositifs permettant l'indication automatique de l'« heure japonaise ». Cette innovation technique, réalisée au cours des années 1830, fait l'objet de cette contribution.

1. Introduction

Le Japon a connu un système particulier de mesure du temps, différent de celui utilisé en Occident, jusqu'à l'adoption du calendrier occidental en 1872. Il présente les caractéristiques suivantes. La journée est tout d'abord divisée en deux parties correspondant à une observation de la nature, le jour et la nuit, dont les durées respectives évoluent au cours de l'année, le jour étant plus long en été qu'en hiver. Ensuite, chacune de ces deux parties est divisée en six périodes de durée équivalente, l'« heure japonaise ». Conséquence de ce système, la durée de l'« heure japonaise » n'est pas une unité de temps fixe mais dépend à la fois du moment de la journée (jour/nuit) et de la saison. De plus, la journée est divisée au total en douze unités de temps, et non en vingt-quatre comme en Occident.

Lorsque des missionnaires jésuites introduisent les premières horloges occidentales au Japon, vers le milieu du 16^e siècle, il s'agit ainsi d'objets uniquement décoratifs, leur utilité étant alors nulle. Toutefois, après la fermeture du pays consécutive à l'arrivée au pouvoir des Tokugawa (1603), des mécaniciens japonais s'inspirent des horloges européennes pour réaliser des horloges japonaises (*wadokei*) correspondant à leur système de mesure du temps. La principale caractéristique de ces garde-temps est de posséder un dispositif de double balancier sur lequel se déplacent des

poids, afin de varier la vitesse de ce dernier. Le dédoublement du balancier permet en effet d'avoir deux manières distinctes de compter l'écoulement du temps, correspondant au jour et à la nuit, tandis que le déplacement bimensuel des poids sur ces balanciers permet de varier la vitesse

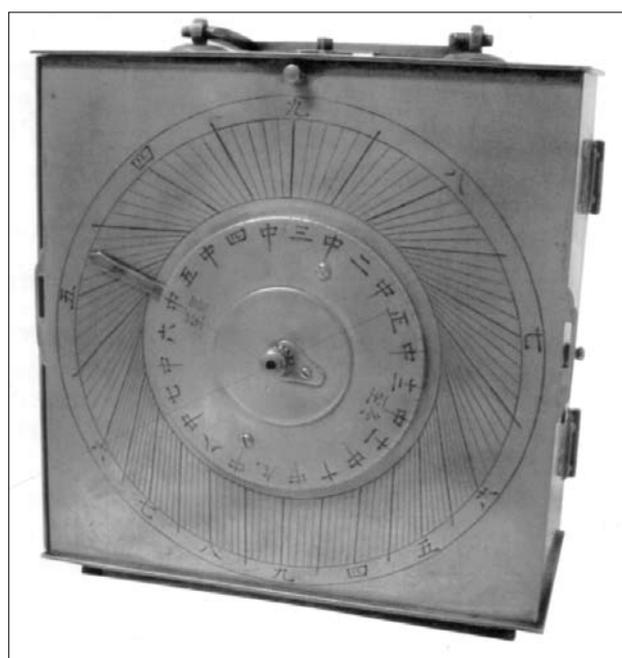


Fig. 1 : Horloge à « heure variable », collection privée Kondo

de leur oscillation et donc la durée de l'heure japonaise au cours de l'année.

Dans cet article, nous présentons un type d'horloge japonaise à dispositif automatique de mesure du temps fabriquée au milieu des années 1830, soit une quinzaine d'années avant les horloges automatiques fabriquées par Hisashige Tanaka (1851) et traditionnellement considérées comme les plus anciennes [7]. Ces horloges fonctionnent avec un système d'aiguille mobile et de cadran variable, qui permettent de lire l'heure exacte au cours de l'année. Leur existence est connue mais leur fonctionnement n'a pas été décrit jusqu'à présent [3]. L'existence de trois pièces est aujourd'hui attestée. Deux sont conservées au Seiko Institute of Horology (J.27 et J.49) et ne possèdent pas de signature. La troisième appartient à la collection privée Kondo. Il s'agit d'un modèle signé du seul prénom Arisama et réalisé en 1835 [7] Fig. 1. Une horloge similaire était conservée dans la collection Mody mais a été détruite dans un incendie. Elle était signée Munekata Onuma [3]. Les trois pièces conservées à ce jour présentent un système de fonctionnement similaire et ont toutes été produites vers 1835. L'horloge de la collection Kondo en particulier est identique à l'horloge J.49. C'est sur cette dernière qu'est basé le descriptif technique ci-dessous. Le mouvement présente une taille de 150 mm (hauteur) x 150 mm (largeur) x 70 mm (profondeur).

