



GUIDE DES GUIDES

Visites de l'Observatoire de Paris

Site de Paris

Mises à jour :

Avril 2007 : d'après corrections par Suzanne Débarbat de la version 4

Février 2009 : chiffres effectifs de l'OP d'après Bilan social de l'OP. 2007

Août 2011 : mise en forme et menues corrections (Karen Grangeon)

Avril 2012 : Mis à jour Nicolas Leste-Lasserre et Taïna Cluzeau - Corrections Suzanne Débarbat

Ce guide est disponible en ligne sur <http://guides2.obspm.fr>

Avril 2012

Table des matières

PLAN DE LA VISITE	4
PRESENTATION GENERALE DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS	5
LE TERRAIN	7
LA STATUE DE LE VERRIER	7
LE BATIMENT HISTORIQUE	7
LE BATIMENT	8
LA PLAQUE A L'ENTREE DU BATIMENT PERRAULT CELEBRANT RÖMER	9
REZ-DE-CHAUSSEE	11
LES TELESCOPES DE FOUCAULT	11
LE Puits ZENITHAL	13
LA SALLE ESCLANGON:	13
TRANSMETTEURS AUTOMATIQUES DE SIGNAUX HORAIRES	15
LE MIROIR PLAN DE 2 M DE DIAMETRE	15
LES BUSTES D'ARAGO	15
LES CAVES	15
L'ESCALIER	16
SUR LE PALIER DE L'ESCALIER	17
L'ANTICHAMBRE	17
LA GRANDE GALERIE	18
LA SALLE PICARD	22
LA SALLE DU CONSEIL	23
LE JARDIN	26
LA FAÇADE SUD DU BATIMENT PERRAULT	26
LE BATIMENT DE LA CARTE DU CIEL	26
LA LUNETTE MERIDIENNE	27
LE DEUXIEME ETAGE : LA SALLE CASSINI	29
LA MERIDIENNE	29
LA TERRASSE SUPERIEURE	31
LA VUE PANORAMIQUE	31
LA COUPOLE ARAGO	32
LEXIQUE	33
LES DIFFERENTS DIRECTEURS OU PRESIDENTS DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS .	35
BIBLIOGRAPHIE	48
LIENS	49
ILLUSTRATIONS	49

Plan de la visite¹

Accueil des visiteurs

La visite débute devant la statue de Le Verrier (en cas de beau temps) ou dans l'entrée du 61 avenue de l'Observatoire (en cas de pluie, neige, ...)

Présentation générale de l'Observatoire et du déroulé de la visite

Présentation du bâtiment Perrault

Rez-de-chaussée

Télescopes de Foucault

Horloge parlante d'Esclançon et salle Esclançon

Transmetteurs automatiques de signaux horaires

Imagerie²

Miroir plan de 2m de diamètre

Buste d'Arago

Entrée des caves

Vue, en se plaçant près du lampadaire, de l'escalier *dit* à vis de Saint Gilles³

Premier étage

Gravure du dessus de l'escalier

Antichambre

La Grande Galerie

La salle Picard

La salle du Conseil

Visite dans les jardins

La terrasse et la façade Sud du bâtiment Perrault

La Carte du Ciel

La lunette méridienne

La salle Cassini

La terrasse supérieure

Vue panoramique de Paris

La coupole Arago

*Pour corrections et suggestions ,
contacter le Service de la Communication
S. Thiery: poste 21 55
Sabrina.Thiery@obspm.fr*

¹ Ce plan est bien évidemment une suggestion. Chaque guide l'adaptera selon ses goûts et ses habitudes

Les sigles sont explicités en fin de volume

² A présenter éventuellement à la fin de la visite ; le public préfère généralement.

³ La porte 6 donne accès aux caves ; l'accès aux catacombes est muré

Présentation générale de l'Observatoire de Paris

L'Observatoire de Paris est actuellement implanté sur trois sites⁴ :



Paris fondé en 1667



Meudon fondé en 1876 et rattaché à l'Observatoire de Paris en 1926



Nançay dans le Cher fondé en 1953 et rattaché à l'Observatoire en 1956⁵

Les sites de Meudon et Nançay⁶ se visitent également.

Tout compris, l'Observatoire emploie 752 personnes (en 2011)⁷ :

- Un tiers sont des chercheurs
- Deux tiers sont ingénieurs, techniciens et administratifs (effectifs par site : Paris 37%, Meudon 54%, Nançay 6%).

Une multitude de métiers est représenté à l'Observatoire du paysagiste au chercheur en passant par les nombreuses secrétaires. Chacun de ces métiers est indispensable au bon fonctionnement de l'Observatoire.

Son budget annuel, hors salaires des fonctionnaires, est d'environ 23 millions d'euros.

L'Observatoire de Paris est structuré en cinq départements, une unité scientifique (Nançay) et un Institut, des entités formellement associées au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) :

- Le SYRTE : Système de Référence Temps-Espace (localisé à Paris)

⁴ Devenant successivement observatoire royal, national, impérial, puis de nouveau royal et impérial, il est aujourd'hui "Observatoire de Paris" tout court.

⁵ En principe, et à l'époque de leur création, les recherches à Paris étaient principalement consacrées à l'astronomie de position, celles menées à Meudon à l'astronomie physique et celles menées à Nançay à la radioastronomie.

⁶ Meudon : visites individuelles un samedi par mois, à 14h30 ou visites de groupes en semaine, sur demande
Nançay : Station de radioastronomie de Nançay - 18330 Nançay. Les visites sont prises en charge par « le pôle des étoiles», une structure indépendante de l'Observatoire. Renseignements et réservations : Pôle des étoiles, Route de Souesmes, 18330 Nançay, <http://www.poledesetoiles.fr/>

⁷ D'après le *bilan social de l'Observatoire de Paris* 2011, étudiants (M1/M2) non compris

- Le LERMA : Laboratoire d'Etude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique (localisé à Paris et à Meudon)
- Le GEPI : Galaxie Etoiles Physique et Instrumentation (localisé à Paris et à Meudon)
- Le LESIA : Laboratoire d'Etudes Spatiales et Instrumentation en Astrophysique (localisé à Meudon)
- Le LUTH : Laboratoire de l'Univers et de ses Théories (localisé à Meudon)
- L'Unité scientifique : la station de radioastronomie de Nançay (Cher)
- L'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides (localisé à Paris)

À cela s'ajoute le laboratoire APC (AstroParticule et Cosmologie), rattaché à l'Université Paris 7, le CEA, le CNRS et l'Observatoire de Paris.

A cette organisation s'ajoutent :

- la Présidence
- le Secrétariat général
- la Division Informatique de l'Observatoire (DIO)
- la Bibliothèque
- la Division Immobilière et Logistique (DIL),
- la Direction de la communication (Dircom)
- l'Unité de Formation et d'Enseignement (UFE)

A Paris, se trouvent :

- le bâtiment historique Perrault où siège en particulier l'administration ;
- deux bâtiments le long de l'avenue Denfert-Rochereau, achevés l'un au début de 1976 (bâtiment A) et l'autre au début de 1978 (bâtiment B) ;
- quelques bâtiments de taille modeste, certains abritant des instruments que nous visiterons plus tard.

Sur le site, donnant boulevard Arago se trouve l'Institut d'Astrophysique de Paris (IAP), laboratoire propre du CNRS dont la construction débuta en 1937 sur un terrain cédé par l'Observatoire de Paris (Esclangon, Mineur, Chalonge ont été parmi les protagonistes de l'histoire) et fut totalement achevé en 1952.

L'ensemble forme le **Campus parisien de l'Observatoire de Paris** (campus = ensemble de laboratoires de recherche travaillant sur des thèmes voisins).

Points à retenir

- **Observatoire de Paris = trois sites**
- **1/3 des astronomes en France y travaillent**
- **Une multitude de métiers différents et indispensables à la vie de l'établissement**
- **Trois missions : Recherche avec les labos, Enseignement avec l'UFE, diffusion des savoir avec UFE, Dircom et bibliothèque**

La cour Nord

Le Terrain

Les académiciens⁸, en quête d'un terrain propice aux observations astronomiques, songent tout d'abord à Montmartre. Ils doivent renoncer à cette idée car les fumées qui s'élèvent de la capitale rendent impossible toute observation du côté du midi. Le terrain idéal (2,5 hectares) est trouvé au Sud de Paris, non loin du Val-de-Grâce, et le roi l'achète le 7 mars 1667 pour la somme de 6 604 livres tournois soit 25 000 euros . La construction de l'Observatoire royal était la réponse espérée par les astronomes français - dont Auzout et Picard se sont fait les porte-paroles - pour pouvoir exercer leur science dans de bonnes conditions.

La statue de Le Verrier



La statue de Le Verrier ©Demange

La statue, en marbre, est l'œuvre de Chapu. Elle a été inaugurée le 27 juin 1889 en présence d'Armand Fallières, futur président de la République, alors ministre de l'Instruction publique et des Beaux-arts. La statue a été placée dans la cour de l'Observatoire car la IIIe République ne voulait pas honorer un impérialiste convaincu par une statue sur une place publique de Paris.

Le bâtiment historique

La partie centrale a été construite par Claude Perrault (1613 - 1686), un des frères aînés de Charles Perrault (1628 - 1703), intendant des bâtiments du Roi, bras droit de Colbert.

Les frères Perrault⁹, qui étaient protégés du Roi, ont mené la querelle des anciens contre les modernes. Charles était chef de file des modernes qui prétendaient que les œuvres du temps étaient supérieures à celles des antiques. Quand Claude Perrault est entré à l'Académie des Sciences, Boileau a dit "Il faut que l'architecture soit bien malade pour qu'on la confie à un médecin".

Claude Perrault est né à Paris ; il était architecte, médecin et physicien, passionné d'anatomie, disséquant le castor, le caméléon, la gazelle ou encore le chameau (il mourra d'une infection contractée lors d'une de ces séances).

⁸ L'Académie des sciences a été fondée en 1666

⁹ Jean né vers 1610, Pierre né en 1611, Claude 1613, Nicolas 1624, François et Charles 1628

On connaît aussi de lui une traduction de Vitruve (texte latin de référence pour l'architecture datant de l'époque d'Auguste). Outre l'Observatoire de Paris, il a aussi construit la colonnade du Louvre et l'Arc de Triomphe du faubourg Saint-Antoine disparu depuis. Bien que les plans aient tous disparu dans l'incendie des Tuileries en 1880, l'Observatoire conserve des documents se rapportant à sa construction montrant que Claude Perrault est bien le maître d'œuvre de l'édifice (les débats avec Cassini en témoignent).

Le bâtiment

Il est majestueux, construit comme un temple de la science pour la gloire de Louis XIV. Tout en étant conforme à l'esprit Classique, Claude Perrault réalise un bâtiment original entièrement destiné à la pratique de l'astronomie, s'inspirant peut-être des deux exemples dont il connaissait les plans, le palais observatoire de Tycho Brahé situé sur l'île suédoise de Ven et la tour-observatoire de Copenhague.

Le 21 juin 1667, jour du solstice d'été, les "mathématiciens" de l'Académie tracent sur le terrain le méridien et les autres directions nécessaires à l'implantation exacte du bâtiment ; le plan médian de celui-ci définira désormais le **méridien de Paris**¹⁰, référence pour la nouvelle cartographie souhaitée par Colbert. Auparavant, les cartographes français utilisaient le méridien de l'Île de Fer (Açores).

Adossé à une vaste terrasse, le bâtiment se compose de 3 niveaux : un rez-de-chaussée invisible de la terrasse Sud, un premier étage un peu plus haut sous plafond que le rez-de-chaussée et situé de plain-pied avec la terrasse Sud, un second étage enfin, beaucoup plus haut que les deux précédents. La hauteur du second étage constitue l'un des traits qui confèrent à l'Observatoire sa physionomie si particulière.

Claude Perrault voyait dans l'Observatoire un véritable instrument scientifique : "Le bâtiment de l'Observatoire est construit de telle sorte qu'il peut suppléer tout seul à tous les principaux instruments d'astronomie dont on se sert pour les observations. Sa situation donne une ligne méridienne dans l'étage haut, depuis la fenêtre du milieu qui regarde le midi jusqu'à celle qui regarde le septentrion, de 17 toises de longueur, la plus juste qui se puisse faire. Les deux pavillons octogones sont coupés de manière qu'un de leurs pans donne le lever du Soleil au solstice d'hiver, et l'autre son coucher au même solstice ; qu'un autre indique la direction du lever du Soleil à l'équinoxe et l'autre le coucher au même équinoxe ; que les deux autres pans donnent l'un le lever du Soleil l'été et l'autre le coucher du même Soleil."

