

DOSSIER SUR L'HORLOGE ASTRONOMIQUE DE BOURGES

Par Alain Bougelot et Jean Yves Catoire

Version 2009

En savoir plus sur cette horloge de la cathédrale de Bourges.

Introduction : Un exemple précis et pointu



Construite en 1424, voici la plus ancienne horloge astronomique conservée en France. Elle possède un mécanisme complexe qui lui permet de donner l'heure et de renseigner sur la position des astres. Restaurée à la fin du XXème siècle, l'horloge est aujourd'hui à nouveau en état de marche. Son ancien mécanisme est exposé dans une vitrine.

Dédaigneux de tous les effets pittoresques produits ailleurs par des jeux d'automates, son concepteur s'est cantonné dans un programme strictement scientifique, au résultat stupéfiant : c'était le plus précis de tous les cadrans du monde de cette époque, avec une erreur d'une seconde en 150 ans seulement ! Mais la seule réflexion de son concepteur n'a pas suffi : il a fallu un contexte favorable à sa conception et le travail de nombreux techniciens pour réaliser cette prouesse scientifique et technique.

Novembre 1424: l'horloge astronomique, imaginée par Jean Fusoris et construite par André Cassart, est mise en service sur le jubé de la cathédrale Saint-Etienne de Bourges.

Elle y fonctionnera pendant plusieurs siècles, rythmant les évènements religieux, avant de sombrer dans l'oubli.

21 juin 1992: signature d'une convention de mécénat technologique en vue de réhabiliter cette merveille d'horlogerie médiévale.

21 juin 1994: inauguration en la cathédrale de la copie fonctionnelle de l'horloge et de la présentation de l'originale.

C'est l'histoire de ce mécanisme extraordinaire dont la précision est d'une seconde pour 150 ans et dont l'unique aiguille donne six des sept indications astronomiques qui nous est contée ici. C'est aussi l'aventure de sa réhabilitation.

Les deux auteurs, techniciens qualité à l'établissement de Bourges d'AEROSPATIALE, furent deux des acteurs qui menèrent à bien cette tâche exaltante, riche d'Histoire, de technique horlogère et de chaleur humaine.

I/ DESCRIPTION

A/ Fonctions

Les fonctions de l'horloge sont : donner l'heure de deux manières, indiquer le jour dans le zodiaque, montrer le mouvement mensuel de la lune, ainsi que ses phases, et le mouvement annuel du soleil, ainsi que sa position dans le ciel. Au cadran visible à mi hauteur de la façade correspondent des rouages internes cachés. Les cloches disposées à son sommet servent à sonner les quarts d'heure et à entonner le « salve Regina » avant le décompte de chaque nouvelle heure.

B/ Dimensions

- Le buffet qui sert de support est en forme de tourelle, coiffée d'un toit en pavillon. De plan carré, il mesure 1.75 m de côté pour 6.20 m de haut.
- La cage du mécanisme (ici vue de dos) est située à l'intérieur dans la section centrale, et mesure 1 m de long, 0.85 m de large et 1.20 m de haut.
- Le mécanisme, en fer forgé dans des tôles de 3 à 5 mm d'épaisseur, comporte 200 pièces dont 67 clavettes , des chevilles et des goupilles. La roue solaire possède 288 dents, la roue motrice 144.
- Le mécanisme astronomique comporte 3 roues principales de 0.60 ; 0.67 ; 0.77 m de diamètre, dont les cadrans sont en laiton.

C/ Fonctionnement

1/ Les rouages internes

Les rouages sont montés dans une cage de fer divisée d'arrière en avant en trois parties.

- A l'arrière est situé un mécanisme de sonnerie des heures, relié à la cloche.

- Au centre se trouvent :

§ 1/ le mécanisme de sonnerie des quarts, relié à un jeu de trois clochettes, qui tintent tous les quarts d'heure et précèdent le compte des heures sur la grosse cloche par les quatre premières notes du salve Regina « la sol la ré » .

§ 2/Le mécanisme moteur entraîné par le cylindre du contrepoids (on voit la corde blanche qui est enroulée autour).

§ 3/Le mécanisme régulateur, assuré par un échappement à foliot, aujourd'hui reconstitué avec un indispensable mécanisme de remise à l'heure.

- A l'avant, un vide servait à la manœuvre par manivelle et à l'accès aux mécanismes.