2. Caractéristiques mécaniques

Afin de réaliser un cycle annuel complet, les horloges japonaises utilisent généralement un système de rouages multiples permettant la mesure de l'heure variable. Les horloges automatiques mises au point dans les années 1830 adoptent quant à elles une combinaison entre une méthode de double rouage et un système dit de «rouage-planète». La méthode du double rouage (dual gearing method) est connue actuellement comme le «paradoxe mécanique de Furgasson» [1].

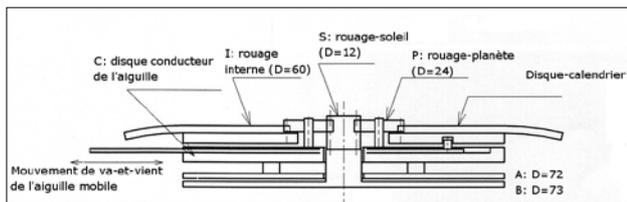


Fig. 2: Vue en coupe du système de l'aiguille mobile

Ce système automatique consiste en l'empilement sur un même axe de rotation de deux rouages A (D=72) et B (D=73), dont le nombre distinct de dents produit une légère différence dans les durées de révolution. Leur mouvement annuel est transformé en un mouvement complet de va-et-vient de l'aiguille mobile. Ainsi, cette dernière réalise à

la fois une rotation par jour et un mouvement de va-et-vient par année. En d'autres termes, la longueur de l'aiguille varie selon la saison, ce qui permet de lire l'heure japonaise variable sur le cadran en diagramme.

Ce système de mesure apparemment complexe repose en réalité sur un dispositif mécanique dont la structure est relativement simple. Le mouvement de base de ces horloges est constitué d'un mécanisme d'une pendule classique. Son originalité repose sur le système d'indication du temps, qui est constitué à la fois d'un cadran en diagramme et d'une aiguille à longueur variable.

2.1 Le cadran en diagramme

Le cadran en forme d'anneau est gravé et divisé en douze parties équivalentes aux douze périodes de la journée dans le système traditionnel japonais de mesure du temps, indiquées avec un caractère japonais représenté à l'extérieur. Il comprend deux cercles principaux qui indiquent le temps aux solstices: un cercle externe, correspondant au solstice d'été (*ge-shi*), et un cercle interne, correspondant au solstice d'hiver (*to-ji*).

