

L'astronome du roi et le satellite

Hommage à Jean-Dominique Cassini

9 mai-21 décembre 2012



Dossier pédagogique préparé par Mathilde HALLOT-CHARMASSON

sous la direction de LAURENCE BOBIS et SUZANNE DEBARBAT

Avec les contributions de J.-E. ARLOT, L. BOBIS, M. COMBES, R. COURTIN, A. COUSTENIS, S. DEBARBAT, P. DESCAMPS, M. FULCHIGNONI, S. JACQUINOD, E. KAFTAN, V. LAINEY, E. LELLOUCH, J. LEQUEUX, N. LESTÉ-LASSERRE, J.-P. LEBRETON, J.-M. REESS, J.-, B. SICARDI, A. SÉMERY, S. THIÉRY, P. ZARKA

16 JUILLET 2012

Sommaire

Sommaire	2
Introduction générale.....	5
L’astronome du roi : Cassini, un savant courtisan	6
Un homme de science universel.....	7
Cassini, l’homme de l’Observatoire de Paris	8
Un hommage à Jean-Dominique Cassini à l’Observatoire de Paris.....	10
Jean-Dominique Cassini et l’Observatoire de Paris	12
L’Observatoire de Paris et l’Académie des sciences.....	12
La construction de l’Observatoire	14
Les visites princières	16
Les travaux de Jean-Dominique Cassini	20
Les travaux d’astronomie	20
Les comètes	20
La lumière zodiacale	21
La carte de la Lune	21
La distance de la Terre au Soleil	24
Cassini et les planètes.....	25
Géodésie et cartographie	26
La cartographie de la France avant Cassini.....	26
Colbert et les premiers travaux de l’Académie des sciences.....	27
La carte de France de Cassini III et IV	29
Les instruments de Cassini à l’Observatoire de Paris	31
Lentilles, objectifs et lunettes	31
Les instruments de mesure géodésique	33
L’Europe savante à l’Observatoire.....	35

Les collaborateurs de Cassini à l'Observatoire de Paris	35
L'Académie des sciences	35
Les collaborateurs de Cassini	36
Les correspondants	39
La dynastie des Cassini	41
1712-1756: Cassini II	41
1756-1784: Cassini III	42
1784-1793: Cassini IV	42
Les Cassini et les Maraldi, deux familles liées par l'astronomie	43
L'Observatoire de Paris au temps de Cassini : parcours dans l'Observatoire.....	45
Les souterrains.....	45
Le rez-de-chaussée	46
Le puits zénithal	46
Le premier étage.....	47
Le parterre géographique	47
Le deuxième étage.....	48
La méridienne.....	48
La terrasse	49
Les prolongements contemporains des recherches de Cassini I.....	51
Les observations de Saturne et la mission Cassini-Huygens	51
La mission Cassini-Huygens	52
Les maquettes.....	53
Les observations de Saturne	56
Saturne, la géante aux beaux anneaux.....	56
Les satellites de Saturne	57
Les aurores de Saturne	58
Titan, la longue exploration	58

Encelade fait la pluie sur Saturne	59
Le projet histoptique : une alliance entre l’histoire et l’optique.....	59
Annexes	61
Glossaire.....	62
Index des noms de savants	63
Focus sur le pendule de Huygens	70
Bibliographie.....	72
Sources	72
Ouvrages et articles	72

Introduction générale

Le tricentenaire de la mort de Jean-Dominique Cassini, né à Perinaldo le 8 juin 1625 et mort à Paris le 14 septembre 1712, est inscrit dans le recueil des Célébrations nationales de 2012, qui est chargé de « veiller à la commémoration des événements importants de l'histoire nationale ». Pourtant, le nom de Cassini n'évoque pour le grand public, au mieux, que le nom de la sonde spatiale Cassini de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), propulsée par une fusée Titan depuis Cap Canaveral en 1997 et parvenue en 2004 dans le voisinage de Saturne. Peu savent qui est l'astronome de ce nom et quels ont été ses travaux.

Cet Italien, brillamment formé par les jésuites de Gênes, nommé professeur d'astronomie à l'université de Bologne à 25 ans, est appelé en France par Colbert en 1669 après la publication l'année précédente des *Ephemerides Bononienses mediceorum siderum*, éphémérides des satellites de Jupiter. Naturalisé français quatre ans plus tard, en 1673, il se marie et fonde une famille en France. Installé à l'Observatoire de Paris dès avant la fin de sa construction en 1671, il découvre quatre nouveaux satellites de Saturne (dénommés en 1847 Japet, Rhéa, Téthys, Dioné), observe l'anneau de Saturne et sa zone sombre déjà soupçonnée par Hooke en 1666, la décrit et en publie la représentation en 1675, si bien qu'elle porte le nom de division de Cassini. Il étudie également le Soleil, les mouvements de Vénus et de Mars et les comètes et détermine l'origine de la lumière zodiacale. Il publie en 1679 une carte de la Lune qui ne sera égalée qu'à l'invention de la photographie. En 1683, Cassini reprend l'œuvre géodésique et cartographique entreprise par l'abbé Picard (1620-1682), interrompue par sa mort en 1682, dans la perspective d'une carte nouvelle du royaume de France demandée par Colbert et par Louis XIV.

Le rôle central de Jean-Dominique Cassini dans les découvertes scientifiques de son temps et son influence durable sur l'astronomie, dont témoigne le choix de son nom pour la mission spatiale Cassini-Huygens, justifient son inscription dans le registre des commémorations nationales de 2012 et la volonté de le faire connaître d'un plus large public. Proche des milieux royaux, il n'est toutefois pas qu'un astronome : même si ses travaux d'astronomie sont brillants et novateurs, il a contribué à enrichir nombre d'autres domaines de

la science de son époque et a également joué un rôle déterminant dans l'histoire de l'Observatoire de Paris.

L'astronome du roi : Cassini, un savant courtisan

Homme de science, Jean-Dominique Cassini est aussi un courtisan, proche des grands et de la Cour. En Italie déjà, il s'était attiré les bonnes grâces du marquis de Malvasia, qui l'avait invité à travailler dans son observatoire en 1649, du pape Alexandre VII (1655-1667)¹, qui l'avait nommé à la surintendance des fortifications d'Urbain, du duc de Modène, avec qui il a observé l'éclipse de soleil de 1661 et de la reine Christine de Suède, avec qui il avait notamment observé une comète à Rome en décembre 1664. Il est appelé en France par Colbert, sur l'ordre de Louis XIV après la publication très remarquée de ses éphémérides des satellites de Jupiter en 1668. Deux jours après son arrivée en France, le 6 avril 1669, il est présenté au souverain, qui lui réserve un accueil extrêmement cordial² et lui attribue un revenu considérable, 9000 livres par an en moyenne, bien supérieur à celui des académiciens, qui s'échelonne de 1200 à 2000 livres par an.

Dès son installation à l'Observatoire en 1671, il reçoit de nombreuses visites princières, comme il en fait mention dans ses journaux d'observation, se plaignant d'ailleurs d'être constamment dérangé dans ses travaux : la duchesse de Luxembourg le 25 janvier 1672, le prince et la princesse de Bournonville le 19 mai 1682, le roi Jacques II d'Angleterre, exilé au château de Saint-Germain-en-Laye, le 22 août 1690... En outre, si la Cour va à l'Observatoire, l'Observatoire va aussi à la Cour, dans ses différentes résidences, chaque fois qu'un phénomène céleste extraordinaire se produit :

« J'avais l'honneur, dit Cassini, de voir souvent le roi qui prenait plaisir à entendre parler des observations astronomiques. Sa Majesté avait la bonté de me donner l'heure pour me rendre dans son

¹ A qui il présente en 1659 un planisphère gravé, avec ce titre : *Systema revolutionum superiorum planetarum circa terram ab anno 1659 ad sequentes per tricenos dies*. Le pape le charge également, en 1664, des négociations pour régler en Toscane le cours de la Chiane. Clément IX, qui succède à Alexandre VII en 1667, l'envoie auprès du grand-duc de Toscane en 1668 pour fixer les frontières des Etats du pape et de la Toscane.