2/ Le mécanisme astronomique de façade

L'axe de la roue de mouvement, traversant la partie antérieure vide, commande le mécanisme astronomique proprement dit, placé en façade, qui comprend trois grandes roues excentriques corres-pondant à quatre cadrans, deux fixes et deux mobiles, parcourus par l'unique aiguille du soleil (ici à onze heures, et le soleil est l'étoile dorée à sa base).

Sont fixes :

- Le cadran horaire inscrit sur la tourelle, gradué en deux fois douze heures, que l'aiguille parcourt à raison d'un tour par jour. Situé le plus loin du centre des cadrans à l'extérieur, il indique l'heure équinoxiale, ie selon les vingt-quatre heures que nous connaissons.

- Le tympan de la latitude de Bourges en doré et noire au centre, qui est formé d'une plaque opaque derrière laquelle le soleil se cache la nuit, et d'une plaque ajourée en 12 courbes inégales figurant les heures diurnes, plus ou moins longues selon les saisons. En effet, à cette époque on comptait l'heure en heure temporaire, douzième partie du jour quelle que soit la saison.

Sont mobiles :

- Le soleil, qui glisse le long d'une fente réalisée dans son aiguille, guidé par une lame métallique formant un cercle excentrique fixé en saillie sur le disque du zodiaque. On peut ainsi visualiser par son déplacement la hauteur de l'astre par rapport à l'horizon de la ville.

- Le cadran du zodiaque, sous le tympan, que l'aiguille du soleil parcourt en un an, donnant constamment sa place dans le zodiaque par rapport à l'horizon de Bourges. Il est divisé en douze sections décorées. De plus, le bord du disque est

gradué pour indiquer le jour à l'intérieur du zodiaque (liseré blanc).

- Le cadran de la lune, dont l'aiguille du soleil fait le tour en 29.5 jours, ie un mois synodique , est divisé en autant de sections. Ce cadran est complété par le mécanisme accessoire consacré à la visualisation des phases de la lune.

II/ CONTEXTE DE LA REALISATION

A/ Un contexte politique local favorable

L'horloge naquit dans le contexte troublé de la Guerre de Cent ans au moment où la mort du roi Charles VI avait conduit le dauphin à se proclamer roi, le 26 octobre 1422. La ville de Bourges devint alors, par la force des  v nements, la « capitale de la France », et le roi Charles VII fut appelé, parfois par dérision, « le petit roi de Bourges » depuis qu'il y avait trouvé refuge en 1519.

Command e par les chanoines de la cathédrale, l'horloge fut construite en 1424 ; on la surnomma « l'horloge de Louis XI » car le futur roi avait vu le jour à Bourges l'année précédente. Elle fut abritée dans un buffet en bois polychrome, décoré des symboles de la royauté : les armoiries du roi et de la reine en haut, et celles du duché en bas. Puis l'horloge fut placée sur la galerie du jubé séparant le ch eur de la nef, jusqu'en 1757, date de destruction du jubé.

B/ Un savant et des techniciens qui conjuguent leurs talents

Il est intéressant de voir que ces deux étapes de la fabrication de l'horloge, conception et réalisation manuelle, furent le fait d'hommes différents - au premier rang desquels le concepteur, l'artisan serrurier et le décorateur - dans le cadre d'une véritable division du travail. En effet à cette époque le métier d'horloger proprement dit n'existait pas encore.

1/ Jean Fusoris, l'un des savants les plus renommés de son temps, fut le concepteur et le maître d'œuvre de l'horloge. Cet homme, n  vers 1360 dans les Ardennes, possédait de nombreux diplômes, et se sp cialisa dans le métier « des Quadrans et orloges » [sic]. C'était un véritable technicien, qui appliquait des notions théoriques apprises à l'université. Comme souvent à cette époque, il exerçait à la fois les fonctions de médecin, de mathématicien et d'astronome. Maître  s arts, maître en médecine, puis bachelier en théologie, il apprit aussi de son père le métier de potier d'étain, métier

d'où provient sont nom (Fusoris = « fils du fondeur »). Il devint chanoine de Reims en 1404, puis en 1412 chanoine de Notre-Dame de Paris à prébende entière, fonction qui lui conférait une relative indépendance financière et lui laissait du temps.

