

## L'HORLOGE ASTRONOMIQUE DE BOURGES

\*\*\*\*\*

Pour vous présenter cette horloge astronomique exceptionnelle, voici quelques grands événements et dates fondamentales qui marquent son l'histoire depuis sa création jusqu'à nos jours:

### 1424

Depuis quelques années le roi de France Charles VII règne à Bourges. Peut être pour honorer la naissance du Dauphin, le futur Louis XI, le Chapitre de la cathédrale de Bourges décide de faire construire une horloge astronomique. Il en confie la réalisation au chanoine Jean Fusoris brillant mathématicien et mécanicien déjà fort connu pour ses conceptions d'astrolabes, d'équatoires, de tables trigonométriques, d'horloges et d'instruments sidéraux.

Pour réaliser ce projet Jean Fusoris fait appel à André Cassart, maître serrurier, qui construit le mécanisme en fer forgé, à Guillaume de Marcilly, menuisier qui construit le buffet, au peintre Jean d'Orléans qui dessine les cadrans et peint très finement les signes du zodiaque et enfin André Jourdan, le maître maçon qui est chargé de l'installation de cet ensemble sur le jubé de la cathédrale.

Le buffet de l'horloge a la forme d'une tour carrée de 1m,50 de côté et 6m,20 de haut composée de trois corps et coiffée d'un toit en forme de pyramide surmonté par une grosse cloche de 25 cm de diamètre. Trois petites cloches de 15 cm sont placées sur le côté gauche du toit. Sur la face avant du corps central est placé le cadran complexe de l'astrolabe avec son tympan caractéristique. Sur la face avant du corps supérieur un cadran de 65 cm de diamètre indique les quarts d'heure par une aiguille faisant un tour à l'heure.

Installé dans le corps central du buffet, le mouvement est composé d'une grande cage de poutrelles en fer forgé de 1m de long, 85 cm de large et 1m,20 de haut entièrement assemblée par 67 clavettes. Le mécanisme très aéré placé dans cette cage est actionné par 3 poids moteurs. L'échappement est à roue de rencontre régulé par un foliot. La sonnerie à roue de compte sonne les heures et les quarts sur les quatre cloches qui donnent les premières notes du Salvé Régina. Mais surtout Fusoris a placé à l'avant de cette cage un magnifique ensemble de rouages planétaires et satellites qui composent le mécanisme de l'astrolabe et permet de donner, avec une très grande exactitude, au moyen d'une seule aiguille et de cadrans tournants, toutes sortes d'indications astronomiques que nous étudierons par la suite.

### 1673 - 249 ans ont passé.

Après les calculs de Galilée sur l'isochronisme du pendule en 1583 et sa réalisation pratique comme organe régulateur par Huygens en 1673, toutes les horloges à foliot sont modifiées les unes après les autres tant l'amélioration technique de l'invention est importante. C'est une véritable révolution dans l'amélioration de la précision des horloges comparable à celle apportée par l'utilisation du quartz de nos jours. Si bien que depuis, pour marquer cette nouveauté, on donnera souvent le nom de 'pendule' aux horloges ainsi modifiées.

Dans l'horloge de Bourges, on installe également un balancier et pour éviter d'avoir un balancier d'une trop grande longueur on rajoute un engrenage. On ne sait pas si l'échappement à roue de rencontre a été conservé à cette époque. C'est très probable car l'échappement à chevilles qui se trouve encore aujourd'hui sur le mouvement ancien est très postérieur

**1757 - 84 ans plus tard.**

Dans les cathédrales, les jubés ne sont plus à la mode. On les démolit un peu partout. Celui de Bourges subit le même sort et l'horloge est reléguée sous la dernière arcade de la nef, près du portail de la vieille tour. Là, elle n'a plus la hauteur de descente des poids lui permettant de fonctionner une journée entière. Il faut maintenant la remonter plusieurs fois par jour. Elle est probablement assez mal entretenue..

**1783 - 26 ans plus tard.**

On décide alors d'améliorer son fonctionnement. L'échappement à chevilles qui nous est parvenu sur le mouvement ancien et que Thiout l'Ainé décrit en 1741 est vraisemblablement installé en 1783 par un horloger de Bourges nommé Bourdon. D'après le registre des délibérations du chapitre de la cathédrale il y a effectué de gros travaux.