² Fontenelle : « Le roi le reçut comme un homme rare, et comme un étranger qui quittait sa patrie pour lui » (cité dans C. WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902, p. 6). Cassini : « S. M. me fit l'honneur de me dire qu'elle était persuadée que je donnerais tous mes soins pour l'avancement des sciences, [...]. Je me trouvai si flatté des bontés de S. M. et de la manière dont elle me traita, que je ne songeai plus dès lors à mon retour en Italie où j'avais laissé une maison et des domestiques » (J.-D. CASSINI, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire royal de Paris, suivis de la Vie de J.-D. Cassini écrite par lui-même, et des éloges de plusieurs académiciens morts pendant la Révolution*, Paris 1810, p. 289).

cabinet, où je restais longtemps à l'entretenir de mes projets pour faire servir l'Astronomie à la perfection de la géographie et de la navigation³ ».

Rien d'étonnant à cela si l'on songe qu'« en un temps où le souverain se veut Soleil, l'astronomie peut apparaître au regard du mécène royal comme une science "gratifiante" où le protecteur recueille sans équivoques sa part de gloire de la découverte du savant⁴ ».

Mais sa qualité de savant, d'astronome et d'académicien n'est pas la seule à valoir à Cassini une grande proximité avec Versailles et Louis XIV. En effet, par son mariage avec Geneviève de Laistre, fille du lieutenant général du comté de Clermont-en-Beauvaisis et conseiller du roi, en novembre 1673, Cassini est entré dans une famille noble, proche de la Cour et de l'entourage royal et la présence du roi et de Colbert comme témoins à son mariage témoigne de l'importance de sa nouvelle condition sociale. « Par ce mariage, Cassini devient aussi un courtisan⁵ ».

Un homme de science universel

Cassini, surtout connu pour ses travaux d'astronomie, en particulier la découverte de la division de l'anneau de Saturne qui porte aujourd'hui son nom et ses observations des satellites de Jupiter, est un homme de sciences presque universel, tel qu'on en trouve quelques-uns au XVII^e siècle. Ses recherches astronomiques ont porté sur des domaines aussi divers que la rotation des planètes, la lumière zodiacale ou les comètes. Tout en faisant la part de l'apologie, on peut donner raison à Cassini IV quand il affirme : « Il n'est peu de partie de l'astronomie qu'il n'ait ou ébauchée, ou étendue, ou enrichie de quelque découverte [...] On lui est redevable de la solution des plus importants problèmes de l'astronomie, des méthodes et des explications les plus ingénieuses⁶ ».

Outre ses travaux de géodésie et de cartographie, menés dans le cadre de ses fonctions à l'Académie des sciences et à l'Observatoire en collaboration avec La Hire, Picard, son neveu Maraldi et son fils Jacques Cassini, il a effectué dans sa jeunesse des travaux d'hydrographie pour le compte du Sénat de Bologne et du pape Alexandre VII, s'est intéressé aux expériences sur les transfusions sanguines qu'il a fait reproduire pour la première fois en

³ Cité dans C. WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, op. cit., p. 119.

⁴ Christiane DEMEULENAERE-DOUYERE, « La Famille Cassini et l'Académie des sciences », *Sur les traces des Cassini : astronomes et observatoires du sud de la France*, 121^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice 2001, p. 67.

⁵ *Ibid.*, p. 74.

⁶ Jean-Dominique CASSINI, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences*, op. cit., p. 347.

Italie en 1667 et aux insectes⁷. Il a également fait de nombreuses communications à l'Académie des sciences sur les problèmes posés par le calendrier grégorien et le calcul de la date de Pâques.

Mais ses talents ne se limitent pas aux sciences : en 1646, alors qu'il a 21 ans, un recueil de ses poésies latines est publié⁸. Il a aussi laissé une très longue cosmographie, description du monde, en vers italiens⁹. A la fin de sa vie, devenu aveugle, il consacra ses journées à dicter ses Mémoires et à composer des vers latins.

Le savant universel et touche-à-tout qu'est Cassini a travaillé en collaboration avec les plus grands scientifiques de son époque, aussi bien français qu'italiens, anglais ou hollandais, tels Picard, La Hire, Huygens ou Römer et entretenu une « correspondance considérable avec les savans de son temps¹⁰ », comme Newton, Halley ou Viviani. Il a ainsi marqué son époque mais aussi l'histoire de l'Observatoire de Paris.

Cassini, l'homme de l'Observatoire de Paris

Bien que, contrairement à ses descendants, il n'en ait jamais officiellement été le directeur, pour la bonne et simple raison que l'Observatoire dépendant, pendant le premier siècle qui suit sa création, de l'Académie des sciences et n'ayant pas, à ce titre, de budget propre ni d'existence autonome, cette fonction n'y existait alors pas, Cassini a joué un rôle central non seulement dans le développement et le rayonnement de la science astronomique française, mais aussi dans l'histoire de l'Observatoire de Paris. Tout en travaillant en étroite collaboration avec de brillants scientifiques, c'est lui qui devient le chef de file des astronomes français¹¹ et, de son arrivée en France en 1669 à sa mort en 1712, on peut dire que l'Observatoire de Paris, c'est Jean-Dominique Cassini.

Il laisse son empreinte sur le bâtiment même de l'Observatoire puisque quand on lui soumet les plans que l'architecte Claude Perrault (1613-1688) avait tracés et commencés à

⁷ Il a notamment publié en 1668 dans le *Journal des savants* une étude sur les « insectes qui s'engendrent dans le chêne » (Jean-Dominique CASSINI, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences*, *op. cit.*, p. 330).

⁸ *Ibid.*, p. 325.

⁹ *Ibid.*, p. 347.

¹⁰ *Ibid.*, p. 347.

¹¹ Sans doute, comme le dit Suzanne Débarbat, parce que, remarquable observateur, ses travaux d'astronomie étaient plus brillants et plus séduisants aux yeux du public de son temps que les travaux, par ailleurs fondamentaux sur le long terme pour la création de l'astronomie géodésique et de l'astrométrie, d'un Picard.

mettre en œuvre¹², il émet un certain nombre de critiques, au motif que « l'on avait eu au moins autant d'égard à la magnificence qu'à la commodité des lieux¹³ » et que le bâtiment ainsi conçu ne serait pas propice aux observations astronomiques. Sur ses instances, une des trois tours octogonales du projet initial est supprimée, le grand escalier est réduit de moitié et une grande salle est ajoutée au premier étage. Claude Perrault lui en a d'ailleurs gardé rancune, trouvant que ces modifications, inutiles, défiguraient son œuvre tout en la fragilisant :

« L'escalier fut gâté, et la grande pièce n'a jamais servi à aucune des observations auxquelles on la destinait. [...] Il est même arrivé que, pour avoir fait cette pièce trop grande, la voûte s'est fendue, de même que le massif, et qu'il a fallu raccommoder et la voûte et la terrasse de ciment qui est au-dessus¹⁴ ».

En outre, il y a vécu et travaillé bien avant son achèvement et y a laissé sa marque. S'il ne reste rien des appartements où il vécut¹⁵, on lui doit le puits « fait pour l'observation des étoiles verticales » qui fut présenté au Roi en 1682 et qui traverse encore aujourd'hui tous les niveaux du bâtiment.

Mais il y a également fondé une dynastie dont l'histoire, pendant 125 ans, se confond avec celle de l'Observatoire de Paris. En effet, son fils Jacques Cassini, dit Cassini II, né le 18 février 1677 à l'Observatoire, prend sa suite à la tête de l'Observatoire et occupe les mêmes fonctions directoriales non officielles que son père jusqu'à sa mort en 1756. C'est alors que le fils de Jacques Cassini, César-François, dit Cassini de Thury ou encore Cassini III, succède à son père et est nommé directeur général de l'Observatoire en 1771. Cassini IV, son fils, ne déroge pas à la tradition familiale et prend la suite de ses père, grand-père et arrière-grand-père en 1784. Toutefois, il est le seul à ne pas mourir à son poste. En effet, foncièrement attaché à la monarchie, il se démet de ses fonctions en septembre 1793. Traduit devant le tribunal révolutionnaire à la suite d'une dénonciation du Comité révolutionnaire de Beauvais en 1793, il est emprisonné au couvent des Bénédictins anglais de février à août 1794 et à sa

¹² Rappelons-le, quand Cassini arrive en France, le bâtiment principal de l'Observatoire est déjà construit jusqu'au premier étage.

¹³ Jean-Dominique CASSINI, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences*, op. cit., p. 287.

¹⁴ Charles PERRAULT, *Mémoires de Charles Perrault*, Avignon 1759, p. 55, cité dans Charles WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, op. cit., p. 22.