L'arrivée de Jean-Dominique Cassini (Cassini I)* en 1669 et les disputes qui suivirent avec Claude Perrault feront évoluer le projet :

- la tour septentrionale deviendra carrée ;
- la tour orientale est laissée découverte pour l'observation des astres près du zénith ;
- à l'étage noble, le remplacement de la galerie en T par une grande salle carrée entraînera une rotation de 90° de l'escalier et une légère surélévation de cet étage pour que Cassini puisse installer le gnomon de la méridienne. Mais, même après avoir été "gâté" par l'intervention de Cassini, l'escalier demeure un chef d'œuvre de stéréotomie (taille et coupe de la pierre ou matériau).

Le gros œuvre fut terminé en 1672. Mais les travaux d'aménagement se sont poursuivis jusqu'en 1683. Les murs ont de 2 m à 2,5 m d'épaisseur. On croyait qu'il n'avait été employé à l'Observatoire ni bois, ni métal, rien que de la pierre et du mortier. Mais, en 1777, à l'occasion de travaux de réfection, Cassini IV constatera qu'il n'en était rien et que la construction comportait du fer en guise de renfort.

¹⁰ En 1884, la conférence de Washington choisit le méridien de Greenwich comme méridien international (il y a une différence de 9 minutes 21 secondes avec Paris) du fait que près des trois quarts des bateaux naviguaient en utilisant ce méridien de référence. Les Britanniques mettaient à l'étude leur passage au Système métrique décimal.

L'édifice mesure environ 36 m du Nord au Sud et 50 m de l'Est à l'Ouest. L'altitude du seuil de la porte d'entrée Nord est de 60,71 m, et la terrasse supérieure se trouve à 27 m au-dessus du sol de la cour Nord.

En 1811, eut lieu le percement de l'avenue de l'Observatoire. Les deux ailes du bâtiment ont été ajoutées plus tard : 1832 pour l'aile Est et 1839 pour l'aile Ouest. Un instrument méridien était installé dans chacune des trois fenêtres de l'aile Est. L'aile Ouest abritait un amphithéâtre¹¹ pour les cours d'astronomie (Arago y donna son cours d'astronomie populaire jusqu'en 1847). En 1854, Le Verrier fait démolir l'amphithéâtre et construire son appartement de fonction (400 m²) à sa place.

De 1667 à 1683, l'Observatoire de Paris aura coûté 713 954 livres (à comparer aux 80 millions de livres absorbés par Versailles tout au long du règne de Louis XIV).

La plaque à l'entrée du bâtiment Perrault célébrant Römer

Römer est un astronome danois venu en France avec Picard et logé à l'Observatoire de Paris à partir de 1672 ; le premier, il a montré que la vitesse de la lumière était finie. Galilée a été le premier à aborder le problème en occultant la lumière de lanternes placées à 4 km de l'observateur ; pour lui, si la vitesse de la lumière n'était pas infinie, sa propagation était extraordinairement rapide.

À l'époque de Römer, un débat s'était instauré entre les partisans d'une vitesse infinie (on disait instantanée) comme Descartes, et ceux d'une vitesse finie (successive) comme Huygens. Descartes avait étudié les éclipses de Lune pour tenter en vain de mesurer des écarts aux prédictions dus au temps de propagation de la lumière. Huygens, quant à lui, pensait à une théorie ondulatoire pour la lumière et par analogie au son ou aux rides à la surface de l'eau et soutenait l'hypothèse de la vitesse finie.

Römer, avec J.-D. Cassini, étudia les observations d'éclipses des satellites de Jupiter, observations qui fournissaient à l'époque «une horloge» pour la détermination des longitudes. Ils constatèrent que, suivant la position de Jupiter par rapport à la Terre, les émergences hors du cône de l'ombre de la planète (ou les immersions dans l'ombre) que l'on observait pour le premier satellite retardaient ou avançaient régulièrement sur les calculs. Ces changements de l'instant de l'éclipse illustrent la valeur finie de la vitesse de la lumière.

Dans une communication à l'Académie des Sciences en septembre 1676, Römer annonce que le début de la prochaine éclipse du premier satellite de Jupiter se produira avec 10 minutes de retard (avec une précision de 10%). Ce fait est confirmé par les observations. L'article qui publie sa découverte date du 7 décembre 1676.

Römer indiqua également qu'il fallait 22 minutes à la lumière pour parcourir le diamètre de l'orbite terrestre, soit une erreur de 32% sur la valeur réelle (16min 40s). Mais il n'a pas donné de valeur pour la vitesse de la lumière^{12 13}.

¹¹ Construit de 1839 à 1841

¹² On peut parler de la mesure de la vitesse de la lumière en visitant la Salle Cassini où eut lieu l'expérience de Foucault (première mesure en salle).

¹³ On a dit que Römer n'avait pas donné de valeur numérique à la vitesse de la lumière car on ne connaissait pas le diamètre de l'orbite terrestre. Cela est inexact car Cassini, Picard et Richer venaient de déterminer la valeur du diamètre terrestre à partir d'observations de l'opposition de Mars, observations faites à Paris et à Cayenne. Si Römer n'a pas donné de valeur numérique pour la vitesse de la lumière, c'est parce qu'à l'époque, la question importante était de savoir si la propagation de la

Il a fallu attendre 1728, date à laquelle Bradley à l'Observatoire de Greenwich découvrit le phénomène de l'aberration de la lumière¹⁴, pour que la découverte de Römer soit universellement reconnue.

Points à retenir

- **Histoire de la statue de Le Verrier**
- **Architecte du bâtiment = Claude Perrault**
- **Un nouveau méridien de référence**
- **Nouvelles ailes : histoire Arago / Le Verrier**
- **Römer et la vitesse de la lumière, première explication scientifique**

lumière était ou non instantanée.

¹⁴ Voir lexique

Les télescopes de Foucault



Une des montures de ces télescopes est en bois ; l'autre est en métal. Ces montures ont été construites par Secrétan-Eichens ; le verre provient de Saint-Gobain et la mise en forme initiale des miroirs a été effectuée par Sautter et C^{ie}.

La réalisation de télescopes (de type Newton, Cassegrain ou Gregory), c'est-à-dire d'instruments dotés de miroirs en verre¹⁵ argenté, date de la fin des années 1850 lorsque Carl Steinheil à Munich et Léon Foucault à Paris, de façon indépendante, fabriquent des petits miroirs. Ils mettent en pratique des méthodes récentes permettant le dépôt chimique de fines couches d'argent sur du verre. Ces recherches n'avaient pas été motivées par l'astronomie, mais avaient pour but de trouver un substitut aux amalgames qui servaient à la fabrication des miroirs de la vie courante et dont la teneur en mercure provoquait des troubles chez les ouvriers de fabrication.

C'est également Foucault qui mit au point des méthodes de tests optiques qui lui permirent de fabriquer des miroirs de "grande" taille (jusqu'à 80 cm)¹⁶, ouvrant ainsi la voie à la construction des très grands miroirs d'aujourd'hui, par exemple ceux installés au Chili, au Paranal, équipant le Very Large Telescope de l'Observatoire européen austral (ESO).

VLT : Le "Very Large Telescope" (VLT) de l'Observatoire Européen Austral (ESO) est le plus grand instrument actuel. Il comprend quatre télescopes ayant des miroirs de 8.20 mètres chacun, qui peuvent être utilisés, soit séparément, soit conjointement. Le VLT se trouve dans le désert d'Atacama au Chili, à 2800 mètres d'altitude.

E-ELT : Le "European Extremely Large Telescope" (E-ELT) sera le prochain grand instrument construit par la communauté européenne. Il est prévu de l'équiper d'une mosaïque de miroirs équivalant à un diamètre de 39 mètres. Ce télescope sera capable de détecter la naissance des premières galaxies ou d'observer les planètes extrasolaires

Expliquer au grand public le fonctionnement d'un télescope

En s'appuyant sur les télescopes de Foucault, on peut expliquer le principe de ces instruments et leurs différences avec les lunettes.

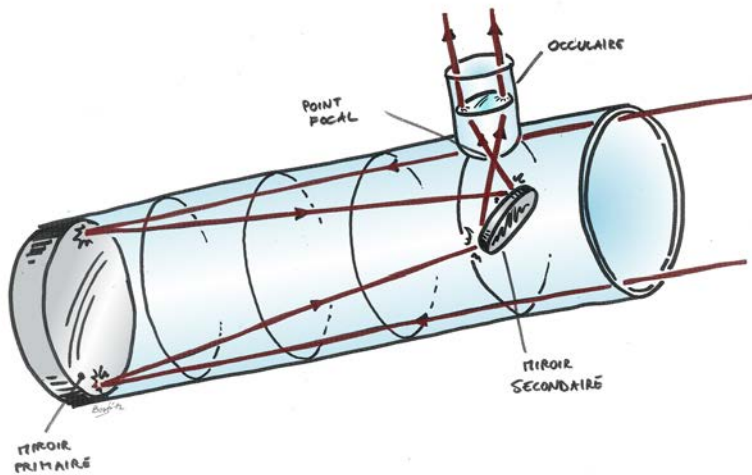
¹⁵ Auparavant, Newton, Herschel et d'autres utilisaient des miroirs en bronze poli pour la plupart

¹⁶ Que l'on peut voir à l'Observatoire de Marseille

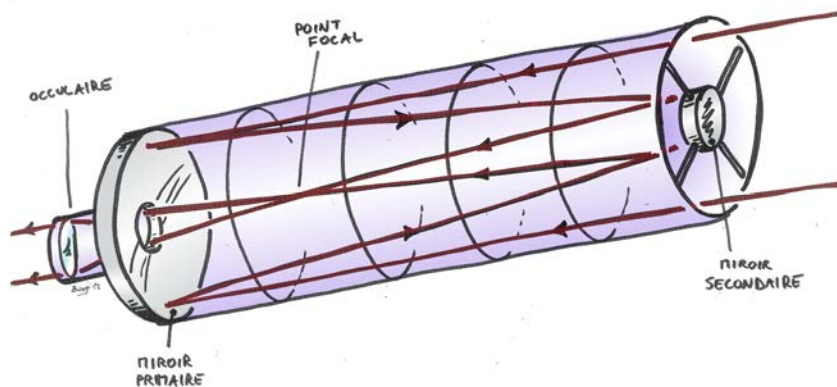
On peut indiquer la présence et le rôle du miroir qui permet de faire converger une grande quantité de lumière vers l'oculaire qui grossit l'image ainsi formée. (pré-requis : l'image perçue = lumière)

On peut faire deviner au public la raison pour laquelle les miroirs sont généralement en verre (température) et dans quel sens on installe le miroir (la lumière ne traverse pas le verre qui la déformerait).

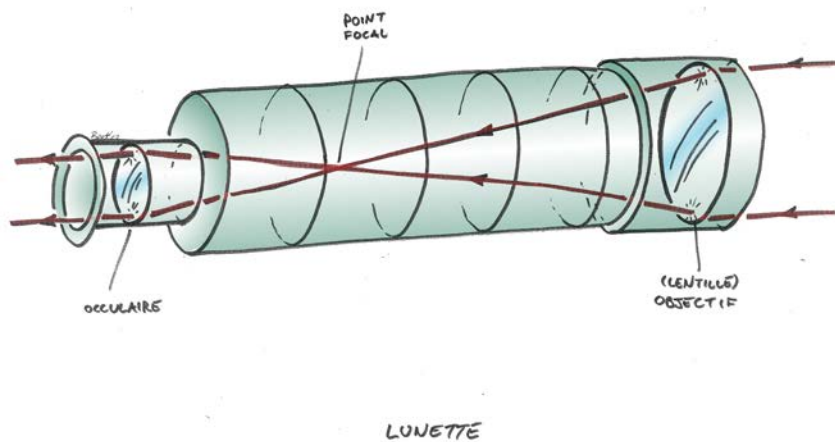
On peut finir en indiquant que les lentilles utilisées pour les lunettes ont atteint leurs dimensions limites (problème de fragilité et de flexibilité dû à leur fine épaisseur, au maintien qui ne se fait que sur les bords...) et qu'aujourd'hui les instruments développés sont majoritairement des télescopes.



