

Description de l'horloge



De petits contreforts ornés de bas-reliefs et détachés de la muraille contribuèrent à soutenir le mécanisme à ressort et fusée de l'horloge qui prenait place derrière le cadran, dans la petite pièce créée dans l'épaisseur de la clôture. Il était complété par un jeu de pignons et de roues dentées qui permettaient de transmettre la force motrice aux cadrans. À la voûte de la niche étaient suspendues des clochettes que le mécanisme faisait carillonner.

La complexité de ce mécanisme impliquait un entretien régulier. Cependant, il nécessitait de tels réglages que, dès le milieu du XVIII^e siècle, il devint difficile de trouver un spécialiste pour en assurer l'entretien. Il fut donc de moins en moins courant avant d'être totalement abandonné ce que révèle le nombreux récits contemporains.

Homis quelques rouages, le mécanisme très vite inexploitable fut donc délaissé avant d'être en grande partie détruit en 1793 avec celui du réveille-matin : le bronze des clochettes de ce dernier fut transformé en canons, et le fer du mouvement de l'horloge employé à forger des piques.

Le cadran indique :

- les vingt-quatre heures du jour
- le jour lunaire et les phases de la lune
- les signes du zodiaque peints sur un disque indiquant la marche du soleil dans l'écliptique
- la hauteur du soleil au cours de l'année
- les heures des lever et coucher du soleil





Mesurant 105 cm, le cadran est constitué de quatre plaques indépendantes en alliage cuivreux assemblées sur un axe central :

1- le cadran horaire est fixe et timbré des vingt-quatre heures de la journée divisées en deux fois douze heures, séparées par des feuilles de trèfles marquant les demi-heures. Une croix en fer forgée fixée sur la bande des heures servait de support à l'axe d'une aiguille qui faisait le tour de cette dernière en 24 h indiquant ainsi l'heure équinoxiale locale.

2- le cadran lunaire, en tôle en alliage cuivreux de couleur or en bronze ou laiton, est orné d'étoiles or sur fond bleu azur. Mobile, il fait un tour en une journée lunaire.

3- le cadran lunaire est percé d'un orifice permettant de faire défiler le cercle en alliage cuivreux de couleur or en bronze ou laiton, des différentes phases de la lune dans le ciel de Chartres en fonction de son occlusion plus ou moins complète.

4- le cadran zodiacal, en tôle en alliage cuivreux de couleur or en bronze ou laiton, est orné des noms et figurations des douze signes du zodiaque (représentant les mois) et des trente degrés de chacun d'eux. Il se mouvait d'un degré environ chaque jour et pour savoir dans quel signe était le soleil, il suffisait de voir quel était celui qui passait sous la grande aiguille de l'astre.

La ligne en arc de cercle qui est fixée au cadran horaire est l'horizon du lieu : elle est le seul élément appartenant au tympan de l'astrolobe qui soit représenté, à la différence de ce qui se passe parfois ailleurs, où il y a aussi la partie nocturne du tympan et les heures négatives.

Dans l'unique aiguille des heures qui indique l'heure équinoxiale, réalisée en alliage ferreux, un petit soleil se déplaçait dans une longue fente, appelée boutonnière, indiquant la hauteur de l'astre par rapport à l'horizon en fonction des péripéties de l'année et plus précisément par rapport au cercle excentrique (écliptique) fixé sur le cadran zodiacal.

La représentation actuelle du soleil, fixé désormais à la pointe de l'aiguille, est donc sans doute le fait d'une restauration soit maladroite, soit renouant à la lecture de certaines informations.

L'horloge de Chartres était remise à l'heure chaque midi à l'aide des cadrans solaires et, en particulier à partir de la fin du XVI^e siècle avec la réforme du calendrier promulguée par le pape Grégoire XIII, à l'aide des méridiennes extérieure et intérieure (calculée et installée en 1701, il ne subsiste de celle du chanoine Claude Estienne que l'indication de midi au 21 juin).

Techniques de fabrication

Au Moyen Âge, armuriers et forgerons réalisaient les horloges à l'aide de la forge, du compas et de la lime. Parmi les éléments métalliques de l'horloge de Chartres, ceux réalisés en fer semblent avoir été forgés. Les éléments en alliage de cuivre semblent quant à eux avoir été mis en forme par pliage et découpe.

On trouve sur les surfaces métalliques de nombreuses traces de fabrication en gravure, comme les lignes de tracés ainsi que des lignes de symétrie servant à placer les éléments ou à marquer le futur décor comme au niveau du cadran extérieur. Les dents de trois des roues ont ainsi des lignes de tracage marquées par de petits points.