¹⁵ Ces appartements, sur lesquels on a peu d'indications précises, étaient vraisemblablement situés au premier étage du bâtiment : ils y occupaient quatre salles entresolées, formant donc deux niveaux et jouxtant la salle octogonale de l'Est.

libération, il se retire dans son château de Thury. C'est la fin du règne des Cassini à l'Observatoire de Paris.

Le lien profond qui unit les Cassini et l'Observatoire de Paris se manifeste également par l'abondance des archives de Cassini conservées à la bibliothèque de l'Observatoire de Paris. Si certaines de ces archives ont toujours été à l'Observatoire, l'essentiel provient de Cassini IV qui remit en 1822 les manuscrits de la famille Cassini à la Bibliothèque du Bureau des longitudes et de l'Observatoire contre une pension du Roi.

Parmi ce don figurent des documents que l'on ne s'attendrait pas à trouver à l'Observatoire, notamment des dossiers concernant la carrière de savant de Cassini I avant même son arrivée en France, comme son *Cours d'astronomie professé à Bologne en 1666*¹⁶. On y trouve également une partie de la correspondance très abondante que Cassini a entretenue au cours de sa carrière en France, plusieurs textes autobiographiques correspondants à différentes périodes de son existence et des pièces autographes de Cassini concernant le bâtiment, les instruments et les observations qu'on menait à l'observatoire ou tel événement qui s'y est déroulé. Ces archives comportent aussi les manuscrits autographes et les copies effectuées par ses descendants des nombreux ouvrages de Cassini, publiés ou non, ainsi que les registres d'observation dont il est l'auteur principal ou unique ou auxquels il a collaboré. Elles comptent en outre les notes, les instructions et les observations relatives à ses travaux géodésiques ainsi que certaines de ses pièces en vers latins et italiens, notamment un poème sur l'astronomie et des *Vers chronologiques mnémotechniques*¹⁷.

Un hommage à Jean-Dominique Cassini à l'Observatoire de Paris

C'est pourquoi l'Observatoire de Paris s'est attaché, à l'occasion du tricentenaire de la mort de ce savant universel dont la vie est intimement liée à l'histoire de l'Observatoire dès sa création, à organiser une exposition qui lui rende hommage.

La première partie de cette exposition, plus nettement historique, est consacrée à l'œuvre de Jean-Dominique Cassini à l'Observatoire de Paris, en particulier ses recherches astronomiques sur Saturne et Jupiter, la parallaxe de Mars et la Lune, la lumière zodiacale, les taches solaires et les comètes ainsi que ses activités géodésiques et cartographiques en collaboration avec Picard et La Hire, tout en mettant en évidence le lien profond et presque

¹⁶ Ms D-1-11.

¹⁷ Ms D-1-10.

organique qui existe entre Cassini – et la dynastie qu’il a fondée – et l’Observatoire. Grâce à de nombreux documents de natures diverses, manuscrits de Cassini I et de ses descendants, imprimés, instruments, statues et tableaux, ainsi que par la mise en évidence d’éléments du bâtiment même de l’Observatoire comme le parterre géographique qui se trouve sous le parquet de l’actuelle salle du Conseil, la méridienne de la salle Cassini et les souterrains, la première partie s’efforce de mettre en lumière l’importance des découvertes scientifiques de Cassini I et le rôle crucial qu’il joué dans les progrès de la science astronomique de son temps.

L’importance de ces découvertes est également sensible dans la seconde partie de l’exposition, qui prend place dans la salle Cassini, consacrée à la postérité et aux prolongements actuels des recherches cassiniennes, qui s’incarnent dans des projets aussi différents que la mission Cassini-Huygens et le projet histoptique. Les maquettes de la sonde Cassini-Huygens et des films documentaires permettent de mesurer l’influence que Cassini a exercé et continue d’exercer sur les recherches astronomiques actuelles, que ce soit au plan international avec la mission Cassini-Huygens, fruit de la collaboration de 250 scientifiques de nationalités différentes, ou à l’Observatoire de Paris, projet de recherche visant à étudier les propriétés optiques d’instruments anciens, comme les lentilles de Cassini, à l’aide des techniques les plus modernes, porté par une équipe d’opticiens de l’Observatoire de Paris.

Jean-Dominique Cassini et l'Observatoire de Paris

Jean-Dominique Cassini a joué un rôle central non seulement dans le développement et le rayonnement de la science astronomique française, mais aussi dans l'histoire de l'Observatoire de Paris. De son arrivée en France en 1669 à sa mort en 1712, le destin de l'Observatoire de Paris se confond avec celui de Cassini, à tel point que les historiens de l'Académie ont affirmé qu'il avait été appelé en France pour diriger l'Observatoire nouvellement fondé, ce qui n'est pas le cas puisqu'il n'a jamais occupé cette charge qui n'existait pas à son époque. Toutefois, il s'y est installé très peu de temps après son arrivée en France, alors que la construction n'en était pas encore achevée, a laissé son empreinte sur le bâtiment qui a été modifié selon ses indications et y a effectué la majeure partie de ses travaux.

L'Observatoire de Paris et l'Académie des sciences

L'idée de fonder un observatoire à Paris n'était pas nouvelle : en 1634, Jean-Baptiste Morin, professeur d'astronomie au Collège de France, mais plus connu pour ses horoscopes que pour ses travaux savants, proposait d'en établir un sur le Mont-Valérien. Mais sa proposition ne fut pas retenue par la commission désignée par Richelieu pour l'examiner. Auzout, en 1665, se fait l'avocat de cette proposition dans la dédicace au roi de ses *Ephémérides de la comète de 1664*. Il y exposait les raisons pour lesquelles il importait de créer un observatoire à Paris. Il déplorait les moyens à sa disposition pour faire ses observations. Et ajoutait :

«Si j'avais eu un lieu plus propre et les grands instruments nécessaires pour faire des observations très exactes, j'en aurois fait et je ne doute pas qu'elles m'eussent aidé à rencontrer mieux que je ne ferai. Mais, Sire, c'est un malheur qu'il n'y en ai pas un à Paris ni que je sache dans tout Vostre Royaume [...] et c'est peut-estre la cause pour laquelle il n'y a pas un Royaume dans l'Europe dont les Cartes Géographiques soient si fautives, et où la situation des lieux soit si incertaine.

Il n'y a pas un François qui ne doive [...] souhaiter que ce que des Particuliers ont avec magnificence en d'autres pays ne manque pas au plus puissant Monarque de l'Europe afin qu'il arrive

d'autre fois des choses nouvelles à observer dans le Ciel les François ne cèdent pas en cela aux Etrangers, puisque votre Majesté n'entend pas qu'ils leur cèdent en tout autre chose et qu'ils puissent contribuer comme les autres Nations par des observations les plus exactes qu'on puisse à déterminer ce que la curiosité des Sçavants leur fait rechercher depuis si longtemps. Il y va Sire, de la Gloire de Vostre Maiesté et de la réputation de la France, et c'est ce qui nous fait espérer qu'elle ordonnera quelque lieu pour faire à l'avenir toutes sortes d'Observations Célestes et qu'elle le fera garnir de tous les instruments nécessaires pour cet effet. [...]

Je puis assurer Vostre Majesté que toutes les nations voisines sont depuis quelques temps dans une attente incroyable d'un si bel Etablissement¹⁸. »

Colbert conçoit alors le projet d'un édifice qui regrouperait dans le même lieu tout ce qui concerne les sciences. Il veut doter les académiciens d'un observatoire « surpassant en grandeur, en beauté et en commodité les observatoires d'Angleterre, de Danemark et de la Chine, mais, ce qui était tout dire, qui répondrait en quelque sorte à la magnificence du Prince qui le faisait bâtir¹⁹ ».

L'Académie devait y tenir ses séances, y déposer toutes les machines et les modèles qui lui étaient présentés ainsi que ses collections d'histoire naturelle. Il devait aussi y avoir dans ces bâtiments, outre l'observatoire, des laboratoires de chimie. Enfin, tout autour du bâtiment principal, on se proposait de construire des logements particuliers pour tous les astronomes de l'Académie et les autres savants attachés à l'établissement projeté. C'est donc un véritable Palais des Sciences qui devait être édifié : « nous ne sommes pas en un règne de petites choses », affirme Colbert.

La fondation de l'Observatoire et la création de l'Académie des sciences en 1666 sont donc intimement liées, au point que l'on peut affirmer avec Charles Wolf que « la fondation de l'Observatoire fut la conséquence nécessaire et immédiate de la création de l'Académie des sciences²⁰ ».