TELESCOPE NEWTON



TELESCOPE CASSEGRAIN



Schémas © Benjamin Mollier

Le puits zénithal

On aperçoit sous la voûte et au sol la trace du puits zénithal qui affiche au total une longueur de 55 m (depuis le toit de l'Observatoire jusqu'aux caves situées à 27 m sous le niveau du sol). Ce puits a été conçu pour mettre en évidence la parallaxe¹⁷ due au mouvement de la Terre autour du Soleil : un grand fil à plomb était attaché en haut ; les astronomes pensaient pouvoir observer le mouvement des étoiles par rapport à ce fil. En fait, on constatera qu'au fond de ce puits la qualité des images est mauvaise (un puits est aussi une cheminée qui engendre des turbulences). En fait, la première parallaxe stellaire sera déterminée bien plus tard par Bessel en 1838 et Struve en 1840.

La salle Esclangon¹⁸:

L'horloge parlante

Construite par les ateliers Brillé en 1932 et mise en service en 1933, l'horloge parlante qui est exposée est la première au monde, les britanniques en ayant construit une en 1936. L'idée vient d'Ernest Esclangon qui va exploiter le procédé du film parlant ("Le chanteur de jazz", premier film parlant date de 1927).

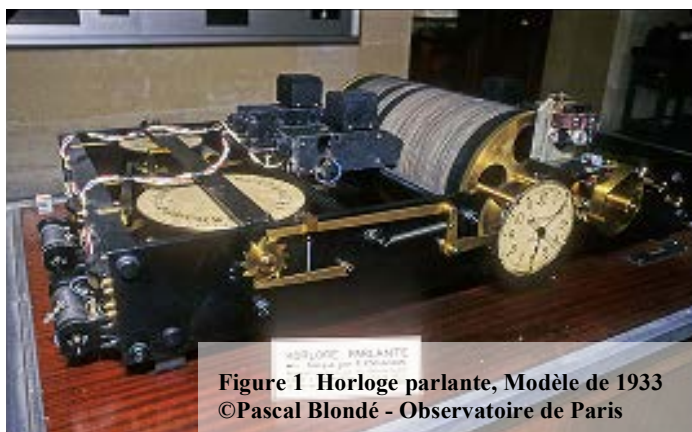


Figure 1 Horloge parlante, Modèle de 1933
©Pascal Blondé - Observatoire de Paris

Un appel à l'Horloge parlante :

«Au quatrième top il sera, 15 heures 32 minutes, top, top, top, top.

15h,32 min, 10s.

15h, 32min, 20s.

15h,32 min, 30s.

15h,32 min, 40s.

¹⁷ Voir lexique

¹⁸ À l'occasion de la visite de cette salle, il est possible de parler des travaux actuels du SYRTE (horloge à jet de césium, mélasse optique, spatialisation d'une horloge)

Las de ne pouvoir utiliser son téléphone constamment occupé par des demandes d'heure, Ernest Esclangon* décide de s'affranchir de cette servitude et de construire une horloge parlante. Le 14 mars 1932, l'appareil est présenté à l'Académie des sciences. Il sera mis en service le 14 février 1933 (la voie est celle d'un speaker vedette sur Radio Paris, Marcel Laporte, dit "Radiolo" et, pour certaines bandes, d'un ingénieur de la maison Brillé)¹⁹.

L'horloge parlante historique est constituée d'un cylindre animé par un système d'horloge mécanique. Il effectue un tour toutes les deux secondes. Trois séries de bandes de films parlants y sont gravées :

- la première pour l'énoncé des heures de 0 à 23 heures,
- la deuxième pour celui des minutes de 0 à 59 minutes,
- la troisième correspondant à 10, 20, 30, 40 secondes puis à l'annonce "au quatrième top, il sera".

Trois têtes à cellules photoélectriques lisent et amplifient le son. Le découpage successif des trois lectures assure l'enchaînement correct des annonces horaires. Les tops secs sont espacés d'une seconde et le zéro de chaque minute correspond au début du quatrième top.

En 1933, ces tops proviennent d'une horloge fondamentale de l'Observatoire de Paris maintenue à température et pression constantes. Les tops qui partent alors de l'Observatoire de Paris à la précision de 10^{-9} s parviennent aux usagers avec une précision de $1/20^e$ de seconde, compte tenu des retards engendrés par les lignes téléphoniques.

Plusieurs modèles d'horloge parlante sont présentés. La première horloge parlante a fonctionné jusqu'en 1965. Un nouveau modèle est alors mis en service où les transistors remplacent les tubes électroniques, les photo-diodes se substituent aux cellules photo-électriques, les bandes sonores sont celles des films de 35 mm. La voix est celle d'un comédien amateur de la troupe théâtrale des PTT.

Un nouveau modèle est mis en service en 1975. Une bande sonore de film 16 mm équipe ce nouveau modèle ; le moteur entraînant la rotation du cylindre est alimenté par du courant 50 Hz obtenu à partir d'une horloge atomique à césium de l'Observatoire de Paris. Les tops de repère de la position des secondes diffusés après le message parlé, proviennent, eux aussi, des oscillateurs atomiques de l'Observatoire de Paris.

La nouvelle horloge, mise en service le 18 septembre 1991, est d'une technologie tout à fait différente mettant en œuvre une électronique à microprocesseur. Le système se compose d'une horloge pilote (qui reçoit son rythme d'un étalon atomique de fréquence de l'Observatoire et qui donne ainsi le temps légal français avec une précision au millionième de seconde) dont la responsabilité incombe à l'Observatoire de Paris et d'une machine parlante qui fait appel aux techniques numériques de traitement de la parole et qui est sous la responsabilité de France Telecom.

On peut appeler l'horloge parlante en composant le 36 99. La précision, au niveau de la France métropolitaine aujourd'hui est de $1/50^{ème}$ de seconde.

¹⁹ En 1954, la comédienne Hélène Garaud prête sa voix à l'horloge parlante. Devant les protestations des usagers, l'expérience ne dure qu'un jour

Transmetteurs automatiques de signaux horaires²⁰

L'invention du télégraphe électrique (1838) ouvre de nouveaux horizons pour les astronomes, en particuliers pour résoudre certains problèmes de longitude. En 1854, ce télégraphe va servir à déterminer avec plus de précision les différences de longitudes entre Paris et Greenwich, tout simplement en synchronisant les pendules de chaque observatoire via le télégraphe. Ces travaux de géodésie seront poursuivis sur tout le territoire français.

À partir de 1910, le télégraphe puis la télégraphie sans fil (T.S.F.) vont permettre de diffuser l'heure nationale, depuis les horloges pilotes situées dans les caves du bâtiment Perrault, et via l'émetteur de la Tour Eiffel.

Ces transmetteurs de signaux horaires datent de 1913. L'appareil Brillié-Leroy est un peu plus simple que l'appareil Belin.

Ces transmetteurs étaient destinés à l'émission régulière de signaux horaires radiotélégraphiques ; cette émission à Paris en utilisant la Tour Eiffel est à l'origine de la coopération internationale concernant la définition et la matérialisation d'une échelle de temps universel.

L'appareil Belin comprend un moteur à poids qui entraîne un cylindre à cames produisant les signaux ; il est muni d'un régulateur (à ailettes ou à boules). Un chariot portant les contacts sur lesquels agissent les cames se déplace devant le cylindre. La synchronisation s'effectue, à partir de la pendule directrice, par l'intermédiaire d'une pendulette relais : une came mobile s'efface à chaque seconde, libérant le cylindre qu'elle a arrêté un court instant et dont la vitesse est légèrement supérieure à un tour par seconde.

Le miroir plan de 2 m de diamètre

En longeant le couloir qui mène à l'escalier, on découvre un miroir plan de 2 m coulé par Despret et poli par Gauthier. Ce miroir faisait partie d'un sidérostât²¹ associé à une grande lunette de 1,25 m de diamètre et de 60 m de longueur focale, Gauthier étant également responsable de toutes les parties mécaniques. Ce projet "La Lune à un mètre", était destiné à l'Exposition universelle de 1900. Seul l'objectif optimisé pour la photographie a été réalisé et le sidérostât a fonctionné de manière expérimentale à l'exposition de 1900 mais le peu de résultats scientifiques et la faillite financière de l'entreprise ont fait que les instruments ont été démantelés.

Les bustes d'Arago

Le grand buste du rez-de-chaussée est signé "Oliva 1860". Celui de l'escalier menant au premier étage est signé "H. Sobre/ d'après P.J. David d'Angers/1872" ; il est en marbre²².

Les caves

Elles ne se visitent pas étant vides et placées sous sécurité du fait des intrusions des cataphiles.

²⁰ Ils sont situés dans les fenêtres Est et Ouest. Des panneaux les présentent.

²¹ Voir lexique

²² Le buste original est au Louvre ; il y est gravé: "A son ami, F. Arago, P.J. David 1839"

De nombreuses expériences ont été effectuées dans ces caves sur la chute des corps, les baromètres, les thermomètres, le magnétisme. Elles sont surtout connues pour la constance de la température ($\sim 13^{\circ}\text{C}$) qui y règne. En 1783, Cassini et Lavoisier y installèrent un thermomètre qui fut observé pendant de nombreuses années.²³ On y placera à partir de 1874 des horloges pilotes pour la diffusion de l'heure nationale.

Lors d'un compte-rendu à l'Académie des Sciences, le 3 septembre 1860, Pasteur expose les expériences qu'il a pu mener sur l'air dans les caves de l'Observatoire de Paris grâce à l'obligeance de Monsieur Le Verrier.

L'escalier

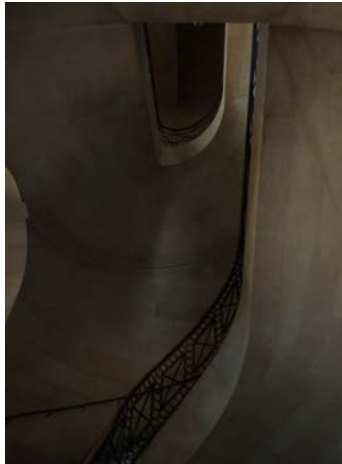


Figure 2 Escalier Bât. Perrault ©Alexia Sagot

Cet escalier en vis de Saint-Gilles est un des chefs d'œuvre de la stéréotomie²⁴, chère aux architectes de l'époque classique. D'après le journal de Cassini, le Roi, qui visita l'Observatoire le 1 mai 1682, parut très satisfait de la beauté du bâtiment et particulièrement de l'escalier.

Points à retenir

- **Les télescopes utilisent des miroirs, fonctionnement d'un télescope**
- **Les premiers miroirs de télescope en verre dus à Foucault**
- **Un puits transperce le bâtiment pour l'étude des parallaxes d'étoiles sans succès**
- **L'Observatoire = gardien et diffuseur de l'heure, propriétaire de l'horloge parlante**

²³ L'histoire de ce thermomètre et des diverses observations de la température a été écrite par Arago

²⁴ Science traditionnelle de la coupe des matériaux employés dans la construction (taille des pierres, art du trait en charpenterie)

Le premier étage

Sur le palier de l'escalier

Gravure commémorant la fondation de l'Observatoire
Sur cette gravure de Sébastien Le Clerc, destinée à célébrer la création de l'Observatoire, par la fenêtre, on voit celui-ci en construction. Au premier plan, on voit Louis XIV et Colbert au milieu des Académiciens des Sciences. À l'origine l'Observatoire était un institut pluridisciplinaire, c'est pourquoi on voit des symboles de divers domaines scientifiques (squelettes, etc.) ainsi qu'un miroir ardent qui était à Saint-Germain²⁵ et qui fait partie des collections de l'Observatoire de Paris.



L'antichambre

A gauche, deux photographies de la Lune datant d'environ 1910, ont été obtenues avec le Grand Equatorial Coudé (cet instrument de 16 m de longueur focale, était situé dans le bâtiment en face de l'Institut d'Astrophysique de Paris), construit en 1889.

Sous les photographies, on voit quelques documents sur Huygens, Cassini, etc. Ils illustrent les découvertes que Cassini a faites sur le Système de Saturne, à l'Observatoire de Paris dès les premières années de son arrivée. L'occasion d'évoquer la sonde Cassini-Huygens lancée en 1997 et qui explore le système de Saturne et qui leur doit son nom.

En face, une gravure de Coquart figure dans l'Atlas curieux De Fer (1705). Cette gravure représente l'Observatoire dans un décor largement imaginaire, comme il était courant à l'époque, à l'exception des moulins à vent qui étaient nombreux.