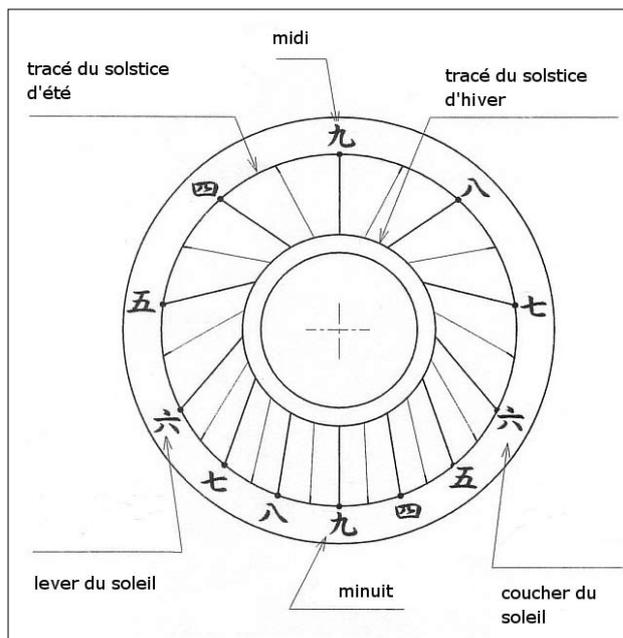


Fig. 3: Cadran en diagramme

L'échelle de ces cercles n'est pas similaire et correspond à la mesure traditionnelle du temps au Japon. Le tracé hivernal comprend douze périodes pratiquement équivalentes, la durée de la nuit étant quasiment similaire à celle du jour au mois de décembre dans l'archipel. Le tracé estival comprend quant à lui douze périodes dont la durée n'est pas équivalente, la durée du jour représentant près des deux tiers de la journée au solstice d'été.

Enfin, ces deux tracés sont reliés par des lignes qui permettent de lire l'heure durant l'année, grâce à une aiguille à

longueur variable, qui est la seconde caractéristique technique de ce système.

2.2 Système de conduite de l'aiguille

Le système de conduite de l'aiguille mobile est présenté en coupe (Fig. 2) et en trois-quarts (Fig. 4). Il comprend deux parties : le système de double rouage et le système de rouage-planète.

Le premier, appelé aussi « paradoxe mécanique de Fur-gasson », est constitué de l'empilement sur un même axe de rotation des rouages A (D=72) et B (D=73), conduits par un même pignon. Leur vitesse de révolution n'est ainsi pas tout à fait identique, en raison de leur nombre de dents différent.

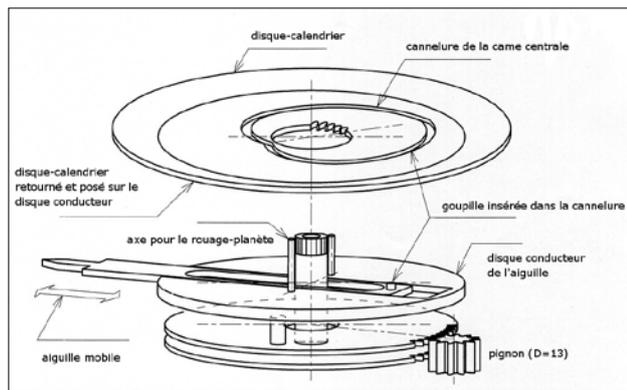


Fig. 4: Vue en 3/4 du système de l'aiguille mobile

Le rouage A sert à indiquer la vitesse du disque conducteur de l'aiguille, auquel il est uni. Ils doivent réaliser une révolution complète par jour. Le disque conducteur de l'aiguille possède en outre une goupille, ainsi que deux axes pour le rouage des planètes. Quant au rouage B, il fonctionne comme un tour sur lequel repose le rouage-soleil (S).

Le disque-calendrier, comme on peut le voir dans la Fig. 5, est sectionné à l'intérieur et comprend un disque interne (I), ainsi qu'un disque mouvant avec lequel on observe une cannelure. La goupille de l'aiguille mobile est insérée dans cette cannelure. Ainsi, le double mouvement circulaire du disque-calendrier et de ses deux disques internes donne un mouvement adéquat de va-et-vient à l'aiguille mobile et permet d'indiquer l'heure exacte.

Dans ce système en double rouage, le rouage A (D=72) réalise 365 révolutions par année (soit une par jour), alors que le nombre (N) de révolutions du rouage B est le suivant :

$$N = (72 \times 365) / 73 = 360$$

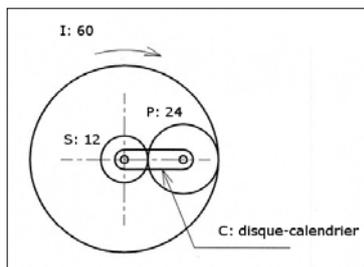


Fig. 5: Système du rouage-planète

En d'autres termes, le rouage B comprend cinq révolutions de moins que le rouage A durant une année. Comme on a besoin d'un cycle complet par année, il est nécessaire de les réduire à un cinquième, raison pour laquelle on recourt à un rouage des planètes. Le rôle de ce rouage dans le fonctionnement général du système est le suivant.