Mais l'Observatoire ne sera pas le centre de recherches national qu'avait imaginé Colbert. En dehors d'un cabinet des machines qui sert de dépôt à l'Académie des sciences jusque vers 1740, il est dès ses débuts entièrement consacré à l'astronomie. Les académiciens

¹⁸ *Ephémérides de la comète de la fin de l'année 1664 et du commencement de l'année 1665, dédiée au Roy par M. Auzout*, Paris 1665.

¹⁹ P. CLEMENT, *Recueil des lettres, instructions et mémoires de Colbert*, t. V, p. 515 : il s'agit apparemment d'une anecdote rapportée par Claude Perrault. Cité dans C. WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902, p. 4.

²⁰ C. WOLF, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902, p. 1.

ne manifestèrent en effet aucun désir de travailler ou de se réunir dans un lieu aussi éloigné du centre du Paris de l'époque. L'Académie continua à tenir ses séances du mercredi et du samedi à la Bibliothèque du Roi au Louvre et en 1699 l'abandon de l'Observatoire comme lieu de réunion fut définitivement consacré par l'installation de l'Académie au Louvre, dans le petit appartement du roi²¹. L'Académie ne vint donc à l'Observatoire que dans des circonstances exceptionnelles, comme les essais des miroirs ardents de Vilette dans les années 1680.

L'Observatoire de Paris, pendant les cent premières années de son existence, est cependant placé sous la tutelle de l'Académie des sciences et n'a de ce fait ni directeur ni budget propre. Tout académicien astronome peut venir y faire des observations et chacun doit solliciter des subsides pour l'achat et l'entretien de son matériel d'observation, subsides provenant soit de l'Académie, soit du Roi ou de quelque autre mécène.

La construction de l'Observatoire

Au début de 1667, les académiciens se mirent à la recherche d'un site pour établir l'observatoire, sur une colline proche de Paris. Leur choix se tourna d'abord vers la colline de Montmartre qui était la plus haute mais se posait un problème de pollution. En effet, la majorité des observations devant se faire au Sud, les nombreuses fumées et vapeurs qui s'élevaient de la ville troublaient considérablement la pureté de l'atmosphère.

Les académiciens se tournèrent alors vers une colline située au sud de la ville, qui ne présentait pas cet inconvénient. Bien qu'en pleine campagne, elle était d'accès facile, grâce aux deux grandes rues qui y menaient, le Faubourg Saint-Jacques et la route d'Orléans qui prolongeait la rue du Faubourg-Saint-Michel. Situé hors de Paris, au-delà de la Fausse Porte Saint-Jacques, le lieu est propice aux observations. Tout autour s'étendaient en effet les jardins de religieux : au nord, l'abbaye de Port-Royal de Paris, à l'est, le noviciat des Capucins et à l'ouest, le noviciat des pères de l'Oratoire. Au sud, c'était la campagne avec des moulins à vent. L'horizon était donc parfaitement dégagé de tous côtés.

Un terrain de deux hectares et demi de forme pentagonale est donc acheté dès le 7 mars 1667. Les plans du bâtiment sont dressés par Claude Perrault (1613-1688), médecin et

²¹ A sa création en 1666, l'Académie des Sciences, ou Nouvelle Académie, avait été installée dans des bâtiments de la rue Vivien appartenant à l'abbé du Bec, fils aîné de Colbert, qui les louait au roi pour 3000 livres, voir C. WOLF, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793, op. cit.*, p. 1-2.

architecte qui a participé à la conception de la façade orientale du Louvre et fourni les plans de la grotte de Thétis, du bain de Diane et du Grand Canal à Versailles. Le 21 juin 1667, jour du solstice d'été, les mathématiciens de l'Académie tracent sur le terrain, à l'emplacement actuel du bâtiment, le méridien et les autres directions nécessaires à l'implantation exacte de l'édifice. Son plan médian définit désormais le méridien de Paris ou méridien origine pour la France. La construction fut rapidement menée puisque Cassini trouva à son arrivée en France en 1669 l'édifice élevé d'un étage et put venir habiter l'observatoire dès le 14 septembre 1671. Le gros œuvre fut terminé en 1672 mais les travaux d'aménagement se poursuivirent jusqu'en 1683. Les comptes des bâtiments du roi indiquent que la construction du bâtiment a coûté plus de 710 000 livres²².

Perrault a conçu l'Observatoire pour qu'il soit un véritable bâtiment-instrument. Il est réalisé de manière à fournir des informations astronomiques :

« Le bastiment de l'Observatoire est construit de telle sorte qu'il peut suppléer à lui tout seul à tous les principaux instruments d'astronomie dont on se sert pour l'observation. Sa situation donne une ligne méridienne dans l'étage haut, depuis la fenestre du milieu qui regarde le midy jusqu'à celle qui regarde le septentrion, de dix-sept toises de longueur, le plus juste qui puisse se 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 mesme solstice; qu'un autre donne le lever du soleil à l'équinoxe et l'autre le coucher au mesme équinoxe; que les deux autres donnent, l'un, le lever du soleil d'esté, et l'autre le coucher du mesme soleil.

Le trou ou ouverture qui perce l'Observatoire depuis le fond des carrières jusqu'au-dessus de la terrasse donne juste le zénith, sans qu'on ayt besoin pour tout cela de quarts de cercle ni d'aucun autre instrument²³. »

La forme donnée au bâtiment de l'Observatoire a toutefois été dès l'origine l'objet de nombreuses critiques, car Perrault « malgré tout son talent, s'y montra plus curieux de l'harmonie et de la régularité des formes que des besoins véritables des sciences²⁴ ». Cassini, à son arrivée en France, critique le projet et demande des modifications. Dans une lettre au comte d'Angivillier, Cassini IV raconte l'anecdote suivante :

²² Pour le détail des dépenses, voir le tableau dressé par Charles WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902, p. 15.

²³ P. CLEMENT, Recueil des lettres, instructions et mémoires de Colbert, t. V, p. 515 *sqq.*

²⁴ Joseph BERTRAND, *L'Académie des sciences et les Académiciens de 1666 à 1793*, Paris 1869, p. 20.

« Jean-Dominique Cassini arriva à Paris le 4 avril 1669 ; il n'eut pas plutôt été présenté à Louis quatorze, que Sa Majesté ordonna qu'on lui communiquât tous les plans et projets de l'Observatoire qui n'était encore élevé qu'au premier étage, afin qu'il put en dire son avis. Cassini comme de raison, trouva que le plan n'avait pas le sens commun ; jour pris avec M. Perrault pour en raisonner devant le Roy et M. Colbert, l'éloquent Perrault défendit en fort jolies phrases son plan et son architecture ; mon grand-père, qui ne savait que fort mal le français, écorchait les oreilles du Roy, de M. Colbert et de Perrault en voulant plaider la cause de l'Astronomie, et ce fut au point que Perrault dans la vivacité de la dispute dut au Roy : « Sire, ce Baragouineur-là ne sait ce qu'il dit ». Mon bisaïeul se tut et fit bien ; le Roy donna raison à Perrault et fit mal. D'où il en a résulté que l'Observatoire n'a pas le sens commun.²⁵ »

Une des trois tours octogonales du projet initial est supprimée, le grand escalier en U - qui reste imposant avec ses 156 marches – est réduit de moitié et une grande salle est ajoutée au premier étage. Ces modifications ont sans doute fragilisé l'édifice, ce qui a ensuite occasionné des problèmes.

Le bâtiment de l'Observatoire de Paris se compose donc d'un corps central rectangulaire, flanqué à l'est et à l'ouest, sur sa façade méridionale, de deux tours octogonales. Une tour carrée est accolée à la façade nord. La façade sud est ornée de bas-reliefs de Temporiti représentant des globes et des instruments d'astronomie.

Les visites princières

Délaissé par la compagnie pour laquelle il avait été construit, l'Observatoire reçut néanmoins, dès les premières années, un grand nombre de visiteurs. Avant même que la construction du grand bâtiment fût terminée, l'Observatoire devint un but de promenade pour les courtisans et Cassini se plaint d'être fréquemment dérangé. On trouve dans les journaux d'observation de Cassini la mention de nombreuses visites princières : Entre autres courtisans illustres, la duchesse de Luxembourg et Bossuet le 25 janvier 1672 puis le prince et la princesse de Bournonville le 19 mai 1682 vinrent y découvrir Paris de sa terrasse et se faire montrer les longues lunettes, les dessins de la Lune et des planètes exécutés par Cassini.