Fort de sa double formation scientifique et pratique, il rédigea des traités expliquant le maniement d'instruments astronomiques qu'il construisait : on lui doit de nombreux (18) et remarquables astrolabes, qu'il fabriqua pour le roi d'Aragon Jean 1^{er} (avant 1395) et le pape (1410), et il perfectionna l'équatoire. Il dressa aussi d'importantes tables trigonométriques. Il travaillait et excellait dans l'art de l'horlogerie, s'entourant par ailleurs de plusieurs associés, comme Jean de Berle, artisan professionnel des instruments scientifiques, ou Jean de Chalon. L'historien Emmanuel Poulle émit l'hypothèse que Fusoris devint, avec le développement de son entreprise, le directeur scientifique et commercial de son atelier, et s'en remettait à ses ouvriers de l'exécution matérielle.

Ses voyages à travers l'Europe durent également contribuer à enrichir ses connaissances. En 1414 il se rendit en Angleterre, dans le cadre des négociations franco-anglaises de la Guerre de Cent Ans. Il y donna une consultation astrologique au roi au moment où celui-ci s'apprêtait à débarquer en France, ce qui lui valu un procès pour « accointance » avec l'ennemi ! Il fut absout parce qu'il s'était surtout montré imprudent, emporté qu'il avait été par son désir de vendre à l'évêque de Norwich des instruments d'astrologie et un manuscrit d'astronomie. Mais il fut banni de Paris en 1416 et condamné à l'exil dans sa région natale. (cf III/ A/ sur les circonstances dans lesquelles Fusoris fut amené à concevoir l'horloge)

2/ Les mécanismes de l'horloge furent construits sur ses indications par le serrurier berruyer André Cassart (également orthographié Cassard). A cette époque, les artisans étaient payés au fur et à mesure de l'avancement des travaux, et sans doute aussi compte tenu des rentrées d'argent. Il toucha en tout 69 livres 1 sou et 8 deniers, en vingt paiements, du 4 mars au 4 novembre, non comprises, naturellement, ses fournitures, fer et charbon, qui étaient généralement payées directement au fournisseur par le commanditaire. André Cassart, évoqué dans les textes par la périphrase « Andreas Cassart serruriero qui fabricat dictum horologium » fut bientôt désigné comme « magister horologii » . La qualification de « serrurier » donnée à André Cassart visait alors davantage le matériau qu'il travaillait - le fer forgé - que le métier qu'il pratiquait. Et l'établir comme horloger, c'était aussi lui reconnaître une clientèle.

Le menuisier Guillaume de Marcilly reçut lui 25 écus, soit 40 l. 12 s. 6 d. en cinq paiements échelonnés de mars à mai. Les portes du buffet furent réalisées par Martin Maugier.

3/ Le décor peint sur le quadrant fut réalisé par Jean Grangier, dit Jean d'Orléans, ancien peintre du duc Jean de Berry

(aussi écrit Jehan). Il souligna l'architecture de la tourelle par des séries d'arcatures à l'arrière et sur les côtés, et parsema la face avant d'un décor végétal sur lequel se détachent les écus héraldiques. Ce fut surtout la figuration des signes du zodiaque qui manifesta le talent de l'artiste, comparable à celui des enlumineurs qui avaient décoré les célèbres livres d'heures du duc Jean. Le cadran lui fut payé 24 écus.

Les corps des métiers intervenus dans la réalisation de l'horloge furent donc la serrurerie, la menuiserie et la peinture. Les trois principaux artisans furent parfois aidés par un commis payé à vacation, et des maçons vinrent asseoir la tourelle sur le jubé.

C/ La valeur du travail

Voici un tableau de synthèse de mon cru afin de comparer leurs salaires, et de les rapporter au coût total de l'horloge.

Valeur Somme En livres tournois, sous et deniers* En écus*

Salaire perçupar André Cassart 69 l. 1 s. 8 d. soit ~ 31 % 42

Salaire du principal menuisier 40 l. 12 s. 6 d. soit ~ 18 % 25

Salaire perçupar Jean Grangier 39 (incertain) soit ~ 17 % 24

Reste : matériaux, outils, main d'œuvre, frais divers. Environ 75 Soit ~ 34 % Environ 47

Frais totaux de construction et d'installation 223 l. 15 s. 10 d. (100 %) Environ 138

* Sachant que 1 livre = 20 sous = 240 deniers (1 sou = 12 deniers), le taux de conversion choisi a été celui de 1 écu pour 390 deniers, d'après l'équivalence donnée à la seconde ligne (trouvée dans l'article d'un historien). Cette valeur s'approche de celle de l'écu Heaumé créé par Charles VI en 1419, qui vaut 30 sous et équivaut à 5.59 grammes d'or fin : dans ce cas 1 écu = 360 deniers ; on supposera que les 30 deniers supplémentaires trouvés en 1424 sont dus à divers facteurs en interaction à cette date, et dans des proportions inconnues (changement de roi depuis 1422, à une époque où chaque souverain définit « sa » monnaie ; contexte troublé ; dépenses de guerre, inflation qui s'ensuit, etc). Les chiffres trouvés dans divers documents sont en gras, ceux en maigre ont été calculés d'après la conversion indiquée, sous toutes réserves.