**1841 - 58 ans plus tard.**

Les pendules sont maintenant bien plus précises et l'on a pris l'habitude de lire l'heure et les minutes avec deux aiguilles. C'est l'horloger Paul Foucher qui, aidé de son assistant Charles Minier, équipe le cadran du haut d'une minuterie et de deux aiguilles.

**1862 - 21 ans plus tard.**

L'horloge est classée à l'inventaire des Monuments Historiques.

**1872 - 10 ans plus tard.**

Vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle la science moderne est à l'honneur. Les heures variables ou temporaires ont été remplacées depuis longtemps par les heures équinoxiales toujours égales en hiver comme en été. Les gracieuses courbes dorées du tympan qui permettent la lecture des heures temporaires sont devenues inutiles. Les signes du zodiaque sont également périmés. Alors on met le mouvement à la ferraille et on le remplace par un mouvement de pendule de clocher en laiton tout à fait classique. Bien sûr, avec un mouflage, il a l'avantage de marcher huit jours et sa sonnerie à râteau est indérégable. En 1841 on avait déjà équipé le cadran du haut d'une minuterie. Elle a donc maintenant deux aiguilles. Pour améliorer encore la lecture de l'heure, Georges Lareppe, horloger de la ville de Bourges, agrandit le cadran à 95 cm de diamètre et refait deux aiguilles avec une décoration florale dans le style Napoléon III. Ce nouveau cadran déborde alors sur les deux écussons supérieurs mais dans son buffet repeint de neuf, l'horloge est maintenant est tout à fait digne des temps modernes. Les cadrants tournants du mécanisme astronomique sont tout simplement cloués en place pour boucher le trou. L'ancien mécanisme en fer est alors relégué dans différents lieux de stockage puis enfin dans la crypte de la cathédrale où il rouille doucement.

### 1963 - 91 ans plus tard.

Emmanuel Poulle, directeur honoraire de l'Ecole Nationale des Chartes, publie un ouvrage sur la vie et l'oeuvre du chanoine Jean Fusoris dans lequel on trouve une étude très documentée sur les horloges de clocher en fer les plus réputées et une description détaillée de l'horloge astronomique de Bourges. On recommence à parler de ce chef-d'oeuvre. On sait que son mécanisme est toujours en train de rouiller dans la crypte.

La rencontre de quelques passionnés comme Jean-Yves Ribault directeur des archives départementales du Cher, Max Brunet nouveau directeur d'Electricité-Gaz Service de Cher-en-Berry, fait germer l'idée d'un partenariat pour la réhabilitation de l'horloge avec la participation de l'EDF par sa centrale nucléaire de Belleville, de l'Aérospatiale par son établissement de Bourges et de l'Université de technologie de Compiègne qui a déjà réalisé plusieurs reconstitutions importantes de machines anciennes.

### 1992 - 29 ans plus tard.

Le 21 Juin 1992, une convention de mécénat est signée entre ces différents partenaires et sous la responsabilité de Marc Albouy contrôleur général et directeur du mécénat technologique et scientifique de l'EDF. Le projet est de réaliser pour Juin 1994 un duplicata fonctionnel sur lequel on reconstituerait les parties modifiées ou disparues du mécanisme original, telles que l'échappement à roue de rencontre, la verge et le foliot ainsi que divers leviers et mécanismes de sonnerie manquants. Ce duplicata serait réinstallé dans le buffet d'origine restauré tandis que l'ancien mécanisme trop rongé par la rouille serait traité chimiquement et conservé en vitrine comme un témoignage du passé.

Sous la conduite d'EDF, le projet est découpé par secteurs de spécialisation:

- La restauration du buffet qui avait en partie brûlé en 1986 est prise en charge par Max Brunet. Avec l'aide des artisans d'art des Ateliers Baudouin, menuisiers, peintres, doreurs, on décape la peinture moderne et l'on retrouve dessous les couleurs et les décorations d'origine. On change les parties abîmées du bois et les dorures retrouvent tout leur éclat. On fait appel à Mr. Bollée fondeur de cloches pour compléter les cloches manquantes de la sonnerie.