Lieu emblématique du prestige de la science française et du Roi Soleil, l'Observatoire est souvent visité par les ambassadeurs étrangers mais aussi les souverains étrangers. Ainsi le

²⁵ Archives de l'Observatoire, Correspondance administrative et générale, D5 40.

nonce du pape et le président de l'Académie de Gênes, à laquelle était affiliée Cassini, s'y rendent le 14 décembre 1672. Le 14 mai 1682, les ambassadeurs moscovites viennent le visiter : « ils admirèrent particulièrement Vénus, quand ils la virent dans son croissant », peut-on lire dans les *Procès-verbaux de l'Académie*²⁶.

Le 22 août 1690, le roi Jacques II d'Angleterre, en exil au château de Saint-Germain, et qui était passionné d'astronomie, vint visiter l'Observatoire *incognito*²⁷. Il voulut tout voir et tout visiter et il étonna les astronomes présents par l'universalité de ses connaissances. Il prit un grand intérêt à l'examen du parterre géographique de la tour occidentale et montra à Cassini les corrections apportées par Halley en 1662 aux cartes de navigation de Sainte-Hélène et les endroits où des pilotes anglais avaient tenté le passage aux Indes Orientales (par le Nord-Ouest) et les passages des anglais dans le détroit de Magellan.

Cette tradition se poursuivit après la mort de Cassini I et celle de Louis XIV. Ainsi, lorsque Pierre le Grand séjourna à Paris du 7 mai au 20 juin 1717 pour voir ce que la France avait de plus remarquable, il visita l'Observatoire à deux reprises, le 12 et le 17 mai 1717 :

« M. de Maraldy lui fit voir tout ce qui sert à opérer les observations astronomiques. Le Czar donna dans cette occasion des preuves de ses connaissances et de ses lumières acquises dans cette science²⁸. »

Toutefois, pendant les premières années qui suivirent la fondation de l'Observatoire, ni le roi ni aucun membre de la famille royale ne le visite, peut-être parce que Colbert souhaitait ne montrer au roi qu'un édifice entièrement achevé²⁹. Le Dauphin, accompagné du Prince de Conti, fut le premier membre de la famille royale à se rendre à l'Observatoire le 29 mars 1677. Le gros œuvre n'était pas complètement terminé et on travaillait encore au pavage de la plate-forme. Il monta, avec sa suite, sur la terrasse pour admirer le dessin du bâtiment et la vue sur Paris puis s'intéressa aux travaux de Picard et de Cassini, aux lunettes sans tuyaux

²⁶ Voir C. WOLF, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, op. cit., p. 116.

²⁷ La relation, extrêmement détaillée, de sa visite, se trouve dans les archives de l'Observatoire (D 1 13). Il est retranscrit dans C. WOLF, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, op. cit., p. 123-130. Cassini a également consacré à cette visite une ode en vers latins (D 1 11).

²⁸ C. HENRY, « Le séjour de Pierre le Grand à Paris. Contribution à l'histoire de la formation du cabinet de Saint-Pétersbourg », p. 7. Publication en ligne : <http://www.ghamu.org/spip.php?article294>.

²⁹ C'est en tout cas l'hypothèse que fait Charles Wolf pour expliquer ce retard dans les visites royales, alors même que les courtisans se pressaient à l'Observatoire et que le roi était très intéressé par l'astronomie. Voir C. WOLF, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, op. cit., p. 116.

et aux dessins de la Lune et du mouvement des planètes. Il ne put cependant assister à des observations car le ciel était ce jour-là couvert³⁰.

Le 1^{er} mai 1682, Louis XIV se rend pour la première fois à l'Observatoire de Paris pour y admirer les bâtiments qui sont achevés :

« Le Roy arriva avec la Reine, Monseigneur le Dauphin, Monsieur le Duc d'Orléans, Madame et Mademoiselle de Montpensier, la Princesse de Conti.

Ils virent les lunettes les desseins de la lune les desseins de poissons et des autres animaux le puis fait pour l'observacion des étoiles verticales le parterre géographique les pendules la grande Sale le globe de la Lune la terrasse qui découvre tout Paris mais une pluie qui survint les obligea à descendre ».

Cette visite semble être la seule que Louis XIV ait rendue à l'Observatoire de Paris, mais Cassini eut par la suite de nombreux entretiens avec lui sur ses travaux d'astronomie comme de cartographie. A chaque phénomène céleste extraordinaire, Cassini vient en rendre compte au roi, voire les observer avec lui, dans les différentes résidences de la cour. Il jouit donc d'une grande proximité avec Louis XIV :

« J'avais l'honneur, dit-il, de voir souvent le roi qui prenait plaisir à entendre parler des observations astronomiques. Sa Majesté avait la bonté de me donner l'heure pour me rendre dans son cabinet, où je restais longtemps à l'entretenir de mes projets pour faire servir l'Astronomie à la perfection de la géographie et de la navigation³¹. »

Rien d'étonnant à cela si l'on songe qu'« en un temps où le souverain se veut Soleil, l'astronomie peut apparaître au regard du mécène royal comme une science "gratifiante" où le protecteur recueille sans équivoques sa part de gloire de la découverte du savant³² ».

Ainsi donc, la fondation de l'Observatoire de Paris, comme celle de l'Académie royale des sciences à laquelle elle est intimement liée, comporte une indéniable dimension politique. Pour Louis XIV comme pour son ministre des Finances, Colbert, qui en est l'artisan, il s'agit de contrôler les savants tout en asseyant le prestige et le rayonnement de la science française – et par là même de la monarchie absolue – dans toute l'Europe. C'est pour assurer ce

³⁰ *Procès-verbaux de l'Académie des sciences*, t. VII, p. 95, « Mémoire de ce que l'on a fait voir à Monseigneur le Dauphin à l'Observatoire », cité dans C. WOLF, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, *op. cit.*, p. 117.

³¹ C. WOLF, *Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, *op. cit.*, p. 119.

³² Christiane DEMEULENAERE-DOUYERE, « La Famille Cassini et l'Académie des sciences », *Sur les traces des Cassini : astronomes et observatoires du sud de la France*, 121^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice 2001, p. 67.

rayonnement que Colbert voulut attirer en France l'un des astronomes les plus célèbres d'Europe, Jean-Dominique Cassini, qui s'installa presque immédiatement à l'Observatoire où il jouit d'une grande proximité avec le pouvoir et les milieux de cour, une proximité d'autant plus grande que peu de temps après son arrivée en France il se marie avec Geneviève de Laistre, fille du lieutenant général du comté de Clermont-en-Beauvaisis et conseiller du roi et devient ainsi lui-même un courtisan. Cassini modèle l'Observatoire de Paris selon ses volontés et y effectue tous ses travaux d'astronomie et de géodésie, dont nous allons maintenant découvrir l'importance.

Les travaux de Jean-Dominique Cassini

Jean-Dominique Cassini est avant tout connu pour ses nombreux travaux d'astronomie, dont on peut affirmer qu'ils ont participé à l'entrée de la science astronomique française dans l'ère de la science moderne. Commencés en Italie, ces travaux concernent pratiquement l'ensemble des domaines de l'astronomie théorique et expérimentale.

Les travaux d'astronomie

Les comètes

Comme tous les astronomes de son temps, Cassini s'est intéressé aux comètes. Les comètes et la forme de leur orbite avaient en effet une grande importance dans la controverse entre la dynamique de Descartes et Leibniz et celle de Newton. On pouvait penser que les planètes étaient apportées par les tourbillons mais il était très difficile de mettre les orbites des comètes en accord avec cette hypothèse.

En essayant – en vain – de mesurer la distance de la comète visible à Bologne en 1652, avec un nouvel instrument qu'il a mis au point, Cassini démontre qu'elle est beaucoup plus distante de la Terre que la Lune : les comètes ne sont donc pas des exhalaisons de l'atmosphère terrestre comme le voulait la tradition aristotélicienne mais bien des corps célestes se mouvant parmi les planètes. Mieux, il réussit à prédire la course de certaines d'entre elles, notamment quand il observe la comète de 1664 avec la reine Christine de Suède à Rome ou celle de 1680 en présence de toute la Cour à Paris.

Cassini remarque aussi qu'il a vu trois comètes dans la même région du ciel à un même intervalle de 12 ans. Après avoir observé la comète de 1682, il expose à Edmond Halley, de passage à Paris, l'idée que certaines comètes reviennent périodiquement près du Soleil après un séjour à grande distance. Halley l'exploitera en prédisant l'année du retour de la comète de 1682 qui prendra son nom.