On voit la grande tour de Marly (40 m de haut) qui faisait partie du premier système de machines hydrauliques destinées à approvisionner Versailles en eau de Seine (ce premier système n'a pas fonctionné). La tour fut transportée à l'Observatoire en 1685, à la demande de J.-D. Cassini pour supporter les objectifs astronomiques qui avaient des focales très grandes (quelques dizaines de mètres) pour éviter les problèmes d'aberration des verres objectifs. Les astronomes travaillaient en posant la lentille sur la terrasse supérieure de l'Observatoire (environ 30 m de haut) ou en haut de la tour où un aide l'orientait. En bas, ils cherchaient sur un écran l'image de l'objet, puis avec un oculaire tenu à la main, ils menaient leurs observations. Seuls Cassini et Huygens²⁶ ont su utiliser à profit ces systèmes de "lunettes sans tuyau".

C'est de cette façon que Cassini a observé Saturne et découvert les 2^e et 3^e satellites²⁷ (Japet et Rhéa) respectivement en 1671 et 1672, la division de l'anneau de Saturne (division qui porte son nom) en 1675 et enfin deux autres satellites, Thétys et Dioné (1684).

Pour observer la Lune, Cassini a employé un instrument plus petit et plus facile d'emploi. Il dessina une grande carte de la Lune qu'il présenta à l'Académie en 1679. Il fallu attendre le 19^e siècle et l'apparition de la photographie pour que la carte de Cassini trouve des rivales.

²⁵ On pourra le voir lors de la visite de la salle Picard.

²⁶ Huygens n'a pas observé à l'Observatoire de Paris, mais rue Vivienne

²⁷ Le premier satellite de Saturne, Titan, a été découvert par Huygens alors dans son pays natal.

De chaque côté de la porte d'entrée, **deux gravures de Pérelle** montrent les abords de l'Observatoire au XVIII^e siècle.

Le bâtiment a été construit sur le lieu-dit du « Grand Regard », ainsi nommé pour l'arrivée de l'aqueduc de Médicis. Paris s'arrête à l'actuel boulevard Port-Royal, et l'Observatoire, hors la ville, est entouré de quelques congrégations - dont l'abbaye de Port-Royal, le noviciat des Oratoriens qui deviendra l'hôpital Saint-Vincent de Paul et le noviciat des Capucins qui deviendra l'hôpital Cochin -, de moulins à vent et de cultures éparses.

L'Observatoire ne sera vraiment absorbé par la ville qu'en 1860, avec le percement du boulevard Arago.

Près de la porte on découvre une horloge à deux cadrans principaux : temps sidéral²⁸ et temps moyen. Le cadran « temps moyen » indique actuellement le temps légal français, lequel correspond au temps atomique ajusté sur le temps de la rotation de la Terre. Le petit cadran à l'intérieur de l'horloge indiquant le temps sidéral permet l'interpolation des secondes : lorsque l'aiguille des secondes de l'horloge du temps moyen (TM) est sur une seconde ronde, celle du temps sidéral (TS) ne l'est pas forcément (en fait, elle n'y est que toutes les 6 minutes environ²⁹). Ce petit cadran donne la fraction de seconde du TS.

La Grande Galerie

Généralités

A l'époque de la construction de l'Observatoire de Paris, le principal thème de recherche est l'astronomie de position, qui consiste à mesurer précisément la position des astres. Cette science, appelée plus tard "astrométrie", a connu récemment des développements nouveaux grâce à la recherche spatiale : le satellite Hipparcos, lancé le 8 août 1989, malgré une orbite "inattendue" (le moteur de mise en orbite géostationnaire ne s'est pas allumé, si bien que le satellite est resté sur son orbite de transfert) a fonctionné plus de 3 ans et a donné une moisson de résultats dont l'exploitation a permis l'obtention de trois catalogues, « Hipparcos » (avec plus de 100 000 étoiles), Tycho (avec plus d'un million d'étoiles) et Tycho 2 publié en 2000 (avec plus de 2,5 millions d'étoiles).

Pour en revenir au Grand Siècle et à l'astrométrie de l'époque, c'est en 1667 que Picard et Auzout construisent le premier quart-de-cercle muni d'une lunette, elle-même pourvue d'un micromètre.

Un musée de l'Observatoire a été fondé par l'Amiral Mouchez en 1879. Dans cette Grande Galerie sont exposés :

- des instruments des expéditions du 18^e siècle (quarts de cercle et le sextant de La Caille)
- des instruments d'observation de la fin du 18^e siècle (deux quarts de cercle de Bird, cercle répétiteur de Borda/Fortin)
- des instruments du 19^e siècle (cercle de Reichenbach, le télescope de Foucault, doté d'un miroir de 20 cm de diamètre, sidérostat de Foucault).

La statue de Jean-Dominique Cassini

Cassini I, accueille le visiteur. La statue, en marbre, date de 1810.

²⁸ Voir lexique

²⁹ TS avance sur TM d'environ 3minutes 56 secondes par jour, soit 0,98 secondes toutes les 6 minutes. Comme il s'agit d'une avance, le sens de rotation s'impose.

Cassini I s'installa à l'Observatoire de Paris en 1669. Bien qu'il n'eut pas le titre de directeur, il fut le premier à diriger l'Observatoire de Paris. Trois générations de Cassini lui succéderont : son fils, son petit-fils et son arrière petit-fils. Les deux derniers, seuls auront le titre de directeur. C'est ainsi que les Cassini règneront sur l'Observatoire pendant plus d'un siècle, de 1671 à 1793.

Télescope grégorien de J. Short

L'instrument est un télescope grégorien à monture équatoriale construit par James Short vers 1753, ayant peut-être appartenu à Pierre-Charles Le Monnier. Son miroir était en bronze comme tous les télescopes avant Foucault.

Carte de la Lune

Cette carte est un montage effectué à partir de quatre beaux clichés de l'Atlas de Lœwy et Puiseux. Ces clichés ont été obtenus au Grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris, autour de 1900.

Lunette de Lerebours

Première lunette terrestre construite en France en 1803 par Lerebours, ayant un objectif de 10 cm possédant un flint et un crown (lunette achromatique³⁰). D'excellente qualité pour l'époque, elle a été utilisée par Napoléon 1^{er} au camp de Boulogne.



Statue de Pierre Simon de Laplace

Eminent spécialiste de la mécanique céleste, après Newton et avant Tisserand et Poincaré. En plus de contributions fondamentales en mathématiques et probabilités, son traité intitulé Mécanique Céleste transforme l'approche géométrique telle que développée par Newton en approche fondée sur l'analyse mathématique. Un des fondateurs du Bureau des Longitudes en 1795 et plusieurs fois président, il n'a pas dirigé l'Observatoire de Paris même s'il a aidé à son fonctionnement notamment par le don d'instruments.

Premier Quart-de-cercle de J. Bird

Acquis par le Bureau des Longitudes parmi les instruments de Le Monnier, ce quart de cercle de John Bird construit vers 1753 est installé en 1799 sur un mur porteur à environ 35 m à l'Est du méridien de Paris. La mire du parc de Montsouris servait à régler l'instrument³¹.

Le quart-de-cercle mural est un instrument d'observatoire ; fixé dans un plan vertical (généralement méridien), il est destiné à la mesure des hauteurs des astres (angle que fait une direction avec le plan horizontal) ; il sert aussi à



³⁰ Voir lexique

³¹ Pilier de pierre avec un croisillon en métal placé sur les hauteurs du Parc de Montsouris. Il servait à colimater (régler) le quart de cercle mural de Bird qui était dans un des cabinets d'observation à l'Est du bâtiment. D'où son décalage par rapport au méridien de Paris.

déterminer les passages (instant où un astre traverse le plan méridien). Ce type d'instrument sera abandonné au XIX^e siècle à cause de son manque de rigidité et de stabilité ; il sera alors remplacé par des cercles entiers, puis des cercles méridiens.

Deuxième Quart-de-cercle de J. Bird

L'un des deux quarts-de-cercle a servi de 1789 à 1799 à Lalande pour l'observation des 50 000 étoiles de son catalogue. Ce quart de cercle, le dernier instrument construit par Bird vers 1774, était installé à l'Ecole Militaire. Il est du même type ou presque que le précédent.



Cercle répétiteur

Ce cercle répétiteur a été construit en 1810 par G. von Reichenbach, un constructeur de Munich et offert par Laplace à l'Observatoire de Paris pour y mener des observations en position de la Lune. Il a été utilisé dans la petite coupole sur le toit du bâtiment.



Sidérostat de Foucault

Foucault avait proposé qu'un sidérostat alimentant un télescope fixe était un bien meilleur instrument qu'un télescope à monture équatoriale avec tous ses problèmes de flexion. Devant l'opposition de Le Verrier, Foucault commença la construction d'un sidérostat personnel. Celui-ci fut terminé après sa mort. On peut y voir un régulateur à ailette de son invention, dispositif qui va équiper tous les entrainements horaires des télescopes et lunettes.



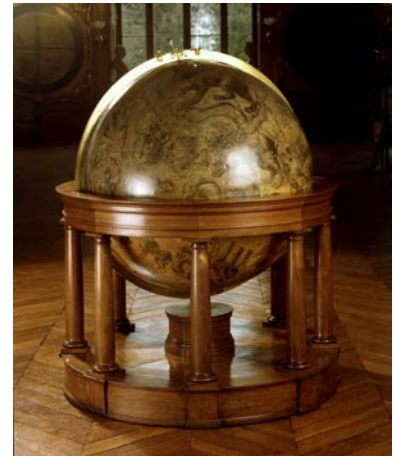
Lentille ardente

Cette lentille utilisée pour des expériences de chimie est probablement de la fin du XVII^e siècle.



Les globes de Coronelli

Ces globes datent de la fin du XVII^e siècle. Coronelli est le plus célèbre facteur de globes à l'époque. Deux autres globes, aussi appelés globes de Marly, qu'il construisit en 1683 à l'intention de Louis XIV, sont les plus connus. De 3,9 m de diamètre, ils sont montés sur des piétements de marbre et de fer, l'ensemble atteignant près de 7 m de haut. Ceux que possède l'Observatoire de Paris sont plus modestes.



Les globes de Passemant

Créés par Passemant au XVIII^e siècle, ces globes se trouvaient à Versailles d'où ils ont été transférés à l'Observatoire de Paris au moment de la Révolution.

Machine à mesurer

Machine construite par Gauthier et servant à mesurer sur les plaques de verre les positions des étoiles photographiées avec la lunette de la Carte du Ciel.

Pantographe stellaire

Appareil servant à reproduire les images stellaires des plaques photographiques de la Carte du Ciel sur des plaques métalliques inaltérables et pouvant être utilisées pour des tirages papiers.

La salle Picard³²

Sextant de Langlois

Ce sextant³³ construit par Langlois en 1730 a été utilisé par La Caille à Paris et au Cap de Bonne-Espérance, en Afrique du Sud.

C'est en 1750 que l'Académie des Sciences envoya l'abbé La Caille au Cap de Bonne Espérance chargé de trois missions :

- participer à une campagne de mesures de parallaxes conjointement avec Lalande à Berlin et Cassini à Paris
- déterminer la longitude terrestre du lieu
- dresser une carte des étoiles de l'hémisphère Sud. La Caille mesura 10 000 étoiles et fit les réductions de 1942 observations pour un catalogue préliminaire qui resta la seule référence pendant un siècle.



Cercle répétiteur imaginé par Mayer et repris par Borda

Construit par Fortin, il permet de mesurer un angle. Il consiste en un cercle gradué porté par un pied qui permet de lui donner toutes les orientations possibles. Il est muni de deux lunettes à réticule destinées à viser les côtés de l'angle à mesurer³⁴. C'est un des cercles répétiteurs utilisé par Delambre et Méchain pour la mesure de méridien nécessaire pour la détermination du mètre.



Télescope de Foucault

Seuls demeurent exposés la monture et l'oculaire de ce télescope de 20 cm de diamètre pour son miroir argenté datant de 1860. C'est le premier télescope fonctionnel à miroir en verre.



³² Régulièrement la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris qui a en charge les ouvrages, les documents, les archives et les instruments historiques, renouvelle le contenu des vitrines de la Grande Galerie et de la Salle Picard et remplace par d'autres les instruments mobiles de petite dimension, ... En général, la Bibliothèque s'appuie sur un événement, une circonstance, un fait remarquable conduisant à montrer aux visiteurs la continuité des recherches sur le site et les aspects actuels du sujet qu'elle retient.

³³ Un sextant est un instrument analogue au quart-de-cercle, mais dont le secteur a une ouverture de 60°

³⁴ Le principe du cercle répétiteur est décrit dans une article de S. Débarbat, repris d'un ouvrage de Tisserand - Les Cahiers Clairaut, n°67, automne 1994

L'horloge astronomique de Pierre Fardoil

Construite vers 1710, son cadran est argenté.