La plupart des éléments ont été assemblés soit par rivetage, soit par soudure. L'ensemble des cadrans et aiguilles sont fixés entre eux par des tenons.

La technique picturale, domaine du peintre, est à base d'huile ou d'émulsion (colle et huile) sur métal.

La peinture est appliquée au pinceau en couches fines ou épaisses.

Une partie du fond est dorée à la mixture et l'ensemble est vernissé.



La restauration de la polychromie de l'horloge



Avant restauration



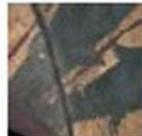
La restauration de la polychromie de l'horloge a été menée en 2006 par Géraldine Aubert, diplômée de l'Institut National du Patrimoine.



Le constat d'état préalable montrait un ensemble très sale et poussiéreux, la corrosion des éléments métalliques et des soulèvements ou lacunes de la couche picturale.



Parmi les éléments métalliques, les aiguilles en alliage ferreux semblaient plus corrodées que les plaques de cuivre des cadrans (produits de corrosion brun-rouge ou vert). Les roues dentées semblaient en revanche en bon état malgré une couche de corrosion superficielle.



La restauration a consisté tout d'abord en un dépoussiérage de l'ensemble de l'œuvre. La couche picturale a ensuite été dégrasée, les écailles et soulèvements réfixés et une couche de protection a été appliquée. Une retouche esthétique aux petits points ou par aplats selon les besoins a été faite pour améliorer la lisibilité des différents motifs.



Certains produits de corrosion pulvérulents et en amas, gênant la lisibilité de l'œuvre ont été enlevés et les surfaces protégées.



Traces de polychromie sous-jacente

Le mécanisme a été dépoussiéré avec aspiration puis brossé. Une couche épaisse de cire micro-cristalline a été passée sur la surface accessible. Le revers a donc été très peu traité.

Le grand apport de la restauration a été de révéler la présence d'une polychromie sous-jacente de très bonne qualité bien que lacunaire. La phase antérieure du décor actuel du cadran horaire, qui correspond aux traits de gravure de la tôle et qui pourrait donc être le décor original, atteste la présence de noir, doré, vert, blanc jaunâtre et rouge minium posés sur une couche d'apprêt de couleur blanc/gris. Sur le cadran zodiacal, on observe la trace d'une dorure ancienne et la présence de polychromie bleue, rouge, verte... Les lettres actuelles laissent apparaître par transparence sous la couleur blanche du fond, les anciennes lettres. Sur le cadran des étoiles, une polychromie sous-jacente de couleur bleue nuancée est détectable. Enfin, sur le cadran des phases de la lune, deux phases de décors qui semblent identiques se sont succédées. Il est impossible de dire avec certitude si le décor actuellement visible a été réalisé à l'identique du précédent. On a toutefois des raisons de penser que cette réfection a dû se faire à l'identique car les réfections qui ont concerné le mode d'affichage des horloges anciennes ont généralement respecté sa présentation antérieure.

Les différents states de la polychromie n'ont pas été datés de façon précise. La polychromie actuelle date néanmoins très vraisemblablement de la mise en place de l'horloge dans la clôture du chœur dans la première moitié du XVI^e siècle.

La restitution d'un mécanisme



La restauration, restitution partielle et mise en fonctionnement du mécanisme de l'horloge, rendue possible grâce à la qualité de ses rouages a été confiée à l'entreprise S.A. Prêtre & fils. Cette intervention a compris plusieurs étapes depuis le démontage du cadran, le constat d'état des pièces manquantes, la réalisation de pièces prototypes avant choix et réalisations définitifs, le nettoyage des pièces existantes, enfin, la connexion au circuit électrique de la cathédrale pour la mise en mouvement du mécanisme après divers réglages.

Constat d'état préalable

Une première analyse de l'existant a permis d'identifier les différentes pièces manquantes, à savoir l'indication de la position du soleil, le guide du disque lunaire ; et plusieurs éléments du mécanisme, soit un pignon moteur, une roue qui faisait partie des rouages de la rotation du zodiaque, enfin, un pignon central fixe et un ensemble roue-pignon qui faisaient partie des rouages de la rotation du zodiaque et de la rotation du cycle lunaire.

Le constat a également révélé des pièces tordues et endommagées comme le disque de la lune, des paliers usés ou encore des erreurs de remontage ancien. La ligne d'horizon avait en effet été réparée et remontée à l'envers lors de la restauration de la polychromie.