Ce retour a effectivement été observé en 1758, assurant le triomphe définitif de la mécanique de Newton qui avait été utilisée pour le prédire.

La lumière zodiacale

Cassini est aussi le premier à se pencher scientifiquement sur un phénomène mentionné par divers textes islamiques médiévaux sous le nom de « faux crépuscule ». Au printemps 1683, il observe en effet dans le ciel nocturne un halo de lumière qui s'étend autour du Soleil de part et d'autre du plan de l'écliptique (ou Zodiaque). La « lumière zodiacale » constitue dès lors pour lui un objet régulier d'observation. Il suppose que ce phénomène est lié à l'existence d'une « nébuleuse » autour du Soleil.

L'astronome suisse Nicolas Fatio de Duillier (1664-1753) écrit à Cassini de Genève, en 1684, au sujet d'un « phénomène lumineux qui nous parut à Paris au commencement du printemps 1683, poursuivant à présent il en paraît ici un entièrement semblable et à peu près dans le même endroit du ciel. » Il s'agit de la lumière zodiacale pour laquelle, en 1683, Cassini a fourni l'explication et auquel, dans une lettre postérieure, Duilliers rend hommage : « Votre hypothèse, Monsieur [...] est très ingénieuse, et paraît d'autant plus conforme à la Physique que vous faites sortir de l'équateur du Soleil la matière qui en doit être le sujet.... ». Nicolas Fatio de Duilliers donne l'explication définitive de ce phénomène céleste en 1684, en montrant que la lumière zodiacale est produite par des poussières interplanétaires qui diffusent la lumière du Soleil.

La carte de la Lune

Cassini s'intéresse également à la Lune et tente d'en dresser une carte. Depuis longtemps en effet, cartographier la Lune a fait partie du travail des astronomes. Tant que l'observation se faisait à l'œil nu, seules les tâches étaient dessinées. Avec l'invention de la lunette, puis du télescope, la découverte des montagnes, des cratères ou criques, des failles et d'autres accidents topographiques a permis de choisir un système de coordonnées.

Les cartes de la Lune avant celle de Cassini

L'observation en 1609, par Galilée et ses contemporains, de la surface de la Lune à l'aide des premières lunettes a mis en évidence la présence de montagnes associées aux régions claires de la Lune. Galilée remarque ainsi que la surface de la Lune est irrégulière, contrairement à ce qu'affirmait la tradition aristotélicienne, selon laquelle les astres sont des sphères parfaites. Il découvre que les montagnes lunaires forment des anneaux enserrant des cuvettes profondes. Autrement dit, il observe les cratères lunaires. Il constate l'existence de

points lumineux isolés dans la partie sombre près du terminateur, et en déduit que ce sont des hauts sommets éclairés par le Soleil, alors que leurs bases sont encore dans l'obscurité.

Les premiers dessins de la Lune à partir de ces observations datent de cette époque et sont dus aussi bien à Galilée qu'à Harriot. Ils ne constituent qu'un progrès mineur par rapport à des dessins déjà réalisés à partir d'observations à l'œil nu, comme ceux de Léonard de Vinci, réalisés en 1505 et en 1513. Les premières cartes détaillées de la Lune datent du milieu du XVII^e siècle. La première description systématique de la surface de la Lune est donnée par Hevelius dans sa *Sélénographie*, parue en 1647. Au moment de la publication de cet ouvrage, Peiresc et Gassendi, qui avaient eux aussi entrepris l'élaboration d'une carte de la Lune, renoncent à achever leur travail. Un seul feuillet de leur carte est publié. En 1651, le père Riccioli publie une carte de la Lune, *Almagestum novum*, dans laquelle les configurations lunaires portent une nouvelle nomenclature et qui porte en tête cette citation : « Il n'y a pas d'hommes dans la Lune; les âmes n'y émigrent pas non plus ».

La carte de la Lune de Jean-Dominique Cassini

Entre 1671 et 1679, Cassini se livre à son tour à une série d'observations de la Lune grâce à une lunette de 34 pieds fabriquée par Campani et conservée à l'Observatoire de Paris. Il s'adjoint les services de deux dessinateurs professionnels, Leclerc et Pattigny, pour reporter ses observations sur le papier. Ils effectuent une série de dessins préparatoires ne représentant que ce qu'on voit à la frontière, nommé terminateur, entre la zone éclairée et la zone d'ombre de la Lune en quartiers, là où le contraste est le meilleur. En effet, à la pleine Lune, quand la lumière éclaire le satellite de face, elle écrase toutes les aspérités. La carte a donc été élaborée morceau par morceau à partir des observations de la Lune à différentes phases de son cycle.

Le 12 février 1679, Cassini présente sa carte de la Lune à l'Académie³³. Sur cette gravure de 53 cm de diamètre, les accidents lunaires, portant pour la plupart les noms attribués par Riccioli³⁴, sont mal placés mais la carte de Cassini présente beaucoup plus de

³³ La lunette astronomique renverse les images, ce qui fait que les cartes de la Lune réalisées par des astronomes, comme celle de Cassini, représentent la Lune avec le Nord en bas.

³⁴ Dès le début de l'observation instrumentale, on ressentit le besoin de donner des noms aux principales formations de la surface lunaire. Déjà, Laugrenus en 1645 avait proposé des noms comme « le détroit catholique », « le cirque de Philippe IV », « la mer de Mazarin », etc. Ce sont les dénominations du jésuite Riccioli (1598-1671) qui, avec le père Francesco Grimaldi, étudie les accidents du relief lunaire et leur attribue des noms comme mers du Sommeil, des Songes, de la Fécondité, ou de la Sérénité, terres de la Santé, de la Chaleur, ou de la Sécheresse, monts Tycho, Copernic, Kepler, Archimède, Platon, ou Aristote, ou Ste-Catherine, St-Cyrille et St-Théophile, qui ont prévalu jusqu'à aujourd'hui.

détails que toutes ses devancières et ces détails sont plus exactement dessinés. Ainsi, elle reste sans rivale jusqu'à l'apparition de la photographie. Cette carte connaît un grand succès et est rapidement épuisée. Elle est rééditée à une petite échelle, accompagnée de commentaires explicatifs, dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* en 1692.

La « Dame dans la Lune »

La carte comporte un grand cœur gravé dans la mer de Sérénité et un visage féminin dessiné en lieu et place du promontoire des Héraclides, qu'on ne retrouve pas si on observe ces régions lunaires à la lunette. En outre, sur la carte, la Lune a été tournée d'environ 30 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport à ce que l'on observe à la lunette, probablement pour redresser le visage et ainsi mieux le mettre en valeur. On peut émettre plusieurs hypothèses au sujet de ces « anomalies ».

Cassini pourrait avoir décidé de rendre un hommage indirect au Roi-Soleil qui l'a fait venir en France et lui a accordé la nationalité française en dédiant sa carte à la reine Marie-Thérèse d'Autriche (1638-1683). Cependant, si l'on examine attentivement le visage de la « dame de la Lune », on s'aperçoit qu'il présente une ressemblance frappante avec le portrait de la femme de Cassini, Geneviève de Laistre, qu'il avait épousée par amour autant que pour se trouver apparenté à une famille noble et proche de la cour, en 1673³⁵. Il semble donc plus probable qu'il s'agisse d'une déclaration d'amour de Cassini à sa femme, qu'il qualifie dans une de ses lettres de « femme selon mon cœur ».