L'horloge astronomique comporte deux cadrans de 24 heures : les heures égales (cadran externe) et les heures inégales (cadran interne). Elle indique également les jours de la semaine, le quantième du mois, les phases de la Lune et la position du Soleil dans le zodiaque. Le système des heures inégales a subsisté, en parallèle aux heures légales, jusqu'au début du XVIII^e siècle. Les jours étaient divisés en 12 heures de jour et 12 heures de nuit, la durée des heures variant selon la saison. Ce système était lié à la vie monastique car les moines devaient faire le même nombre de prières pendant la nuit et le jour. Il a disparu avec le gain de précision des horloges mécaniques. L'éventail indiquant la nuit est entraîné par une came et s'ouvre plus ou moins selon la durée de la nuit en recouvrant le cadran argenté du jour. Les chiffres des heures inégales sont solidaires de cet éventail.

Miroir ardent de Villette

Ce miroir fut fondu et travaillé par Villette de Lyon. Il a un peu plus de 34 pouces (0.93m) de diamètre et 0.98m de foyer. Il est renforcé sur son pourtour par un anneau d'acier. Louis XIV, voulant en voir les effets, le fit transporter à St. Germain et en fut si content qu'il fit donner à Villette 100 pistoles de gratification et ordonna que le miroir fut acheté et placé à l'Observatoire. Ce miroir fut payé 7 000 livres ; il a été essayé à l'Observatoire le 6 avril et en juillet 1680. Il n'a pas d'utilité spécifique en astronomie.



La salle du Conseil



Figure 3 La salle du Conseil ©Alexia Sagot

C'est ici qu'ont lieu actuellement les séances du Conseil d'Administration de l'Observatoire de Paris. Celui-ci est un Grand établissement du Ministère de l'Éducation nationale et de la Recherche. Il est doté de deux conseils : un conseil d'administration et un conseil scientifique.

L'Observatoire de Paris dispose d'un statut d'université ; à ce titre, son Président est membre de la Conférence des présidents d'université. Siège de l'École doctorale d'Astronomie et d'Astrophysique d'Île-de-France dont il possède le premier sceau, l'Observatoire de Paris propose des formations de 3^e cycle, pour certaines uniques en France. Il accueille une centaine d'étudiants en préparation de thèse au sein de ses laboratoires.

Dans le nouveau contexte européen d'harmonisation des formations et des diplômes, il a ouvert à la rentrée 2004 un master «*Sciences de l'Univers et Technologies Spatiales*» (bac+4 et +5) qui offre aux étudiants des universités et aux ingénieurs la possibilité de se spécialiser dans les domaines de l'Astronomie et de l'Astrophysique et des Sciences de l'Espace.

Plafond



Figure 4 Plafond de la salle du Conseil

Le plafond est une allégorie représentant le passage de Vénus devant le Soleil. Il a été peint en 1884 par Dupain, peu après le passage de Vénus en 1882.

Les passages de Vénus sur le disque du Soleil en 1761 et 1769, puis 1874 et 1882, ont été l'objet d'attention de tous les astronomes car leurs observations depuis des points éloignés du globe terrestre permettent de déterminer les dimensions du Système Solaire par la méthode des parallaxes³⁵. Des centaines d'astronomes de toute nationalité ont voyagé pour participer à ces efforts communs. Les astronomes ont maintenant des moyens plus fiables pour connaître le Système Solaire (télémétrie radar et sondes spatiales). Les passages de 2004 et 2012 ont fait l'objet de colloques internationaux sur le Système solaire.

Autour de la salle, outre le portrait de Louis XIV (copie du tableau qui se trouve à Versailles), on peut voir³⁶ les portraits d'un certain nombre de ceux qui se sont trouvés à la tête de l'Etablissement³⁷ :

- Jean-Dominique Cassini*, dit Cassini I (1625 - 1712)
- André Danjon (1890 - 1967)
- Benjamin Baillaud (1848 - 1934)
- Joseph Jérôme Lefrançais de Lalande* (1732 - 1807)
- Henri Deslandres (1853-1948)
- Jean-Baptiste Delambre (1749-1822)
- Maurice Lœwy (1833-1907)
- Alexis Bouvard (1767-1843)
- Pierre-Simon de Laplace (1749-1827)
- Pierre-François-André Méchain (1744-1804)

³⁵ Voir lexique

³⁶ En partant sur la gauche de Louis XIV

³⁷ La liste chronologique des directeurs et présidents de l'Observatoire de Paris est donnée en annexe.

Le portrait a été offert en 1882 par son petit-fils Achille Moisson. Il est mentionné "1744-1805". En réalité, Méchain est mort en 1804. L'erreur est due à Delambre qui date de l'an 13 (et non 12) la mort de Méchain (tome 1 de la *Base du système métrique décimal*, page 96, paru en 1806). Erreur de Delambre ou coquille de l'imprimeur ?

- Ernest Barthélémy Mouchez* (1821-1892)
- Félix Tisserand (1845-1896)
- François Arago* : (1786-1853)

Sa première mission (prolongement de la méridienne jusqu'aux Baléares) est un véritable roman d'espionnage et de cape et d'épée

- Charles-Eugène Delaunay (1816-1872)
- Urbain-Jean-Joseph Le Verrier* : (1811-1877)
Il dirigea l'Observatoire à deux reprises.

Points à retenir

- **Un observatoire au sud de Paris**
- **Les lunettes sans tuyau et la découverte du système Solaire**
- **Les quarts de cercle et l'astronomie de position**
- **Les globes et autres objets de cour**
- **Les passages de Vénus et les dimensions du Système Solaire**

La façade Sud du bâtiment Perrault



Figure 5 Façade sud du bât. Perrault ©Alexia Sagot

La terrasse a été pavée en 1844, de plain-pied avec la galerie du premier étage. Les bas-reliefs de F. Temporiti de la façade Sud du bâtiment Perrault représentent des globes et des instruments d'astronomie et de géodésie. Ils datent de la construction de l'Observatoire de Paris.

Le bâtiment de la Carte du Ciel



Figure 6 Bât. de la carte du ciel © J. Mouette

Posséder des cartes du ciel précises était l'une des grandes préoccupations des astronomes du XIX^e siècle.

L'amiral Mouchez, enthousiasmé par les résultats obtenus par les frères Henry avec un objectif de 34 cm d'ouverture et de 3,43 m de longueur focale de leur fabrication, fait inviter en octobre 1886 par l'Académie des Sciences une cinquantaine de savants de 16 nations à une conférence internationale pour étudier l'opportunité de "la construction d'une carte du ciel par la photographie". Le Congrès se tient à Paris du 16 au 27 avril 1887.

L'entreprise de la Carte du Ciel, c'est dix millions d'étoiles, 40 000 clichés, 5 000 cartes photogravées et plus de 2 millions d'heures de relevés et de calculs. Le but était d'obtenir une description homogène et complète du ciel.

L'entreprise, qui dura un siècle (1887 - 1970), présente deux caractères intéressants:

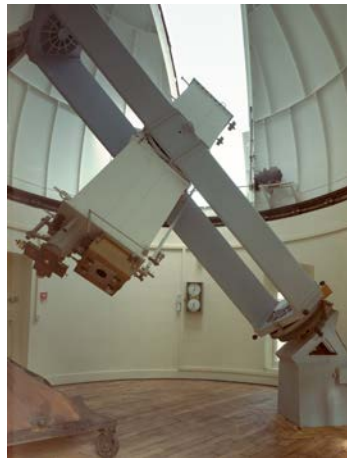
- c'est la promotion de la photographie³⁸ au rang de technique scientifique
- c'est le premier exemple de coopération internationale ;

Le Congrès de 1887, qui lança l'opération, décida que l'on ferait en même temps que la Carte du Ciel, où les étoiles seraient photographiées jusqu'à la 14^e magnitude, un Catalogue destiné à donner les positions précises des étoiles jusqu'à la 11^e magnitude.

Le travail fut réparti entre 18 Observatoires, chacun ayant à sa charge une zone déterminée de la sphère céleste³⁹. Un Comité international permanent fut institué ; il se réunit à Paris en 1889, 1891, 1896, 1900 et 1909.

On peut sans doute dire que c'est seulement aujourd'hui que cette entreprise donne des résultats scientifiques : en comparant les positions d'étoiles sur les clichés de la Carte du Ciel et ceux déterminés à partir des données du satellite HIPPARCOS, il est possible de déduire les mouvements propres de ces objets.

Dans ce bâtiment, on peut voir **l'équatorial de la Carte du Ciel**



Construit par Paul Gautier, il a une monture à berceau très stable, dite anglaise. Il comprend deux lunettes accolées : l'une, photographique, est munie d'un objectif de 33 cm d'ouverture et de 3,44 m de longueur focale, ainsi que d'un châssis porte-plaque carré ; l'autre, visuelle, muni d'un objectif de 19 cm d'ouverture et de 3,60 m de longueur focale, sert au pointage et au contrôle de l'entraînement. Les deux objectifs ont été taillés par les frères Henry.

Cet instrument a été mis en service le 17 avril 1885. Il fut le prototype de 18 instruments qui ont servi aux observations pour la Carte du Ciel. Il a été de nouveau utilisé en 1950 pour l'observation d'étoiles déjà observées autour de 1900, puis pour des prises de clichés de la Lune sur champ d'étoiles.

Il a été restauré en 1886 et muni d'un entraînement en temps sidéral et en temps moyen automatique.

La lunette méridienne

L'instrument de base de l'astronomie de position est l'instrument méridien qui a pris le relais des quarts-de-cercle muraux et des cercles entiers. Une lunette mobile autour d'un axe horizontal Est-Ouest permet d'enregistrer l'instant du passage d'un astre dans le plan méridien ; elle est associée à deux cercles divisés dont la lecture, à l'aide de microscopes fixes, fournit le terme principal de la hauteur de la visée au-dessus de l'horizon, après que la direction de la verticale ait été repérée.

³⁸ La photographie est née officiellement le 7 janvier 1839 lorsqu'Arago présenta à l'Académie des Sciences l'invention de Niepce et Daguerre. C'était l'aboutissement de recherches commencées par Niepce dès 1813. L'invention fut connue sous le nom de daguerréotype

³⁹ La zone comprise entre les déclinaisons +17° et +25° fut attribuée à l'Observatoire de Paris

Construit en 1876 par Eichens et offert par Raphaël Bischoffsheim (fondateur de l'Observatoire de Nice), cet instrument fut installé en 1877 Il est muni d'un objectif de 19 cm d'ouverture et de 2,32 m de longueur focale. Il a deux cercles divisés de 1 m de diamètre pour les mesures de déclinaison et il est retournable.

En 1934, il a été équipé d'un micromètre impersonnel de Prin, avec entraînement automatique et pointeur pour les mesures de déclinaison.

Cette lunette a été utilisée pendant près d'un siècle, principalement pour l'élaboration de catalogues d'étoiles. A son tour, il a cédé la place aux cercles méridiens équipés de micromètres photoélectriques, de nos jours avec CCD (dispositif à transfert de charge).

Par ailleurs, le satellite Hipparcos, a fourni trois catalogues de positions et de photométrie d'étoiles Hipparcos, Tycho et Tycho 2. Enfin, deux catalogues spatiaux, combiné avec le catalogue de la Carte du Ciel, ont fourni des mouvements propres d'étoiles de grande précision. Occasion d'évoquer le projet GAIA.

GAIA : Gaia est un ambitieux projet spatial d'étude de notre Galaxie dont le lancement est prévu mi-2013. Sa vocation première est le recensement de plus d'un milliard d'étoiles de la Voie Lactée et la mesure de leurs positions, distances, mouvements et propriétés physiques avec une précision inégalée, permettant ainsi une étude détaillée de la structure en trois dimensions de la Galaxie, de sa cinématique, de son origine et de son évolution. Gaia recensera et mesurera également un très grand nombre de naines brunes, planètes extrasolaires, d'astéroïdes, en particulier de géocroiseurs, de supernovae et de galaxies, et apportera une contribution majeure à la détermination de l'échelle des distances extragalactiques ainsi qu'à la physique fondamentale. L'Observatoire de Paris, à travers le GEPI, est fortement impliqué dans cette mission.

Point à retenir

- **La première grande entreprise astronomique internationale**
- **Première utilisation de la photographie pour l'astrométrie**
- **10 millions d'étoiles, 40 000 clichés, 5000 cartes, 2 millions d'heures de travail, presque 1 siècle d'entreprise**
- **Le fonctionnement de la lunette méridienne**
- **L'astrométrie et les catalogues d'étoiles**

Le deuxième étage : la salle Cassini

La visite de l'étage supérieur est consacrée à la salle Cassini⁴⁰, rénovée en 1984.