Partis pris d'intervention pour la restitution des pièces manquantes

L'analyse de l'aiguille des heures existante a montré qu'elle formait une seule pièce avec le soleil présent à son extrémité. Un nouveau « repère » devait donc être réalisé pour représenter la position du soleil au dessus de la ligne d'horizon de Chartres. Le mode de guidage original de ce repère étant inconnu, il a été proposé une solution qui permette de conserver les pièces existantes.

Sur le disque lunaire trois supports étaient présents sans que l'on puisse en connaître précisément l'utilité. On a supposé que ceux-ci permettaient de fixer des lestes d'équilibrage. Un même constat a été fait sur la grande roue à l'opposé des rouages satellites.

Concernant le mécanisme, le nombre de dents de la couronne principale de Chartres était identique à celui de l'horloge de Bourges soit 288 dents. Par analogie, on a donc supposé que le pignon moteur entraînant était composé de 12 ailes. La couronne principale étant solidaire de l'aiguille des heures qui réalise un tour en une journée, pour un rapport de 12/288, la motorisation devait donc être de un tour par heure. Le diamètre primitif approximatif a été estimé à 37 mm.

La roue manquante du rouage zodiac servait à en changer le sens de rotation sans en changer le rapport. Elle était clavetée et son démontage permettait de régler aisément le cadran du zodiaque. Dans cette utilisation, la détermination du nombre de dents n'était donc pas cruciale et elle était fonction des pignons voisins. Le nombre de dents a été estimé à 25.

L'ensemble pignon central fixe et roue/pignon manquants était commun à la chaîne du rouage du zodiaque et du rouage du cadran de la lune. Les dimensions et nombre de dents étaient inconnus mais essentiels pour le fonctionnement de l'ensemble. Différents éléments ont permis de déterminer la dimension des pièces manquantes (connaissance de la position des axes, connaissance des cycles de rotation des cadrans de la lune et du zodiaque).

À la suite de divers calculs et essais, on a estimé que la rotation du disque du zodiaque, qui accomplit un tour de plus que la roue de lune sur une période d'une année, devrait s'approcher de la valeur de 365,2425 (l'horloge astronomique de Bourges donnait 365,2422) tandis que la rotation du disque de la lune qui accomplit un tour de moins que la roue diurne sur une période de 29,5306 devrait quant à elle s'approcher d'une rotation en 29,5306 (sens anti-horaire).

Ces calculs ont indiqué que le choix des dimensions des rouages manquants générerait soit une précision sur le cycle lunaire et une imprecision sur le cycle du zodiaque, soit l'inverse. Il a été décidé de privilégier une précision importante sur le cadran lunaire et la solution retenue a été la combinaison de pignons suivante : a : 15 dents, b : 47 dents, b' : 20 dents.



Réalisation de pièces prototypes, restitution des pièces manquantes, interventions

Une fois cette analyse réalisée, l'horloge a été remontée avec des pièces prototypes. Ceci a permis de valider les tailles et dimensions des engrenages après ajustements divers. Les difficultés principales étaient le redressement des pièces tordues ; la suppression des jeux trop importants ; la réalisation du soleil manquant ainsi que la réduction de son guide.

Pour la pièce de guidage du disque des phases de la lune, on a réalisé une copie en symétrique de la pièce encore présente.

Pour l'indicateur de la position du soleil, on a réalisé une pièce en tôle découpée et martelée peinte à l'or afin d'obtenir un élément peu épais et au poids négligeable pour ne pas amplifier l'usure avancée de la couronne du disque du zodiaque.

Afin d'équilibrer les différents composants de l'horloge, un ensemble de tests a également été réalisé et fixé sur les supports présents pour permettre de limiter les efforts dans les différents ouvrages.

Plusieurs butées et clavettes manquantes ont été refaites. L'ensemble des pièces a été nettoyé et repris en forme en prenant soin des peintures.

Concernant la ligne d'horizon, aucune modification n'était nécessaire pour son bon positionnement. Seule la croix principale en façade devait être tournée de 180°. Contrairement à l'horloge de Bourges, aucun indice ne montrait la présence passée d'une surface masquant le cadran en dessous de la ligne d'horizon. Il a donc été décidé de ne pas réaliser de plaque de nuit.

Remise en place et en fonctionnement du mécanisme

Le remontage et l'ajustement de l'ensemble a été l'étape technique la plus difficile de la restauration. Les points clés ont été : la diminution des jeux, associée à un bon équilibrage du mécanisme ; le redressage des pièces, en particulier, le disque de l'état de la lune ; l'ajustement du mécanisme de guidage au nouveau « soleil sur l'aiguille » ; la suppression de l'interférence entre le petit pignon Zg' et le disque de l'état de la lune. Cette dernière étape était la plus délicate. D'un point de vue théorique, le jeu entre ces deux pièces est très faible voire nul et les configurations d'interférences éventuelles sont multiples (croisement à chaque cycle lunaire). L'usure avancée de la plaque accolée au pignon Zg montrait que cette interférence était réelle et fréquente. Pour que le cadran soit de nouveau fonctionnel, il a été nécessaire de refaire cette petite plaque.