Les lois de Cassini

Ses observations ont permis à Cassini de former en 1693 une théorie sur le mouvement de la Lune, à laquelle Félix Tisserand (1845-1896), directeur de l'Observatoire, donne le nom de « lois de Cassini » à la fin du XIX^e siècle. En effet, depuis l'Antiquité, on observe à l'œil nu les mêmes taches sombres à la surface de la Lune. Cassini, lors de ses observations, constate que périodiquement, de nouvelles structures apparaissent à la périphérie du disque lunaire. Cette variation est due à un balancement qui a reçu le nom de libration et que Cassini a décomposé en trois mouvements : libration en longitude, libration en latitude et libration

³⁵ Ce portrait, réalisé en même temps qu'un autre de Jean-Dominique Cassini en 1678, est d'ailleurs l'œuvre de Jean-Baptiste Pattigny, le fils du graveur de la carte de la Lune, alors âgé de 11 ans. Ces deux portraits furent donnés au conseil municipal de Clermont-en-Beauvaisis par Cassini IV en 1844 et se trouvent habituellement dans la salle des mariages de l'Hôtel de ville. Ils sont tous deux présentés à l'exposition.

diurne (voir glossaire). Les trois lois de Cassini sur le mouvement de la Lune peuvent se résumer ainsi :

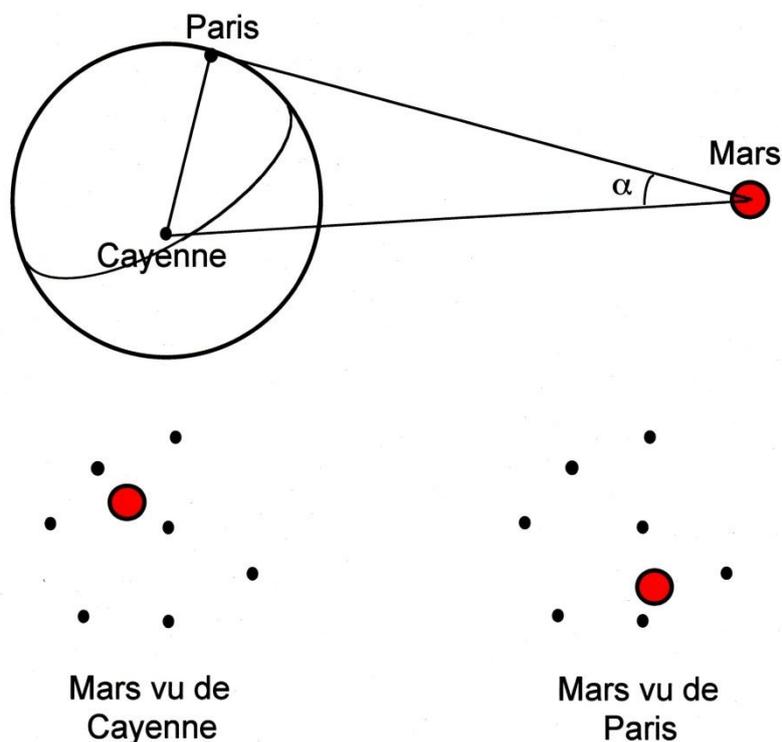
- 1- La Lune tourne sur elle-même dans le sens direct, d'un mouvement uniforme autour d'un axe dont les pôles sont fixes. La durée de cette rotation est égale à la révolution sidérale de la Lune (27 jours 7 heures 43 min et 12 secondes)
- 2- L'équateur lunaire fait un angle constant avec l'écliptique : $1^{\circ}31'$
- 3- Le nœud ascendant de l'équateur lunaire coïncide avec le nœud descendant de l'orbite.

La distance de la Terre au Soleil

Quelle est la distance de la Terre au Soleil ? Cassini va d'abord tenter de répondre à cette question en évaluant la distance de Mars lorsque cette planète est au plus proche de la Terre.

Il envoie son collaborateur Jean Richer (1630-1696) à Cayenne, en Guyane, où il séjourne en 1672 et 1673. Richer y mesure la position de Mars par rapport aux étoiles, tandis que Cassini et Jean Picard (1620-1682) font de même à Paris. De la différence entre ces positions, due au fait que le point de vue n'est pas le même dans les deux lieux, et connaissant la distance de Paris à Cayenne, ils déduisent la distance de Mars à la Terre, ce qui permet de calculer le rayon de l'orbite de Mars. En appliquant la troisième loi de Kepler, qui dit que le cube de ce rayon est proportionnel au carré de la période de révolution d'une planète autour du Soleil, Cassini obtient le rayon de l'orbite terrestre, soit 138 millions de kilomètres (en unités modernes), la valeur actuelle étant de 149,6 millions de kilomètres. En Angleterre, John Flamsteed (1646-1719) obtient indépendamment un résultat concordant avec celui de Cassini. C'est la première fois que l'on mesure cette valeur, que l'on pensait être vingt fois plus petite.

Cassini comme Flamsteed savent cependant que la mesure, avec les instruments de l'époque, est difficile et les résultats incertains.



Vue de Paris ou de Cayenne au même instant, la position de Mars par rapport aux étoiles est légèrement différente : c'est le phénomène de parallaxe. Connaissant la distance entre Paris et Cayenne et l'angle α , qui est égal à la différence entre ces deux positions, on peut calculer la distance de Mars à la Terre, puis le rayon de son orbite autour du Soleil.

Cassini et les planètes

En 1610, Galilée découvre les quatre gros satellites de Jupiter grâce aux premières lunettes astronomiques. Ces quatre satellites de Jupiter s'avèrent d'un grand intérêt : leurs éclipses fréquentes (tous les 2, 4, 8 et 16 jours environ) et facilement observables ce qui en fait des références de temps universelles. Christiaan Huygens, ayant perfectionné ces lunettes, découvre en 1655 Titan, le principal satellite de Saturne, puis montre que cette planète est entourée d'un anneau.

Cassini, dont l'acuité visuelle est exceptionnelle et qui utilise les excellentes lentilles construites par Campani à Rome, va faire encore mieux. A Bologne, il observe systématiquement les satellites de Jupiter dont il étudie le mouvement et prévoit les éclipses dans l'ombre de la planète. Il établit, à partir des observations de Galilée, Peiresc et Gassendi, les *Ephemerides Bononienses mediceorum siderum*, tables du mouvement des satellites de Jupiter, publiées en 1668, qui permettent pour la première fois d'obtenir de bonnes longitudes en France et dans toute l'Europe et lui valent une renommée européenne qui lui attire les

faveurs de Colbert et une invitation à l'Académie des sciences. A partir de 1668, l'observation des satellites de Jupiter est systématisée à l'Observatoire de Paris, pour parfaire la détermination des longitudes, jusque-là établies principalement grâce aux éclipses de Lune, développer l'astronomie géodésique et la cartographie. Cassini publie en 1693 de nouvelles tables du mouvement des satellites de Jupiter, qui corrigent les erreurs des précédentes.

Dès son arrivée à Paris en 1671, Cassini découvre un deuxième satellite de Saturne, puis un troisième l'année suivante. Six ans après, l'anneau de Saturne se présentant largement ouvert, Cassini découvre qu'il est divisé par une zone sombre : c'est la division à laquelle on a donné son nom. En 1684, il observe deux satellites supplémentaires de la planète.

Ce n'est pas tout : Cassini observe sur Saturne des bandes semblables à celles de Jupiter, et mesure, en suivant le déplacement au cours du temps de taches sur leur surface, la période de rotation de Mars et, pour la première fois, celle de Jupiter.

Au XVII^e siècle, on l'a vu, la géodésie et la cartographie ont partie liée avec l'astronomie, qui constitue l'un des domaines privilégiés de Jean-Dominique Cassini, surtout connu pour ses travaux d'astronomie, en particulier la découverte de la division de l'anneau de Saturne qui porte aujourd'hui son nom et ses observations des satellites de Jupiter.

Géodésie et cartographie

La cartographie de la France avant Cassini

Le besoin d'une carte précise du Royaume de France se fait sentir dès le XVI^e siècle. Le roi veut en effet asseoir les divisions administratives complexes de l'Ancien Régime, saisir la situation économique du pays et envisager le développement d'un réseau routier. Les premières cartes de France, manuscrites ou imprimées, ne faisaient que reprendre les coordonnées de Ptolémée. En 1525, Oronce Fine réalise la première carte de France au 1/200 000 dans son ouvrage *Description de toute la Gaule* et en 1594 paraît le premier atlas de la France sous le titre de *Théâtre françois*. A la demande de Richelieu, Nicolas Sanson réalise en 1643 une carte de France en 30 feuillets, qui est aujourd'hui perdue. Sanson voulait compléter son travail par 250 cartes particulières, projet qui s'avéra trop coûteux pour que Richelieu accepte de le financer. Sanson parvint toutefois à le faire soutenir par l'Eglise, qui ne lui octroya cependant que chichement les sommes et les renseignements nécessaires pour la réalisation de ces cartes. Sanson, puis ses héritiers, ne parvinrent à réaliser que la moitié des cartes prévues.

Colbert et les premiers travaux de l'Académie des sciences

Le besoin de cartes exactes se fait plus pressant au XVII^e siècle. Colbert a marqué dès 1663 son désir d'améliorer les cartes du royaume : Il est persuadé que de meilleures cartes permettraient de réformer une administration trop complexe et de faciliter les échanges commerciaux à travers toute la France. Mais les cartographes de l'époque sont les militaires, qui limitent de fait leur travail aux zones stratégiques, en général les frontières et les cartes. En outre, ces cartes restent imprécises, faute d'une méthode suffisamment fiable pour déterminer les coordonnées géographiques. A tel point qu'Auzout, en 1665, dans la dédicace au roi de ses *Ephémérides de la comète de 1664*, peut affirmer qu'« *il n'y a pas un Royaume dans l'Europe dont les Cartes Géographiques soient si fautives, et où la situation des lieux soit si incertaine*³⁶ ».