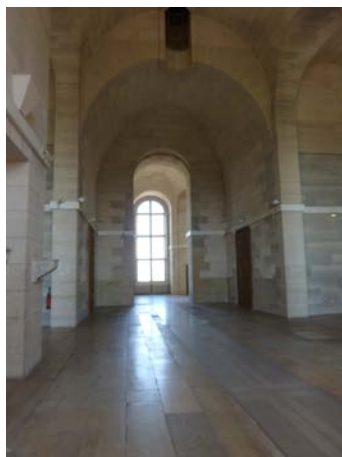


Figure 7 Salle Cassini © Alexia Sagot

Comme le bâtiment à son origine, l'axe de symétrie de cette salle est le Méridien de Paris défini le 21 juin 1667. C'est une **salle méridienne** : une lentille placée dans le gnomon (ouverture en haut sur le mur Sud) forme l'image du Soleil à midi vrai local en comptant le méridien : l'image se déplace du Nord de la salle en hiver au Sud en été. La distance entre deux positions extrêmes permet de mesurer l'obliquité de l'écliptique⁴¹. Il y a deux graduations, l'une angulaire avec la hauteur du Soleil par rapport au plan de l'équateur, l'autre linéaire avec des parties de hauteur du gnomon. L'échelle linéaire a été établie d'après la longueur du pendule battant la seconde à Paris, qui est très voisine d'un mètre.

La méridienne

Cette méridienne a été réalisée en 1729 sous l'autorité de Jacques Cassini, l'un des fils de Cassini I, corrigeant légèrement l'ébauche tracée par ce dernier. Elle est composée de 32 règles de laiton, chacune ayant 3 pieds 0 pouce 8 lignes de longueur⁴², 20 lignes de largeur et 3 lignes d'épaisseur. Dans un mémoire à l'Académie des Sciences daté de 1732, Jacques Cassini indique : "Pour placer ces règles de cuivre sur la méridienne, de manière qu'elles ne puissent point changer de situation, j'ai fait construire des bandes de marbre blanc de 6 pouces de largeur sur 2 d'épaisseur. La longueur de chaque bande de marbre que l'on devait poser d'un côté de la ligne, a été faite précisément égale à la longueur de chaque règle de cuivre... Après que la ligne méridienne a été entièrement achevée, on a fait poser à l'endroit des solstices, et vis-à-vis l'entrée du soleil dans chaque signe du zodiaque, des marbres d'un pied 6 pouces 4 lignes de longueur, et d'un pied 0 pouce 4 lignes de largeur, pour y graver la figure de ces signes et les rendre plus remarquables..."

⁴⁰ Elle mesure 33 m de long et 11 m de haut

⁴¹ Voir lexique

⁴² 1 pied = 0,3248 mètre ; 1 pouce = 2,707 centimètres ; 1 ligne = 2,256 millimètres

La terrasse supérieure de l'Observatoire de Paris était plate à l'origine, et la salle Cassini ne comportait pas de piliers. D'après Charles Perrault "Pour avoir fait cette pièce trop grande, la voûte s'est fendue, de même que le massif, et il a fallu raccommoder et la voûte et la chape de ciment au-dessus... il y aura apparemment toujours quelque chose à faire à cette voûte".

À la fin du 18^e siècle, la terrasse fuyait et les infiltrations d'eau menaçaient de faire écrouler la voûte de la salle Cassini. On a demandé à une commission de trois architectes dont Soufflot vers 1780 de nouveaux plans pour le toit, ce qui a nécessité l'ajout de deux piliers dans la salle Cassini. La restauration a été terminée en 1784.

Selon Charles Perrault⁴³, la salle Cassini "n'a jamais servi à aucune des observations auxquelles on la jugeait nécessaire". Les journaux d'observations ne manquent pourtant pas d'exemples d'observations depuis les fenêtres de la salle, par les Cassini, Maraldi, La Hire.

Au cours des siècles, elle a abrité de nombreuses expériences, notamment celle de Foucault qui y a installé la deuxième version de son fameux **pendule** (il était suspendu dans le puits zénithal). Le pendule oscillant dans un plan fixe (plan galiléen), la rotation de la terre est visible autour de ce plan. La démonstration faite aux académiciens dans cette salle en 1851 précède celle qu'il fait au Panthéon et qui le rendit célèbre.

Cette salle a été le lieu de diverses expériences sur la lumière. A la suite des travaux d'Arago sur la **polarisation**⁴⁴ de la lumière et sur la **diffraction**⁴⁵ par Fresnel puis les travaux communs de Fizeau et Foucault sur la **réfraction**, Fizeau tentera de démontrer définitivement que la lumière est une **onde**. Léon Foucault le devancera de peu en 1850, travaillant dans sa maison rue d'Assas.

Nommé Physicien de l'Observatoire en 1855, Foucault a également mesuré la **vitesse de la lumière** dans cette salle (avec un miroir tournant fabriqué par Froment), Fizeau ayant quelques années auparavant réalisé la première mesure terrestre de cette vitesse entre les collines de Suresnes et Montmartre (avec une roue dentée).

De 1926 jusqu'à sa restauration en 1984, elle abritait un atelier de polissage optique. De cet atelier restent deux polissoirs dont celui du miroir de 1m93 installé à Saint Michel de Haute-Provence.

Point à retenir

- **La méridienne de Cassini**
- **Les expériences sur la nature de la lumière**
- **Le calcul de la vitesse de la lumière**
- **Le pendule de Foucault**

⁴³ Claude ayant laissé très peu d'écrit, c'est son frère Charles qui nous a transmis le plus de témoignages et avis.

⁴⁴ Voir lexique

⁴⁵ Voir lexique

La terrasse supérieure

Initialement, cette terrasse était plate afin de pouvoir y installer les instruments portatifs des astronomes. Son aspect actuel est le résultat de la restauration de 1784.

La vue panoramique



Figure 8 La vue panoramique ©Pascal Blondé

- **Côté Ouest** : en arrière-plan, la Tour Eiffel, les Invalides, puis se rapprochant la tour Montparnasse. Proche de l'Observatoire se trouvent l'hôpital Saint-Vincent de Paul à l'origine noviciat oratorien. On peut également admirer la Maison du Fontainier datant de Louis XIII et donc antérieure à l'Observatoire et donnant le nom au lieu-dit : Le Grand Regard. C'est en effet le 27^{ème} et dernier regard sur l'arrivée d'eau potable par l'aqueduc d'Arcueil. Le 26^{ème} regard, plus modeste, est situé dans les jardins de l'Observatoire.
- **Au Nord** : le Palais du Luxembourg et Montmartre
- **Légèrement Nord-Est** : Beaubourg, la Sorbonne (et son dôme où la Société astronomique de France organise des séances d'observation), le Panthéon (où eut lieu la troisième expérience de pendule par Foucault*), le Val-de-Grâce
- **A l'Est** : la tour "Zamansky" du campus de Jussieu, et à sa droite le rocher des singes du zoo de Vincennes. De ce côté, au pied de l'Observatoire, l'hôtel de Massa, attribué à la Société des Gens de lettres par Edouard Herriot en 1927, amputant ainsi le territoire de l'Observatoire d'une superficie de 2 800 m. Cet hôtel avait été construit en 1784 sur les Champs-Élysées ; il fut transporté pierre par pierre sur le terrain actuel
- **Sud-Est** : la prison de la Santé et les tours du 13^e arrondissement
- **Au Sud/Sud-Ouest**, la vue est plus locale : les jardins de l'Observatoire, le vieux bâtiment du Grand équatorial coudé, l'IAP, les ateliers d'artistes (les bâtiments étaient les anciennes écuries du relais des Messageries à destination d'Orléans dont l'exploitation cessa vers 1850 avec l'avènement du chemin de fer.

La coupole Arago



Figure 9 Coupole Arago ©Pascal Blondé

La coupole a été construite en 1846 d'après un projet établi par A. de Gisors, architecte de l'Observatoire, accepté par le Ministre, secrétaire d'Etat des Travaux publics, le 10 mars 1846. Entièrement en cuivre, elle a été abîmée par une restauration malheureuse.

Cette coupole abrite une lunette équatoriale à monture allemande, construite par Brünnner, dont l'objectif de 38 cm de diamètre et de 9 m de focale est dû aux frères Henry* (un premier objectif de Lerebours avait eu des déboires : il s'était dégradé et montrait de petites fissures). Commandée par Arago et devant être par ses dimensions la plus grande lunette de l'époque, elle ne fut réalisée qu'après sa mort et installée avec sa monture dans la coupole en 1859. Elle pivote autour de deux axes :

- axe horaire qui est parallèle à l'axe de rotation terrestre.
- axe des déclinaisons.

L'objectif actuel n'a été installé qu'en 1883 et le tube en bois remplacé par le tube actuel en métal.

Cette lunette repose sur une armature de poutres métalliques ancrée sur la paroi circulaire de la tour. Cette structure, datant des années 1850, est classée car c'est l'une des dernières structures boulonnées fabriquées en France.

Cette lunette a servi pendant plus d'un siècle, notamment aux observations de comètes, de petites planètes, ainsi qu'aux occultations d'étoiles par la Lune et aux mesures portant sur les étoiles doubles. Elle est encore utilisée de nos jours par des chercheurs de l'IMCCE pour des observations de phénomènes mutuels des satellites de planètes, notamment de Jupiter. Elle est également employée pour des travaux pratiques par des étudiants de Master de l'Observatoire de Paris.

Texte sur les autres sites d'observation etc.

Point à retenir

- Un grand instrument pour l'Observatoire de Paris
- La monture équatoriale

Lexique

Aberrations optiques : Les aberrations optiques (chromatiques et géométriques) laissent seulement une très petite portion centrale de l'objectif utilisable. Allonger la focale minimise ces défauts. Les lunettes achromatiques, avec une lentille composée d'un crown et d'un flint, sont exemptes d'aberration chromatique.

Aberration de la lumière : En 1730 l'astronome anglais James Bradley a découvert le phénomène d'aberration de la lumière. Elle est définie comme étant la divergence angulaire entre la position apparente d'un astre et sa position réelle à l'instant de l'observation. Pratiquement, son calcul tient compte des mouvements relatifs de l'astre et de la terre (mouvement rotatif diurne de la Terre, son déplacement orbital autour du Soleil, et celui du système solaire dans la Galaxie)

Bien que ces mouvements s'effectuent à des vitesses 500 fois inférieures à celle de la lumière, ils suffisent à provoquer un décalage apparent pouvant atteindre 20,47 secondes d'arc, maximal appelé constante d'aberration.

Parallaxe : La parallaxe est la conséquence du changement de position de l'observateur (un point sur la Terre) sur l'observation d'un objet (une étoile).

Déterminer la parallaxe stellaire (un angle) permet de calculer la distance qui nous sépare des étoiles. Plus l'astre considéré est proche, plus son changement apparent de direction lié au déplacement de l'observateur est important.

Les astronomes du XVIII^e siècle et du début du XIX^e ont longuement cherché à mettre en évidence pour les étoiles, cet effet géométrique à titre de confirmation du système héliocentrique de Copernic. La parallaxe du Soleil et celles des planètes sont mesurées au cours des XVII^e et XVIII^e siècles. La première mesure de la parallaxe d'une étoile a été publiée en 1838 par l'allemand Friedrich Wilhelm Bessel.

Temps sidéral : De la même façon que le jour solaire moyen correspond (à l'origine) à la durée moyenne séparant deux passages successifs du Soleil au méridien, le jour sidéral correspond à la durée moyenne séparant deux passages successifs d'un point donné de la voûte céleste au méridien.

Ces durées sont différentes. Le jour sidéral correspond au temps que la Terre met pour faire un tour sur elle-même soit 23h 56m 04s environ. Le jour solaire est un peu plus long car pour que le Soleil soit à nouveau au méridien du lieu d'observation, la Terre doit effectuer plus d'un tour sur elle-même afin de compenser le petit déplacement qu'elle a effectué le long de son orbite autour du Soleil. Ce temps varie de 23 h 59 min 39 s à 24 h 0 min 30 s en fonction de la position de la Terre par rapport au Soleil.

La différence entre le jour solaire et le jour sidéral correspond à 24h par an : il y a environ 365.25 jours moyens dans une année, et 366.25 jours sidéraux sur la même période, ce qui fait que le temps sidéral et le temps local coïncident une fois par an (par convention, à l'équinoxe de printemps). Le temps sidéral est défini localement (il n'est pas le même à Paris et à Greenwich, la différence entre les deux étant donnée par l'écart de longitude entre les deux lieux).