- La conservation du mécanisme ancien est prise en main par le laboratoire Valectra de l'EDF à Saint Denis. Il est traité chimiquement pour stopper l'oxydation tout en respectant son aspect ancien. Une vitrine spécialement conçue pour assurer une parfaite conservation en atmosphère neutre est réalisée. Elle permet également l'affichage des informations destinées aux visiteurs.

- C'est l'Aérospatiale qui prend en charge la documentation nécessaire pour la réplique du mécanisme ancien. L'équipe composée de Alain Bougelot et Jean-Yves Catoire du laboratoire de contrôle et métrologie effectue des milliers de mesures et fait le dessin et la cotation de toutes les pièces existantes sans aucun démontage car on préfère ne pas toucher l'ancien mécanisme. Elle décompte le nombre de dents des rouages, recalcule les rapports d'engrenage et aboutit à une documentation de 10 cm d'épaisseur et de plus de trois kilos. En effet, s'il faut refaire ce mécanisme à l'identique, on n'a pas le droit de le trahir. Un relevé exact est indispensable.

- C'est également à l'Aérospatiale qu'est confiée la mission de reproduire les cadrans astronomiques et leurs accessoires. Guy Marçais du service outillage assure ce travail délicat. En effet il faut non seulement fabriquer les petites pièces d'horlogerie nécessaires à cette cadrature, canons, goupilles, la grande aiguille centrale noire avec sa fente, le petit soleil doré à l'or fin, la came excentrique provoquant son mouvement de translation sur l'aiguille, les cadrans tournants en laiton, mais il faut aussi reproduire en photogravure sur ces cadrans avec la plus grande fidélité possible le dessin des chiffres et les enluminures avec les couleurs de l'époque. Il faut en fait recopier le magnifique travail de Jean d'Orléans. Guy Marçais reconstruit également les pièces nécessaires à la suspension et à la mise en mouvement des cloches restaurées qui avaient été déposées et dont les ferrures ont disparu.

### 1993 - L'année suivante

De toutes ces études et travaux il ressort que la reconstitution de la partie mécanique dans son état d'origine est vraiment, avec toutes ces pièces modifiées ou manquantes, un travail de spécialistes en horlogerie ancienne. L'Université de Technologie de Compiègne déclare forfait. Le temps a passé, il faut faire vite. D'autant plus que l'atelier de la Centrale de Belleville est maintenant surchargé et ne peut plus assurer la fabrication des pièces. On décide alors d'une part de sous-traiter la fabrication des pièces à Meca-précis, une société de construction mécanique de la région et d'autre part on fait appel à une équipe d'horlogers déjà connue pour la restauration de l'Horloge Astronomique de Beauvais. Cette équipe rassemblée autour de Jacques Reverdy, Meilleur Ouvrier de France, est composée de quatre anciens de l'Ecole Nationale d'Horlogerie de Cluses: - Deux horlogers: Jacques Reverdy et Jean-Paul Lenoble, votre serviteur; - Un mécanicien de précision: René Le Floch; - et Jean Moreau directeur et créateur de l'Ecole d'Horlogerie d'Anet.

La mission de cette équipe est triple :

- Il s'agit tout d'abord de reconstituer les mécanismes tels qu'ils devaient être lors de leur création en s'aidant des traces trouvées dans l'horloge elle-même, des documents retrouvés aux archives, de l'étude d'autres horloges datant de la même époque, de l'avis d'experts reconnus et de faire ensuite les plans de fabrication de toutes les pièces manquantes complétant ainsi les plans de l'Aérospatiale.

- Il s'agit ensuite d'assurer le contrôle de la fabrication chez Méca-précis puis d'effectuer l'assemblage final et le réglage des fonctions de l'horloge nouvelle ainsi reconstituée.

- Enfin il faut réinstaller cette horloge à Bourges dans son buffet remis en place dans la cathédrale et la faire fonctionner de façon satisfaisante.

Les membres de l'équipe se partagent donc le travail. Jacques Reverdy se charge des sonneries dans lesquelles il manque tout le système de déclenchement et une partie des leviers et des chevilles actionnant les marteaux. Il faut étudier les systèmes de déclenchement utilisés à cette époque, redessiner les nouvelles pièces de façon à ne pas modifier celles qui nous sont parvenues et ceci tout en obtenant un fonctionnement correct de l'ensemble.