A titre de comparaison, Fusoris vendit ses astrolabes entre 24 et 30 écus, à une clientèle très huppée. Il vendit également au duc d'Orléans deux horloges pour le prix de 240 écus, et céda un équatoire sophistiqué à l'évêque de Norwich pour 400 écus (mais à cette date l'écu valait vraisemblablement moins, si l'on s'en réfère à sa valeur définie en 1385 : 22 sous et 6 deniers, ou 4,08 grammes d'or fin).

III/ INTERET ET PORTEE

A/ L'intérêt de l'horloge pour ses commanditaires

Cet ouvrage exceptionnel a été rendu possible par la conjonction, dans la ville de Bourges, d'intérêts ecclésiastiques et surtout royaux. Le chapitre de la cathédrale se dota avec l'horloge d'une oeuvre d'art imposante, dont l'aspect extérieur majestueux avait une fonction décorative indubitable. En ces temps troublés, c'était en outre tout un symbole pour une royauté en mal de reconnaissance, dans la mesure où, en reproduisant les mouvements célestes instaurés par Dieu, Jean Fusoris conféra au roi Charles VII une marque concrète de légitimité d'origine divine.

Cet ouvrage était aussi une manière de faire rentrer le savant dans les faveurs royales après son procès. L'ancien chanoine lui-même ne toucha apparemment rien sinon à quatre reprises un dédommagement en pain, vin et fruits, ie des frais de mission, pour une présence alléguée les 5 et 10 mai, 26 juin, 5 juillet et 18 octobre. Le reste du temps il exerçait des fonctions ecclésiastiques de second plan dans les Ardennes puis vint s'installer à proximité, au sud de la Loire.

La construction de l'horloge donna lieu à une cotisation du chapitre et des plus riches de la ville. La souscription, ouverte simultanément sur les comptes de deux clercs, réunit plus de 265 livres, ce qui permit à l'opération de rentrer largement dans ses frais. Cela représenta une dépense somptuaire considérable pour l'époque, propre à renforcer le prestige d'une cathédrale qui s'était retrouvée dans la nouvelle capitale du royaume. Parmi les mécènes commanditaires, on trouve ainsi à la fois des dignitaires du diocèse (le chantre, le doyen de la cathédrale, des chanoines, etc.) et des gens de l'entourage du roi (Raimond Ragier son trésorier de guerre, Mathieu Héron son trésorier général, Nicolas Cœur, frère de Jacques, futur argentier du roi).

Au prix total de l'ouvrage s'ajoutèrent ensuite des fais d'entretien et de manutention. Un homme - certainement le sacristain - était chargé de remonter régulièrement les poids et de remettre l'horloge à l'heure, ce qui (cf infra) constituait quasiment un emploi à plein temps. A l'intérêt artistique de l'horloge se superposèrent donc des enjeux politiques touchant à la représentation du pouvoir.

B/ Un intérêt scientifique et technique

Son concepteur a combiné dans le même objet les techniques de son époque avec beaucoup d'ingéniosité. Six des sept

indications astronomiques sont ainsi données par une seule et même aiguille. Jean Fusoris a en outre mis au point un mécanisme dans lequel on reconnaît aujourd'hui un mécanisme différentiel pour le mouvement du disque des phases lunaires, entraîné par deux roues couplées à la roue du zodiaque. Ce serait le premier exemple d'une telle technique mais la question se pose de savoir si Fusoris était conscient de sa découverte ou s'il l'a seulement élaborée par tâtonnement, de manière pragmatique.