Premièrement, lorsque le disque interne (I), intégré dans le disque-calendrier, réalise une révolution complète dans le

Partie du dispositif	I	P	S	C
Nombre de dents (D)	60	24	12	-
Opération 1 : Révolutions	1	2.5	-5	0
Opération 2 : Révolutions	365	365	365	365
Opération 3 : Révolutions	366	---	360	365

Fig. 6: Table de calcul

sens des aiguilles de la montre (CW), le rouage des planètes (P) fait 2.5 révolutions (CW) et le rouage du soleil (P) un total de 5 révolutions dans le sens contraire des aiguilles de la montre (CCW). Cette première opération montre les relations entre les diverses parties du dispositif.

Deuxièmement, observons le mouvement de l'ensemble du dispositif. Le disque-conducteur de l'aiguille mobile (C) réalise 365 révolutions par année. Ainsi l'ensemble du dispositif réalise aussi 365 révolutions au cours de l'année (CW).

Enfin, troisièmement, l'observation du nombre de révolutions de chacun des rouages montre que le disque-conducteur réalise bien 365 révolutions par année, tandis que le disque-calendrier (et son disque interne I) en fait 366. Il réalise ainsi une révolution de plus que le disque-conducteur, ce qui correspond à un cycle annuel. (Le nombre de révolutions du disque des planètes est négligé ici parce que n'entrant pas directement dans l'explication générale du fonctionnement de cette horloge.)

En conséquence, la position de l'aiguille, guidée par le disque conducteur (C), change chaque jour et réalise elle-même un mouvement complet de va-et-vient durant une année, grâce à sa goupille insérée dans la cannelure du disque-calendrier.

3. Conclusion

Le dispositif automatique de mesure de l'heure japonaise avec aiguille mobile et cadran variable permet la lecture du temps réel, quels que soient le moment de la journée et la période de l'année. Il repose sur un système mécanique particulier qui fait varier la longueur de l'aiguille au cours de l'an-

née. Celle-ci permet alors la lecture de l'heure sur un cadran dont la graduation varie en fonction des saisons, entre un tracé externe correspondant au solstice d'été et un tracé interne correspondant au solstice d'hiver.

4. Annexe

Pendules murales japonaises avec cadran variable (*nami-ita*)

Les horloges décrites ci-dessus sont similaires à certaines pendules murales japonaises dont le fonctionnement est connu (Fig. 7). Elles possèdent le mouvement dans la partie supérieure et fonctionnent grâce à un balancier ou un pendule mû par un poids. Une aiguille est liée au poids descendant et indique le temps approximatif sur des plaquettes. Le mécanisme est très simple. Il ne comprend pas de rouages des heures ou des minutes. Les historiens des techniques affirment que ce type d'horloges murales est originaire du Japon. Comme la journée traditionnelle japonaise commence le soir, il faut remonter l'aiguille chaque soir, la première « heure japonaise » indiquée en haut de la pendule étant celle du coucher du soleil (*kure-mutsu*). Sur certains modèles, les plaques des heures sont mobiles et peuvent être changées manuellement au cours des saisons.

Un type particulier de pendules murales japonaises possède un cadran variable appelé *nami-ita*. Une barre horizontale comprenant l'aiguille est fixée au poids de l'horloge qui assure le mouvement descendant. L'aiguille est mobile et peut être bougée manuellement le long de la barre horizontale, selon la saison. Le cadran possède un tracé pour le solstice d'été (à droite) et un pour celui d'hiver (à gauche). Ils sont reliés par un ensemble de lignes en forme de vagues (*nami-ita* signifie « plaque en forme de vagues ») qui permettent la lecture de l'heure approximative en y déplaçant manuellement l'aiguille.