En fait, le temps sidéral n'est pas à proprement parler d'une échelle de temps, mais plutôt un angle qui mesure l'orientation du méridien local par rapport à la voûte céleste : en lisant le temps sidéral, on sait quelle région du ciel est visible. Les cartes du ciel repèrent la position des astres à l'aide de ce même angle (coordonnée d'ascension droite), ce qui permet à tout instant de calculer l'angle entre le méridien local et un astre donné. C'est la raison pour laquelle l'affichage du temps sidéral dans les coupes était une nécessité tant que le pointage des instruments s'est fait manuellement.

Sidérostat : Instrument mécanique dont le système assure le suivi d'astre pour un renvoi d'image toujours dans la même direction. Il permet d'utiliser de grands instruments fixes, réduisant ainsi les coûts et les difficultés techniques. Si l'héliostat est connu depuis le milieu du XVIIIe siècle, Léon Foucault l'améliore - notamment avec un très bon miroir plan - et l'appelle « sidérostat ».

Obliquité de l'écliptique : L'inclinaison de l'axe ou obliquité est une grandeur qui donne l'angle entre l'axe de rotation d'une planète (ou d'un satellite naturel d'une planète) et une perpendiculaire à son plan orbital.

Cet axe de rotation n'est jamais perpendiculaire au plan orbital de la planète, mais incliné d'un certain angle, très variable suivant les planètes du système solaire.

Par simplification de langage, on assimile parfois inclinaison de l'axe et inclinaison de l'écliptique. On parle aussi d'obliquité de l'écliptique.

Polarisation : La lumière est composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Un polariseur bloque une partie de la composante électrique, selon une certaine orientation. Un autre polariseur (analyseur) permet de détecter la polarisation de la lumière. Arago met au point le polariscope qui lui permet de déterminer la nature gazeuse de la surface du Soleil.

Diffraction et réfraction : La diffraction est le comportement des ondes lorsqu'elles rencontrent un obstacle qui n'est pas totalement transparent (diffraction par un trou ou par une fente). La réfraction est la déviation (et changement de vitesse) de la lumière quand elle passe d'un milieu transparent à un autre. Ces deux phénomènes ne sont explicables que par la nature ondulatoire de la lumière.

Les différents directeurs ou présidents de l'Observatoire de Paris

1671 - 1712 : Jean-Dominique Cassini, Cassini I *
1712 - 1756 : Jacques Cassini, Cassini II
1756 - 1784 : César-François Cassini, dit Cassini de Thury, Cassini III
1784 - 1793 : Jean-Dominique Cassini, Cassini IV

Directeurs délégués du Bureau des longitudes

1793 - 1795 : Alexis Bouvard / Perny
1795 - 1800 : Joseph Jérôme Lefrançais de Lalande *
1800 - 1804 : Pierre-François-André Méchain
1804 - 1822 : Jean-Baptiste Joseph Delambre
1822 - 1843 : Alexis Bouvard
1843 - 1853 : François Arago *

Directeurs de l'Observatoire

1854 - 1870 : Urbain J.-J. Le Verrier *
1870 - 1872 : Charles-Eugène Delaunay
1873 - 1877 : Urbain Le Verrier *
1878 - 1892 : Ernest Barthélemy Mouchez *
1892 - 1896 : François-Félix Tisserand
1897 - 1907 : Maurice Lœwy
1908 - 1926 : Benjamin Baillaud
1927 - 1929 : Henri Deslandres
1929 - 1944 : Ernest Esclangon *
1945 - 1963 : André Danjon
1963 - 1968 : Jean-François Denisse
1968 - 1970 : Jean Delhaye

Présidents de l'Observatoire

1970 - 1971 : Jean Delhaye
1971 - 1976 : Raymond Michard
1976 - 1981 : Jacques Boulon
1981 - 1990 : Pierre Charvin
1990 : Yvette Avignon par interim
1991 - 1999 : Michel Combes
1999 - 2003 : Pierre Couturier
2003 - 2011 : Daniel Egret
2011 - : Claude Catala

* une courte biographie est présentée dans les pages suivantes, par ordre chronologique.

Nicolas COPERNIC

1473 - 1543

Né le 14 février 1473 à Torun (Pologne).

Part en 1491 étudier à l'université de Cracovie.

Son oncle, évêque de Warmie, l'envoie en 1497 à Bologne pour y étudier le droit canon.

En 1500, il séjourne à Rome.

A l'automne 1501, il se rend à Padoue pour étudier la médecine.

De revolutionibus orbium cœlestium est terminé vers 1530, mais ne paraît qu'en 1543 à Nuremberg.

C'est Copernic qui met la Terre en mouvement :

- les planètes, y compris la Terre, tournent autour du Soleil
- Copernic munit la Terre d'un mouvement de rotation sur elle-même, d'Ouest en Est: le mouvement diurne.

Copernic n'est pas le premier à avoir eu l'idée d'une Terre en mouvement. Il a été précédé notamment :

- vers le 5^e siècle avant J.C., par Philolaos
- vers le 3^e siècle avant J.C., par Aristarque de Samos

GALILEE

1564 - 1642

Né le 15 février 1564.

21 août 1609 : il présente au Sénat vénitien une lunette de bonne qualité.

Les lentilles en verre étaient employées à corriger la vue depuis le 13^e siècle. A la fin du 16^e et au début du 17^e, l'invention de la lunette d'approche a été faite et des lunettes ont été vendues à tel ou tel seigneur de guerre... mais, c'était déjà secret militaire.

Janvier 1610 : il devient le premier homme à tourner une lunette vers le ciel.

Sidereus Nuncius annonce ses premières découvertes :

- observation des reliefs de la Lune et mesure de la hauteur des montagnes d'après leur ombre portée
- phases de Vénus
- découvertes des 4 principaux satellites de Jupiter
- observation de taches solaires: les observant pendant tout l'été 1612, il en détermine la rotation du Soleil sur son axe.

1616 : le système héliocentrique est déclaré hérétique par le Saint-Office

1631 : *Dialogo dei Massimi Sistemi* dans lequel il pourfend les idées anciennes.

23 juin 1633 : il est condamné à abjurer ses erreurs, ainsi qu'à une peine de prison à vie, commuée en assignation à résidence.

1638 : *Dialoghi delle Nuove Scienze*

Jean-Dominique CASSINI - CASSINI I

1625 - 1712

Né en 1625 en Italie.

Il fait des études de lettres, de théologie et de jurisprudence ; sa curiosité intellectuelle le pousse vers la poésie, l'étude des mathématiques et de l'astronomie.

1650 : il est nommé professeur d'astronomie à l'université de Bologne

1663 : il est nommé superintendant des fortifications et entre au service du Pape

1668 : il devient membre correspondant de l'Académie des Sciences

4 avril 1669 : il arrive à Paris

Septembre 1671 : il s'installe à l'Observatoire de Paris dans l'appartement préparé pour lui et commence ses travaux d'observation et de recherche

Avril 1673 : il est naturalisé français

Il meurt en 1712.

Joseph-Jérôme LEFRANÇAIS de LALANDE 1732 -1807

1751-1752 : détermination de la distance de la Lune

1752 : membre adjoint de l'Académie des Sciences

Il prédit le retour de la comète de Halley pour le 15 avril 1759 ; le périhélie a lieu le 13 mars 1759

1760 : il entre au Collège de France

1761/1769 : détermination de la distance Soleil-Terre

Son neveu et ses collaborateurs réalisent un catalogue de 50 000 étoiles dont les positions sont publiées en 1847

1764 : *Traité d'astronomie* (1ère édition)

1785 : *L'astronomie des dames*

Il fait connaître les découvertes astronomiques grâce aux journaux. En effet, l'astronomie constitue pour lui un moyen de faire reculer les préjugés

François, Dominique, Jean ARAGO⁴⁶

1786 - 1853

Né le 26 février 1786 à Estagel dans le Roussillon

1803 : entre à l'Ecole Polytechnique

1805 : il est envoyé avec Biot en Espagne pour y prolonger la méridienne de France

2 juin 1808 : il est arrêté par les "Mayorquins", suite à la guerre d'Espagne qui vient d'éclater entre la France et l'Espagne.

28 juillet 1808 : il s'échappe de la prison et débarque à Alger le 1 août 1808.

8 août 1808 : il embarque sur un bâtiment algérien (la frégate Tre Fratelli) qui part pour Marseille. Celui-ci est capturé par des corsaires espagnols et Arago, ramené en Espagne, y est de nouveau incarcéré.

Fin 1808 : il est libéré et s'embarque de nouveau pour Marseille. Mais le navire se déroutera sur Bougie, et c'est déguisé en bédouin qu'Arago gagne Alger.

2 juillet 1809 : il atteint finalement Marseille, après avoir échappé à une croisière anglaise.

1809 : il succède à Lalande à l'Académie des Sciences (il est élu par 47 voix sur 52 votants)

1816 - 1840 : coéditeur avec Gay-Lussac des *Annales de Chimie et de Physique*

1830 : il devient Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences⁴⁷

7 janvier 1839 : il présente à l'Académie des Sciences le principe du daguerréotype⁴⁸

1845 : il obtient avec Fizeau le premier daguerréotype du Soleil

15 mars 1847 : il présente à l'Académie les prismes construits par M. Soleil ; placés devant l'oculaire d'une lunette, ces prismes donnent 2 images du même objet. Ce système a permis de mesurer les diamètres de Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne et Uranus.

Ministre de la marine et de la guerre en 1848, c'est lui qui signera le décret abolissant l'esclavage dans toutes les colonies françaises.

1853 : décès d'Arago à l'Observatoire de Paris.

1854 - 1857 : *L'astronomie populaire*, ouvrage remarquable de vulgarisation, paraît de manière posthume

⁴⁶ Il est des récits d'aventure. Il est des récits de science. Arago propose le mélange étonnant d'un récit d'aventure scientifique.

⁴⁷ Arago rendit publiques les séances de l'Académie. Il créa les "Comptes rendus" des séances.

⁴⁸ Le daguerréotype est le procédé primitif de la photographie ; par ce procédé, l'image de l'objet était fixée sur une plaque métallique.

Les activités politiques de François Arago

Septembre 1830 : Arago est élu au Conseil général de la Seine. Il en sera président (peut-être deux fois) à des dates non connues. Il démissionne en 1849 ; à cette occasion, le Conseil général précédé du Préfet de la Seine vint à l'Observatoire.

1831 : candidature à la députation dans le 12^e arrondissement (celui de l'Observatoire) et à Perpignan. Elus aux deux, il choisit Perpignan. La Chambre se réunit pour la première fois le 25 juillet 1831. En avril (?), il s'empigne avec Thiers et en novembre, il propose la création de 10 écoles d'arts et métiers.

1846 : la Chambre est dissoute par Guizot. Arago se présente dans les trois arrondissements des Pyrénées orientales. Le 2 août, il est élu partout.

24 février 1848 : proclamation du gouvernement provisoire comprenant Lamartine, Ledru-Rollin, Arago, Dupont (de l'Eure), Marie, Garnier-Pagès et Crémieux. Arago qui est à l'Observatoire est prévenu par son fils Emmanuel.

25 février 1848 : le Ministère est constitué ; Arago est à la Marine. La Chambre est dissoute.

Avril 1848 : Arago est élu député de Paris, 3^e sur 34 dans l'ordre du nombre de voix obtenues.

9 mai 1848 : l'Assemblée décide de créer une commission exécutive de 5 membres qui, à la place d'un président, nommera les ministres. Arago est celui des 5 qui obtient le plus de voix ; il devient président de la commission.

24 juin 1848 : tout est fini ; Cavaignac prend le pouvoir.

12 novembre 1848 : Arago fait partie de la commission chargée de promulguer la Constitution.

9 décembre 1848 : Arago est en tête de la liste des membres du Conseil d'Etat provisoire.

1849 : Arago est réélu à Perpignan

N.B. Depuis 1840, il est plus ou moins malade ; il meurt en 1853.

Léon FOUCAULT

1819 - 1868

Né le 18 septembre 1819

1844 : adapte un arc à charbon sur un microscope afin d'éliminer l'éclairement erratique d'une lampe à gaz

1845 : avec Fizeau, il obtient la première photographie daguerréotype du Soleil (en 1841, Fizeau avait découvert que la vapeur de brome sensibilisait les plaques de daguerréotype ; Foucault avait trouvé une méthode pour une application uniforme du produit).