Pour faire ce travail Jean Moreau fait des recherches et nous procure de nombreux documents. René Le Floch se charge de la reconstitution de la transmission entre l'axe des minutes de l'horloge et le cadran du haut. En effet il a été décidé de conserver les deux aiguilles de ce cadran, bien que leur installation soit beaucoup plus tardive, de façon à faciliter la lecture de l'heure par les visiteurs. Les rouages et les tringles de cette transmission sont réalisés dans les ateliers de René Le Floch à Saint Nicolas d'Aliermont.

Je suis pour ma part chargé de reconstituer l'échappement à roue de rencontre avec son foliot ainsi que de la création des systèmes automatiques de remontage et de mise à l'heure que l'on a surnommé plus tard le 'Sacristain électronique'.

En effet à l'époque de sa mise en route, l'horloge, même placée sur le jubé, nécessitait un remontage toutes les 24 heures. Le sacristain chargé de ce travail et de l'entretien journalier de l'horloge en profitait pour remettre à l'heure les aiguilles à midi probablement grâce à la lecture du cadran solaire de la chapelle sud puis plus tard grâce à l'observation de la tache de lumière que le soleil projetait sur le sol au travers du trou du vitrail sud sur la ligne du midi vrai de Bourges. On peut encore voir cette ligne matérialisée par une barre de laiton incrustée dans le dallage en travers de la nef. Evidemment il n'est plus question aujourd'hui d'affecter une personne à cette tâche même en lui donnant le titre pompeux de 'gouverneur d'horloge'. On sait maintenant faire ces opérations par des systèmes automatiques.

Ainsi le remontage des poids, rendu fréquent par la faible hauteur de chute dans le buffet, est effectué par trois moteurs électriques cachés dans la partie basse du buffet. Pour chaque moteur une chaîne sans fin forme deux boucles hautes et deux boucles basses. Le système est connu et fonctionne très bien. La première boucle haute engrène sur une roue dentée montée sur l'axe du tambour et la seconde sur une roue dentée montée sur l'axe du moteur. Les deux boucles basses forment des mouflages où sont accrochés le poids et le contrepoids. La différence des deux poids constitue la force motrice. Lorsque le contrepoids arrive en haut il déclenche un contact qui provoque la mise en route du moteur. Tout en continuant à faire fonctionner l'horloge par la boucle haute du tambour, le poids moteur est remonté par la boucle haute du moteur. Lorsqu'il arrive en haut, un autre contact branché en va-et-vient provoque l'arrêt du moteur. Le système peut ainsi fonctionner automatiquement à une fréquence qui lui est propre.

Pour la remise à l'heure automatique, le problème est un peu plus compliqué car il faut trouver un système qui ait la force de faire glisser la chaussée de remise à l'heure et d'entraîner à la fois, par la tringlerie de transmission, la minuterie et les aiguilles du cadran du haut et, par le pignon de 12 ailes, tout le mécanisme astronomique avec ses cadrans tournants. L'utilisation de la came coeur de remise à zéro de la trotteuse centrale des secondes qui équipe les chronographes vient naturellement à l'esprit. Mais dans un chronographe, lorsque l'engrenage de cette aiguille est désengagée, son axe est totalement libre de tourner et n'oppose plus aucune résistance à l'action du levier sur le coeur. Le mécanisme peut fonctionner même dans les positions proches du zéro où le rayon du coeur est très petit et provoque un couple de rotation très faible. Dans notre cas le couple de rotation doit être beaucoup plus important. Le problème est résolu grâce à l'utilisation d'une came coeur creuse au lieu du coeur classique qui travaille sur son pourtour extérieur. Avec une came creuse le levier agit par un galet à l'intérieur de la courbe et produit le couple de rotation en s'écartant de l'axe du coeur. Le zéro est obtenu quand ce galet atteint le V de la

pointe du coeur là où le bras de levier est le plus grand et le couple de rotation maximum. Ainsi un simple électro-aimant suffit à provoquer une mise à zéro efficace. Ce système monté à friction sur l'axe faisant un tour à l'heure permet une mise à l'heure automatique toutes les heures pleines

Ce sont les Etablissements DEHO à Rungis qui nous ont fourni le système de captage des tops horaires émis par France-Inter au travers de l'émetteur d'Allouis tout proche de Bourges. Un programme permet de choisir la fréquence des mises à l'heure en fonction de la précision souhaitée. En pratique, la précision du foliot s'est révélée si aléatoire que l'on en est arrivé à programmer une remise à l'heure toutes les deux heures.