L'ensemble est désormais associé à une horloge mère et une motorisation récente afin de remplacer l'ancienne horloge mécanique qui est absente.

Le cadran était tenu à l'origine par quatre points de fixation et une barre verticale sur l'arrière des pignons. Les points de fixation ont été supprimés pour la restauration de la couronne de pierre. La barre verticale avait été coupée il y a plusieurs années, ce qui a certainement été la raison pour laquelle la couronne principale avait été noyée dans le béton.



Pièces prototypes pour assemblage



Nouveaux mécanismes en place

L'installation du cadran a donc nécessité la réalisation de nouveaux supports. La première solution envisagée était de réutiliser les quatre points de fixation scellés et de se fixer uniquement dans la partie basse de la couronne en pierre. Mais cette solution n'a pas pu être réalisée à cause des choix techniques nécessaires à la restauration de la couronne. Une nouvelle structure complètement indépendante a donc été réalisée. L'ensemble a finalement été remonté le 15 septembre 2009.

RESTAURATION DE L'HORLOGE ASTROLABIQUE

Au Moyen Age, l'emprise progressive de la religion catholique et la prédominance absolue de l'agriculture structurent la vie des hommes tant sur une journée (prières, tâches agricoles, ...) que sur une année (cycles liturgique et saisonnier).

Avant l'apparition de l'horloge mécanique, le cadran solaire servait aussi bien à indiquer le temps public que le temps religieux. De par sa situation au pied de la tour Nord, porté par un ange (statue du XII^e siècle), ce cadran donnait l'heure à tous les habitants de la ville de Chartres. Pour l'église, cependant, l'usage du cadran solaire est primordial. Celle-ci a dû recourir aux savants et à leurs instruments de mesure au risque de mal déterminer la date de Pâques (depuis le concile de Nicée de 325, il s'agit du premier dimanche qui suit la pleine lune de printemps).

Au Moyen Age, les arts et les connaissances scientifiques sont presque exclusivement cultivés par les religieux qui pour la réglementation des offices, ont besoin d'une subdivision précise du jour et de la nuit. C'est pourquoi les premières horloges étaient placées à l'intérieur des églises.

L'horloge astronomique de la cathédrale de Chartres (située à l'intérieur) est mentionnée dès 1407. Bien que son mécanisme ait été employé à forger des piques lors de la Révolution, son cadran (restauré en 2006) et ses rouages chargés de l'animer sont toujours en place. D'une configuration particulière, elle constitue, avec l'horloge de la cathédrale de Bourges, les deux seuls exemplaires de ce type conservés et connus dans le monde.



Son cadran d'un mètre environ de diamètre indique les 24 heures de la journée, les phases de la lune, le temps d'un cycle lunaire et les signes du zodiaque correspondants au mois de l'année. L'unique aiguille de l'heure est munie d'une fente longitudinale dans laquelle un petit soleil se déplaçait afin d'indiquer la hauteur de l'astre en fonction des périodes de l'année.

Le Conservatoire Européen des Cloches et Horloges, en accord avec la DRAC de la Région Centre, a souhaité contribuer à la restauration du mécanisme et à la remise en fonctionnement de l'horloge astrolabique du tour de chœur de la cathédrale Notre-Dame de Chartres.

Il lance ainsi une souscription en faisant appel à la générosité de tous pour que cette horloge puisse de nouveau marquer le temps !

Le plus vieux cadran de France

Conciliabule d'experts hier au Musée du Temps autour du plus vieux cadran de France : l'horloge astronomique de la cathédrale de Chartres, restaurée par la société Prêtre de Mamirolle.

On la date de 1407, mais peut-être est-elle encore antérieure : l'horloge astronomique de la cathédrale de Chartres ne fonctionne plus depuis plus de deux siècles. « Elle était dotée d'automates et de cloches à l'origine, qui ont disparu, tout comme le mécanisme d'horloge, au 18e, à la faveur d'une restauration. Ils devaient reprendre place, mais la Révolution est passée par là », explique Paul Peschard, président du conservatoire européen des cloches et horloges. L'association porte le projet de restauration de cette horloge dite « astrolabique », dont on pensait qu'il ne restait que le cadran.