La période précise de fabrication des pendules murales *nami-ita* n'est pas connue. Un modèle, conservé au Musée national des sciences d'Ueno (Tokyo) a été réalisé en 1844. [6] Un autre modèle, comprenant un cadran en papier, a été fabriqué en 1820 par Eizou Obta. [8]

6. Remerciements

Nous adressons toute notre gratitude à M. Kouji Kubota, président honoraire du Seiko Institute of Horology, ainsi qu'à M. Minoru Kato, membre du CWM (Certified Watch Makers), pour leur aide précieuse dans la préparation de cet article.

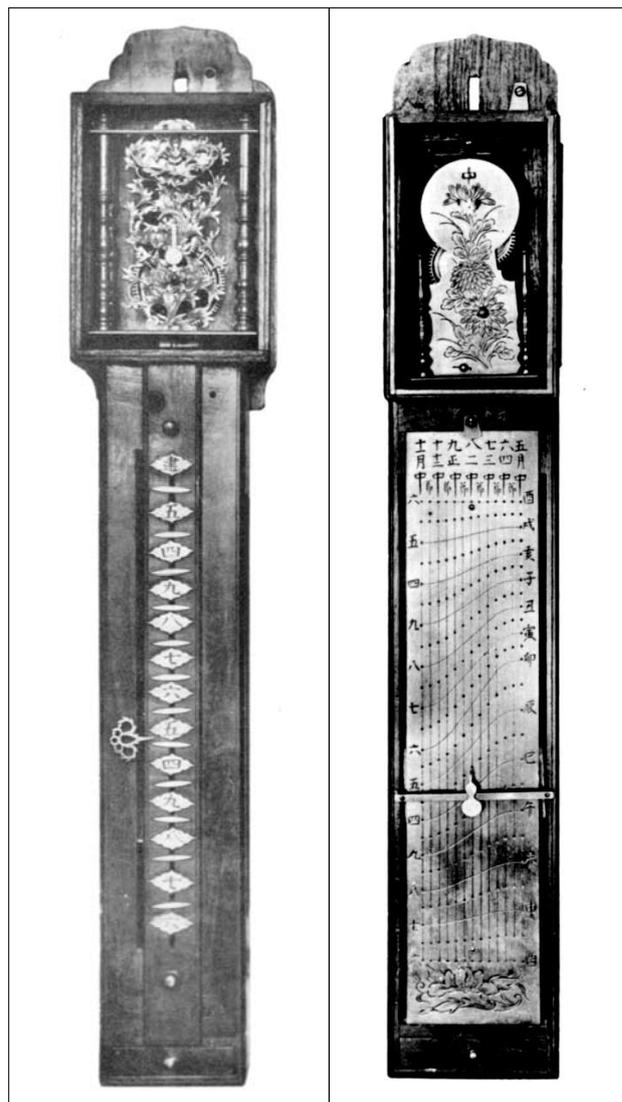


Fig. 7 : Pendules murales japonaises à cadran variable

7. Bibliographie

- [1] DRUMMOND ROBERTSON J, The evolution of clockwork, Londres: Cassel & Co, 1931, 358 p.
- [2] HASHIMOTO TAKEHIKO et KURIYAMA SHIGEHISA (ed.), The Birth of Tardiness: The Formation of Time Consciousness in Modern Japan, special issue of Japan Review: Journal of the International Research Center for Japanese Studies, 14 (2002), 238 p.
- [3] MODY N.H.N., Japanese Clocks, Londres: Charles E. Tuttle Co, 1967, 46 p.
- [4] NAKADA TAKASHI, Ten-i haguruma, Tokyo: Seibundou, 1971, 201 p.
- [5] ODA SACHIKO, WADOKEI JUROKU, Tokyo: Seiko Institute of Horology, 1994.
- [6] SASAKI KATSUHIRO et al, «Kokuritsu kagaku hakubutsukan no seimitsu shakudokei yurai ni tsuite», in Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, 1989, vol.12, pp. 47-58.
- [7] SASAKI KATSUHIRO et al, «Wadokei ni okeru futei jihou jidou hyouji kikou», in Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, 2005, vol. 28, pp. 31-47.
- [8] YAMAGUCHI RYUJI, Wadokei, Tokyo: Nihon Hyouronsha, 1950, 403 p.