Les plans de fabrication ainsi complètement mis à jour, la fabrication est assurée par Méca-précis à Chatillon-sur-Indre en utilisant des procédés modernes tels que l'usinage par machines-outils conduites par ordinateur ou le taillage des dents d'engrenage par la technique du jet d'eau montrant ainsi que les techniques d'aujourd'hui se marient parfaitement avec des mécanismes imaginés 570 ans plus tôt.

1994

C'est en mars 1994 que la mise en route de la nouvelle horloge est fêtée dans les ateliers de Méca-précis. Quelques jours avant, l'horloge a effectué ses premiers battements et les membres de l'équipe ont eu immédiatement la même impression : le foliot bat trop vite !. Bien sûr, les aiguilles marquent l'heure mais la fréquence du battement est similaire à celle du pendule mis en place en 1673. Notre volonté de conserver le maximum des pièces qui nous sont parvenues nous a entraînés à réaliser un modèle hybride. Le réexamen de la roue de moyenne nous confirme que sa fabrication est postérieure à celle des autres rouages et probablement de la même époque que la roue d'échappement de Thiout l'Ainé que Jean Moreau date de 1783. Toutes réflexions faites il pense maintenant que l'horloge de Fusoris n'avait probablement que deux rouages.

Ce jour là, autour de l'horloge, un verre de champagne à la main, on discute ferme. Daniel Fonlupt qui a rassemblé dans son musée plusieurs horloges en fer de cette époque insiste encore sur ce point : aucune des horloges de sa collection ne possède trois rouages et les foliots sont plus grands. Alors la décision est prise. Il faut supprimer cette troisième roue. En quelques jours on refait les calculs et les plans. On rallonge le foliot. On retaille une roue de rencontre de 35 dents avec un pignon de 12 dents et l'horloge repart avec une fréquence beaucoup plus lente de l'ordre de 4 secondes ce qui est dans les normes des horloges du 15ème siècle.

Vient enfin la dernière étape de ce travail. Guy Marçais se joint à nous, Jacques Reverdy et moi, pour le remontage final. Dans la fraîcheur de la cathédrale (on est déjà en Mai/Juin) on installe la nouvelle horloge dans le buffet rénové. Les sous-ensembles qu'il a fallu démonter pour le transport depuis Chatillon sont réassemblés sur le corps principal. Les nouveaux cadrans que l'on n'a pas encore utilisés de crainte de les détériorer pendant les travaux sont enfin assemblés. On effectue les réglages de sonnerie, de réception radio, de remise à l'heure, de fréquence du foliot, de remontage des poids.... ça y est !.. ça marche !

**21 Juin 1994**

C'est l'inauguration officielle dans la cathédrale. Devant le Préfet du Cher, l'Archevêque de Bourges, les directeurs et responsables de l'EDF et de l'Aérospatiale et un public très nombreux, Mr Albouy responsable du mécénat technologique et scientifique de l'EDF fait un discours remarqué.

Une aventure technique passionnante s'achève.

Malheureusement, très vite, l'équipe a perdu deux de ses membres. Jean Moreau nous a brusquement quittés le 1er Septembre 1996. Puis Jacques Reverdy l'a suivi le 30 Octobre 1996. Ces deux amis, très épris de cette horloge, lui ont consacré beaucoup de leur temps et de leur compétence.

**7 Mai 1999**

Cinq années ont passé. Grâce à la vigilance de Guy Marçais, l'horloge a bien fonctionné. Pour organiser les révisions systématiques un protocole d'intervention a été signé le 25 Novembre 1995 entre l'Aérospatiale et le Ministère de la Culture. Depuis Juin 1998 Maurice Durand, lui aussi ancien de l'Ecole Nationale d'Horlogerie de Cluses et Meilleur Ouvrier de France, assure officiellement avec Guy Marçais l'entretien et les révisions systématiques de l'horloge. La première révision périodique de cette équipe a eu lieu le 19 Juin 1998. La deuxième a eu lieu hier 7 Mai 1999. L'avenir de l'Horloge Astronomique de Bourges est assuré.

Jean-Paul Lenoble  
Le 8 Mai 1999.