En réalité, une partie du mécanisme avait été noyée dans le béton. Dégagée récemment de cette gangue, l'horloge a été confiée à l'entreprise Prêtre et fils de Mamirolle chargée de remettre en route cette pièce exceptionnelle par sa configuration. Il n'existe que deux horloges de ce type au monde, celle de Bourges et celle-ci, qui pourrait bien avoir servi d'ailleurs de « prototype » pensent les spécialistes réunis hier au Musée du Temps.

Le point de vue de Dominique Flechon, directeur du centre d'étude et de recherche de la haute horlogerie à Genève et Emmanuel Pouille, membre de l'Institut, spécialistes en horloge médiévale étaient particulièrement attendus.

Pignons manquants

Christian Prêtre et son fils ont en effet démonté totalement le mécanisme, puis numérisé chaque pièce pour comprendre son fonctionnement, et enfin imaginer et tester les cinq pignons manquants. Certes, on a conçu



Hélas, le cadran a été restauré voici deux ans, ce qui complique la tâche pour restaurer le mécanisme aujourd'hui, dont la plupart des pièces sont volées.

Photo Patrick BRUMENT

mécanisme plus sophistiqué depuis, mais celui-ci ne manque ni d'astuce, ni de singularité. Et quelques questions demeurent : l'aiguille est-elle d'origine ? Le mécanisme donnait-il priorité à la phase de lune ou aux signes du zodiaque ? Autant d'options qui doivent être tranchées par les historiens, la famille prêtre apportant les solutions techniques. « Nous allons réaliser les pièces manquantes dans un acier plus doux que celui des pièces d'origine » avancent-ils. « Ainsi, ce sont elles qui s'useront et

non les parties historiques. » Emmanuel Pouille s'en réjouit : « Pour moi, une roue comme celle-là est aussi précieuse que la Vénus de Milo. » Et de préconiser de réaliser une datation du métal de l'aiguille, dont il doute qu'elle soit d'origine. Le travail de la famille Prêtre a été validé. Il reste à fabriquer les pièces manquantes, à rééquilibrer celles d'origine, à les recaler, les redresser, et à greffer un mécanisme électrique qui fera fonctionner le tout, en principe en septembre.

Christophe DOLLET

Grandes dates

Quelques dates pour servir de repères dans l'histoire de l'horlogerie.

- 1095 : le Pape Urbain 2 instaure l'angélus, sonné manuellement plusieurs fois par jour.
- XIIIe siècle : les premiers mécanismes à rouages apparaissent pour animer les marteaux qui frappent les cloches.
- XVe siècle : apparition des premières horloges, à une seule aiguille, leur précision est sommaire : 40 minutes environ par jour.
- XVIIe siècle : invention du balancier, qui améliore considérablement la précision, d'où l'apparition de l'aiguille des minutes.

Le plus vieux cadran de France

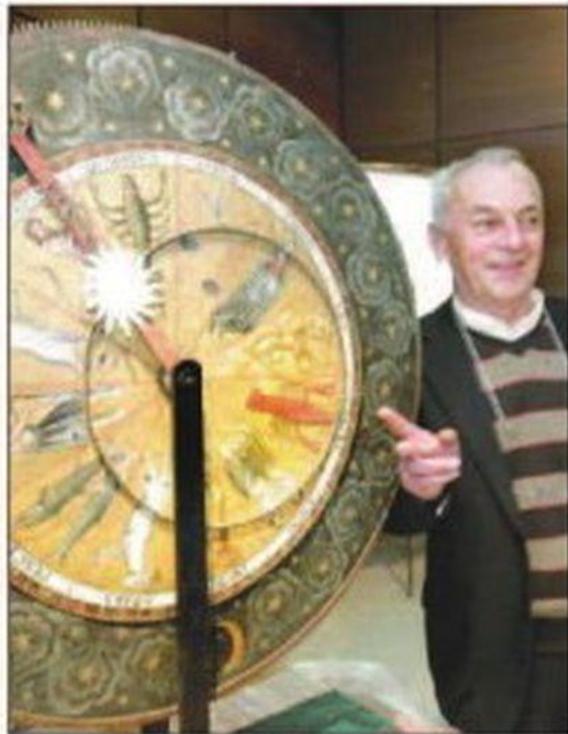


Photo Patrick BRUMENT

Conciliabule entre historiens et horlogers de haut niveau hier au musée du temps, autour de l'horloge astronomique de la cathédrale de Chartres. Datée de 1407, n'ayant pas fonctionné depuis plus de deux siècles, cette pièce exceptionnelle est actuellement confiée aux ateliers de la société Prêtre et Fils de Mamirolle chargés de lui redonner vie, et de fabriquer les pignons manquants.

■ En Besançon