Rappelons la précision redoutable de l'horloge : ses trains d'engrenage épicycloïdaux, d'une remarquable exactitude produisent : un mouvement annuel de 365 jours, 5 heures, 48 minutes, et 48 secondes (la valeur moderne compte 2.5 secondes de moins !) et un mouvement mensuel lunaire de 29 jours, 12 heures, 44 minutes et 3.2 secondes (contre 2.83 secondes en valeur moderne). Mais que cette précision ne fasse pas illusion ; elle a beau être le résultat de calculs exceptionnels, elle concerne uniquement le fonctionnement du mécanisme astronomique, à condition que le système d'entraînement moteur soit régulier. Or le moteur à poids et le mécanisme régulateur de l'échappement à foliot n'assuraient pas cette régularité d'apport d'une énergie motrice constante. D'une part les poids descendaient à une vitesse variable du fait de la gravité, et devaient être remontés toutes les trois ou quatre heures environ. D'autre part le foliot, dont le fonctionnement repose sur un double principe d'inertie et de résistance de l'air, retardait d'environ quinze minutes par jour car il était sensible à la température et à l'humidité de l'air. Ce décalage faisait qu'à l'époque la pendule était remise à l'heure quotidiennement à midi, grâce à un rayon de soleil qui traversait un des vitraux, percé à cet effet. Cette indication permettait simultanément à tous ceux qui possédaient une horloge de la remonter.

C/ Une réelle utilité ?

On peut donc légitimement s'interroger sur l'utilité de l'horloge. Perchée sur son jubé, à gauche, à plus de sept mètres, elle gagnait peut-être en majesté mais perdait en lisibilité. En large partie caché derrière un muret, son cadran complexe ne livrait alors plus tous ses renseignements. L'intérêt était que les poids pouvaient ainsi descendre sur une importante hauteur. A titre de comparaison, l'horloge construite au même siècle par Henry De Vick de Wurtemberg pour le Palais royal (actuellement le Palais de justice) de Paris était actionnée par une masse de 227 kg qui descendait une hauteur de 9,8 m. Cette gravure de Stéphane Gantrel se trouvait dans un bréviaire de 1676.

Cependant, la fonction sonore de l'horloge était réelle. Elle se rapprochait ainsi du bas peuple, exclus de fait de ses

subtilités scientifiques et techniques. Elle indiquait à tous, y compris à l'assemblée des fidèles illettrés, quelle heure il était, même très approximativement, et rythmait le service des chapitres. L'Eglise possédait ainsi le monopole de la mesure du temps, ce qui constituait une forme de pouvoir.

CONCLUSION

L'horloge astronomique de la cathédrale de Bourges illustre donc bien des aspects de l'état des sciences et techniques en France au début du XVème siècle. Elle atteste tout d'abord de connaissances astronomiques et mathématiques très poussées. C'est aussi un objet technique sophistiqué, bien qu'au fonctionnement imparfait, du fait de l'imprécision de son mécanisme d'échappement, le foliot, innovation technique majeure du Bas Moyen-Age qui reste toutefois à perfectionner.

On est également en présence de l'ouvrage d'un savant français emblématique de son époque, de par sa formation, son éclectisme, son nomadisme, sa fonction de clerc et sa relation ambiguë au pouvoir royal et à la justice. De surcroît, le recours à des artisans différents, avec leurs tours de main et leurs astuces de techniciens, pour la réalisation technique de l'horloge, traduit la division du travail dans le cadre du système des corporations.

La réunion de commanditaires qui représentaient tant la monarchie que l'Eglise illustre enfin l'importance de la pratique du mécénat par le pouvoir.

L'incendie de la cathédrale le 24 janvier 1986 attira l'attention sur le mauvais état dans lequel se trouvait la vieille horloge. En 1991 une opération de mécénat technologique sans précédent, orchestrée par EDF, permit la restauration de l'objet. Une copie du mécanisme ancien fidèle et en état de marche fut réalisée entre 1992 et 1994, grâce à l'intervention de scientifiques, de spécialistes horlogers et de techniciens de l'Aérospatiale de Bourges.

Je tiens à remercier pour leur aide :

mes sources :

- Histoire générale des Sciences, René Taton
- Article de Emmanuel Poulle, extrait de « Hommes et travail du métal dans les villes médiévales », AEDEH 1988.
- Brochures éditées par EDF et Aérospatiale.

Le livre sur l'Horloge astronomique par Alain Bougelot et Jean Yves Catoire est en vente depuis le 10 avril 2006, au prix de 15 Euros.

BONDE COMMANDE à envoyer à l'adresse ci-dessous

Je commandeexemplaire(s) au prix de 15 € l'unité + 5 € l'unité pour les frais de port (France métropolitaine)
soit 20 €.

Le total de ma commande s'élève à€

Adresse de livraison :

Nom..... Prénom.....

Adresse.....

Ville..... Code Postal.....

Signature

Règlement par chèque, à libeller à l'ordre de :

Monsieur JY CATOIRE

6 rue des Lilas - 18340 - LEVET.

référéncé par
Bourges.net