1850 : il démontre, utilisant un miroir tournant, que la vitesse de la lumière est supérieure dans l'air par rapport à l'eau

1851 : - première expérience avec un pendule de 2 m dans la cave de sa maison ; cela le conduit à faire une communication à l'Académie des Sciences le 3 février 1851
- deuxième expérience avec un pendule de 11 m dans la salle Cassini
- troisième expérience au Panthéon avec un pendule de 67 m

Il matérialise ainsi la rotation de la Terre par une expérience de laboratoire (depuis Galilée et Newton, les savants cherchaient comment en réaliser une).

1852 : il invente le gyroscope

1854 : il est recruté à l'Observatoire de Paris, alors dirigé par U. Le Verrier

1855 : il répète l'expérience du pendule à l'Exposition Universelle de Paris

1857 : il présente son télescope à l'Académie des Sciences (diamètre de 10 cm, focale de 50 cm), télescope dans lequel le miroir est en verre argenté. Plusieurs de ses miroirs sont montés sur coussin d'air. L'observateur soufflait dans le coussin au moyen d'un tuyau muni d'un robinet. Ainsi, par une "optique active", il corrige les déformations du miroir.

Il met au point des méthodes de tests de la qualité optique des miroirs (dont la méthode du couteau, connue sous le nom de "foucaultage"). Il met également au point une méthode de polissage par retouches locales.

1859 : il publie un mémoire sur la construction des télescopes en verre argenté.

1862 : - il termine son plus grand télescope qui a miroir de 80cm de diamètre. Deux ans plus tard, ce télescope est installé à l'Observatoire de Marseille⁴⁹ pour profiter du meilleur climat du Midi

- utilisant un miroir tournant, il mesure la vitesse absolue de la lumière. Sa valeur confirme la prédiction de Le Verrier faite à partir d'une analyse des mouvements dans le système solaire.

1868 : il meurt à Paris, le 11 février.

⁴⁹ où il est toujours possible de le voir aujourd'hui

Urbain J.-J. LE VERRIER

1811 - 1877

Né le 11 mars 1811

Janvier 1846 : il succède à Cassini IV, décédé en 1845, à l'Académie des Sciences

31 août 1846 : il publie les éléments de l'orbite d'une planète hypothétique supposée produire les perturbations observées sur la position d'Uranus et en fournit une position.

23 septembre 1846 : l'astronome berlinois Galle observe l'objet prédit, à moins de 1 degré de la prédiction.

26 janvier 1852 : il est nommé sénateur

A côté de ses recherches astronomiques, Le Verrier créa le "Service météorologique"⁵⁰

1861 : l'analyse des mouvements planétaires conduit Le Verrier à estimer que la distance Soleil - Terre est inférieure de 3% à la valeur admise ; ce qui a pour conséquence de réduire de 3% la valeur de la vitesse de la lumière, estimée alors à 308 300 km/s (voir Foucault).

6 février 1870 : Le Verrier est relevé de ses fonctions de directeur de l'Observatoire de Paris.

1873 : Le Verrier est rétabli dans ses fonctions, suite au décès de son successeur, Charles-Eugène Delaunay, mort noyé en rade de Cherbourg.

Le Verrier mourut le 23 septembre 1877, jour du 31^e anniversaire de la découverte de Neptune.

Sa réputation chez les astronomes s'est vite dégradée après sa nomination de directeur. Il était considéré comme un dictateur égoïste ayant l'habitude de suspendre les salaires des membres de son équipe sans même les prévenir.⁵¹

Le Verrier aura trois enfants dont un fils, prénommé également Urbain, né en 1848. Polytechnicien et ingénieur de l'Ecole supérieure des Mines, il fut professeur au Conservatoire National des Arts et métiers. Le père aimait faire parler de lui ; le fils mena sa carrière sans coup d'éclat. Le père n'avait ni "le goût d'enseigner, ni la patience d'instruire" ; le fils révélera rapidement ses qualités de pédagogue. Le père regardait les étoiles ; le fils creusera le sous-sol.

⁵⁰ Il prit une telle extension qu'on dut le séparer, en 1878, de l'Observatoire, pour constituer le Bureau Central Météorologique, devenu aujourd'hui la Météorologie Nationale

⁵¹ Il déclarait : "on ne doit pas livrer à la publicité les noms des aides-astronomes qui font des découvertes, dont tout le mérite revient exclusivement au directeur sous les ordres duquel ils sont placés. Du reste, ces jeunes astronomes reçoivent une gratification et une médaille pour chaque découverte".

MOUCHEZ

1821 - 1892

Né le 24 août 1821

Officier de marine, il a établi les éléments de plus de cent cartes côtières ou marines en Asie, en Afrique et en Amérique

9 décembre 1874 : il participe à la campagne organisée pour le passage de Vénus devant le Soleil

1878 : il est nommé contre-amiral

26 juin 1878 : il est chargé de la direction de l'Observatoire de Paris, au décès de Le Verrier.

Il a eu le grand mérite de mettre sur pied la première entreprise de collaboration internationale: la Carte du Ciel, qui, bien des décennies plus tard, donna naissance à l'Union Astronomique Internationale⁵²

Il a réorganisé la distribution de l'heure télégraphique à la ville de Paris et suscité cette distribution en province

Il a créé la partie muséale de l'Observatoire de Paris, dès son arrivée dans l'établissement, développé dans l'Etablissement différents sujets de recherche dont la spectroscopie placée sous a responsabilité de H. Deslandres.

⁵² D'après A. Blaauw, l'UAI est née de l'initiative de G. E. Hale de coordonner la recherche alliée en vue de gagner la première guerre mondiale.

Paul GAUTIER

1842 - 1909

Né le 12 octobre 1842

Il a réalisé un nombre considérable de réfracteurs (notamment cercles méridiens et astrographes) pour des observatoires en Europe, en Amérique du Sud et en Algérie.

Il a construit l'astrographe de la Carte du Ciel.

Il a également réalisé des équatoriaux "coudés" dont l'un a servi à l'établissement de l'Atlas de la Lune de Lœwy et Puiseux.

Il s'est ruiné vers la fin de sa vie à l'occasion de la réalisation du projet « la Lune à un mètre », comprenant un sidérostatis de 2 m de diamètre et un réfracteur horizontal de 125 cm d'ouverture et 60 m de focale, destiné à l'Exposition universelle de 1900.

**Paul, Pierre HENRY
1848 - 1905**

**Prosper, Mathieu HENRY
1849 - 1903**

Les frères Henry entrent en qualité d'employés à l'Observatoire de Paris, Paul en 1864 et Prosper en 1865

3 juin 1868 : nommés aides astronomes

1^{er} juillet 1871 : Delaunay leur confie la responsabilité des équatoriaux du jardin avec pour mission de rechercher les petites planètes et de poursuivre la confection des cartes écliptiques de Chacornac

1873 : ils taillent le miroir de 80 cm de l'Observatoire de Toulouse

1876 : ils sont nommés astronomes adjoints

1893 : Prosper est nommé astronome titulaire

1897 : Paul est nommé astronome titulaire

Ernest ESCLANGON

1876 – 1954

Né le 17 mars 1876

1904 : thèse de doctorat sur un travail de mathématiques pures

1899 : astronome à l'Observatoire de Bordeaux

1918 : directeur de l'Observatoire de Strasbourg

1929 : nommé directeur de l'Observatoire de Paris

1935 - 1938: il préside l'Union Astronomique Internationale

Il décède en 1954.

Bibliographie

Histoire de l'Observatoire

- Observatoire de Paris, *L'Observatoire de Paris. Son histoire (1667-1963)*, Observatoire de Paris, 1990
- Wolf Charles, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, 1902
- Picon Antoine, *Claude Perrault ou la curiosité d'un classique*, Picard Éditeur, 1988
- Grillot S., « La fondation de l'Observatoire de Paris et la direction des Cassini (1667 - 1793) », 1980, *Revue d'Histoire du 14^e arrondissement de Paris*, 25, 7 - 24
- Lévy J., « L'Observatoire de Paris de 1795 à 1854 : Lalande, Méchain, Bouvard, Arago », 1981, *Revue d'Histoire du 14^e arrondissement de Paris*, 26
- Morando B., « L'Observatoire de Paris dans la seconde moitié du XIX^e siècle (1854 - 1895) », 1982, *Revue d'Histoire du 14^e arrondissement de Paris*, 27, 23 - 29
- Débarbat S., Grillot, S., Lévy, J., « L'Observatoire de Paris de 1897 à 1963 », 1983, *Revue d'Histoire du 14^e arrondissement de Paris*, 28, 61 - 77

Histoire de ses directeurs

- Dumont Simone, *Un astronome des Lumières. Jérôme Lalande*, Vuibert et Observatoire de Paris, 2007
- Lequeux James, *Arago. Un savant généreux. Physique et astronomie au XIX^e siècle*, EDP Sciences, 2008
- Lequeux James, *Le Verrier. Savant magnifique et détesté*, EDP Sciences, 2009
- Le Verrier Lucile, *Journal d'une jeune fille Second Empire*, Zulma, 1994

Histoire de ses astronomes et de ses missions

- Picolet G. (Ed.), *Jean Picard et les débuts de l'astronomie de précision au XVII^e siècle, Actes du Colloque du tricentenaire (oct. 1982)*, Éditions du C.N.R.S., 1987
- Toulmonde Michel, « Jean Picard et les satellites de Saturne », *Revue d'histoire des sciences*, 1998, 51, 139-143
- Vilain Christiane, « Cassini, Richer & les distances dans le système solaire », *L'Astronomie*, décembre 2011, 34-38
- Martin J.-P., *La figure de la Terre, récit de l'expédition française en Laponie suédoise (1736-1737)*, Éditions Isoète, 1987
- Terrall M., "Representing the Earth's Shape: The polemics surrounding Maupertuis's expedition to Lapland", *Isis*, 1992, 83, 218-237
- Pelletier M., *La carte de Cassini. L'extraordinaire aventure de la carte de France*, Presses de l'École Normale des Ponts et Chaussées, 1990
- Boistel G., Linon-Chipon S. & Vaj D. (Eds.), *Le voyage de l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, apprenti naturaliste ethnographe, au cap de Bonne-Espérance, 1750-1754, Relations savantes. Voyages et discours scientifiques*, P.U.P.S., 2006
- Racault J.-M., « Le voyage de Pingré dans l'océan Indien », *Dix-huitième siècle*, 1990, 22, 107-120

- Traimond P., *Jean-Charles de Borda (1733-1799). Ou le système métrique*, L'Harmattan, 2006
- Wildmalm S., Frängsmyr T., Heilbron J. L. & Rider R. E. (Eds.), "Accuracy, Rhetoric, and Technology: The Paris-Greenwich Triangulation, 1748-88", *The Quantifying Spirit in the 18th Century*, University of California Press, 1990, 179-206
- Alder Ken, *Mesurer le monde. L'incroyable histoire de l'invention du mètre*, Flammarion, 2005
- Marquet L., Debarbat, S. & Ten, A. (Eds.), « À propos de la mort de l'astronome Méchain en Espagne », *Mètre et système métrique, Instituto de estudios documentales e históricos sobre la ciencia Universidad de Valencia, Observatoire de Paris*, 1993, 163-176
- Tobin W., *Léon Foucault, le miroir et le pendule*, Les Ulis, EDP Sciences, 2002
- Lamy Jérôme, *La Carte du Ciel et l'ajustement des pratiques*, EHESS, 2006
- Davoigneau J. & Guet-Tully F. L., *Maurice Loewy inventeur: l'aventure des lunettes équatoriales coudées*, Ministère de la culture, Direction de l'architecture et du patrimoine; Observatoire de la Côte d'Azur, 2007

Histoire de ses instruments

- David J.-C., Grimm, « Lalande et le quart de cercle de l'École Royale Militaire », *Dix-Huitième Siècle*, 1982, 14, 277-287
- Véron P., « L'équatorial de la tour de l'est de l'Observatoire de Paris », *Revue d'histoire des Sciences*, 2003, 56, 191-220
- Lequeux J., « Les équatoriaux coudés », *L'astronomie*, 2010, mai 28-31; juin 28-32
- Launay Françoise, « The great Paris exhibition telescope of 1900 », *Journal of History of Astronomy*, 2007, 38, 459-475

Liens

Expositions virtuelles de l'Observatoire de Paris : <http://expositions.obspm.fr/>

Illustrations

Les droits des illustrations de ce document appartiennent à la bibliothèque de l'Observatoire de Paris sauf mention contraire.