Pour coordonner et améliorer le travail entrepris jusqu'alors, Colbert décide de confier l'entreprise de cartographie de la France à l'Académie des sciences, qu'il a créée en 1666. Porte-parole de Colbert, Carcavi annonce le 23 mai 1668 que le premier ministre « *désiroit que l'on travaillast à faire des cartes géographiques de la France plus exactes que celles qui ont été faites jusqu'icy, et que la compagnie prescrivist la manière dont se serviroient ceux qui seront employez à ce dessein*³⁷ ».

En 1610, Galilée avait découvert l'existence des satellites de Jupiter et avait tout de suite mesuré l'utilité qu'ils pouvaient avoir pour la géographie et la cartographie. En effet, Io, le satellite le plus proche de Jupiter, a une révolution de 42 heures. Comme Jupiter est très gros, Io entre dans l'ombre de la planète à chaque révolution, et immersion et émergence sont mesurables à trois minutes près. Toutefois, c'est Cassini, quand il publie en 1668, alors qu'il se trouve encore à Bologne, les *Ephemerides Bononienses mediceorum siderum*, table des mouvements des satellites de Jupiter, qui permet à cette méthode de prendre son essor.

Au même moment, la méthode de la triangulation, qui permet, d'une base de départ mesurée sur le terrain et complétée par des mesures d'angles à partir de points visibles les uns des autres, de calculer la longueur des côtés du triangle et donc les positions relatives de

³⁶ *Ephémérides de la comète de la fin de l'année 1664 et du commencement de l'année 1665, dédiée au Roy par M. Auzout*, Paris 1665.

³⁷ M. PELLETIER, *Cartographie de la France et du monde de la Renaissance au Siècle des Lumières*, Paris 2001.

plusieurs points, est validée. Cette méthode, déjà appliquée par le hollandais Snellius, était connue depuis longtemps, mais n'avait été appliquée que sur des régions peu étendues³⁸.

Elle est utilisée par l'abbé Picard pour une première mesure, entre 1668 et 1670, du degré du méridien aux environs de Paris, sur une ligne allant de Sourdon en Picardie à Malvoisine aux confins du Gâtinais et de l'Hurepoix. Picard livre ses méthodes dans *La Mesure de la Terre*, publié entre 1671 et 1676, qui relate ces travaux et dont le chapitre 9, intitulé « la triangulation », expose les principes mathématiques qui sous-tendent son travail.

Ces mêmes méthodes servent à dresser une carte test, publiée en 1678, la *Carte particulière des environs de Paris*, qui comprend la région de Paris, de Mantes à la Ferté-sous-Jouarre et de Pont-Sainte-Maxence à Milly-en-Gâtinais et qui servira de prototype à la *Carte de France* de Cassini. Ces procédés, grâce à des levées effectuées en Bretagne, dans le Poitou, en Aunis et en Saintonge en 1675-1676, permettent également, combinées à la détermination astronomique des coordonnées des ports français grâce à des mesures conjointes de Cassini à Paris et de Picard et La Hire sur place, de publier en 1693 des cartes maritimes corrigées sous le titre de *Neptune françois*, précieuses pour développer la flotte française et combattre la puissance navale de l'Angleterre.

C'est également en utilisant ces techniques que La Hire publie en 1693 la *Carte de France corrigée par ordre du Roy*, fondée sur les déterminations astronomiques que Cassini, Picard et La Hire effectuèrent en de nombreux lieux et notamment, entre 1676 et 1681, en Bretagne, en Gascogne et en Normandie. Elle porte en surimpression la meilleure des cartes antérieures, celle dressée par Sanson, ce qui met en évidence des modifications considérables. Ainsi l'écart de longitude entre Paris et Brest, obtenu par observations d'éclipses de satellites de Jupiter, s'abaisse à 6°54' au lieu de 8°10'. La surface du royaume se trouve alors réduite d'un cinquième. Cette carte ne mesure en effet que 25 386 lieues carrées alors que celle de Sanson en comptait 31 657. En l'apprenant, Louis XIV se serait plu à dire que le voyage de

³⁸ Willebrord Snell ou Snellius est né en 1580 à Leyde, où il est mort en 1626. A partir de 1615, il travailla à la détermination de la longueur du degré de méridien par la méthode de la triangulation, dont l'emploi en géodésie avait été étudié par Gemma Frisius en 1533. Ainsi, avec un réseau de triangles, il calcula la distance entre Alkmaar et Bergen. La valeur du méridien qu'il trouva est médiocre du fait de la trop courte valeur de ses bases et de l'imprécision de ses appareils et Picard perfectionna beaucoup sa méthode avant de l'utiliser.

Picard et La Hire ne lui avait causé que de la perte et qu'il était mal récompensé de la sollicitude qu'il portait à ses astronomes³⁹.

En 1681, Picard soumet à Colbert un projet de cartographie générale de la France : il propose d'établir un « châssis général » du royaume formé par treize triangles. Après la mort de Picard en 1682, Cassini reprend la direction du projet qui a été confié à l'Observatoire de Paris. Il commence à prendre, avec Philippe de La Hire (1640-1718), des mesures pour prolonger la méridienne de Paris jusqu'aux « extrémités du Royaume », c'est-à-dire de Dunkerque à Perpignan, mais ces travaux sont interrompus par la mort de Colbert et l'arrivée au pouvoir de Louvois en 1684. En effet, les priorités du nouveau ministre sont tout autres : il entend réaliser des opérations de nivellement pour assurer l'alimentation en eau de Versailles et de ses bassins.

Les travaux de mesure sont repris en direction du sud en 1700 et terminés à Collioure l'année suivante. Mais commence alors la guerre de succession d'Espagne qui vide les caisses de l'Etat et contraint une fois de plus l'Académie à suspendre les travaux. Les mesures vers le Nord ne seront complétées qu'en 1718 par le fils de Jean-Dominique Cassini, Jacques Cassini, son cousin, Jacques Maraldi, et La Hire. Cassini II présente ses conclusions dans un mémoire en 1720.

La carte de France de Cassini III et IV

En 1730, Philippe Orry devient contrôleur général des finances. Tout en travaillant au rétablissement des finances du pays, mises à mal par des années de guerre, il conçoit la nécessité d'avoir des cartes exactes pour construire de nouveaux chemins et canaux, afin de faciliter le commerce entre les provinces et d'améliorer ainsi l'économie du Royaume. C'est dans ce contexte favorable que Jacques Cassini (Cassini II) et son fils César-François (Cassini de Thury ou Cassini III), sont invités à reprendre les opérations de triangulation de la France. Ils reprennent le projet de Picard et commencent une triangulation de la perpendiculaire à la méridienne, Saint-Malo-Paris-Strasbourg. Le 1^{er} juin 1733, Jacques Cassini et ses collaborateurs partent en direction de l'ouest. Ils terminent à Granville et constatent que « *la France se trouve encore rétrécie de ce côté-là* ».

³⁹ B. de FONTENELLE, « Eloge de Philippe de La Hire », *Histoire de l'Académie royale des sciences, année 1718*, Paris 1718, p. 6-7.

Les opérations deviennent régulières, la priorité étant donnée à la triangulation des côtes, et s'achèvent le long de l'océan en 1737. L'année suivante les savants s'attaquent à la ligne Bayonne-Antibes. La même année, on constate que les résultats de la méridienne sont incompatibles avec la forme de la Terre, telle qu'elle se déduisait des travaux de Maupertuis en Laponie et des calculs théoriques de Newton et Clairaut et qu'il est donc nécessaire de revoir le travail de Picard. C'est pourquoi en 1739 Cassini de Thury repart vers le sud et Jacques Cassini et l'abbé de La Caille vers le nord. Le canevas géométrique est achevé en 1744.

Au cours de la campagne de Flandre, théâtre principal de la guerre de succession d'Autriche, Louis XV demande à Cassini III de lever le plan du pays occupé par les armées. Pour le géographe, c'est l'occasion d'étendre hors des frontières le canevas de la France. La carte détaillée que Cassini présente au Roi l'émerveille tellement qu'il demande qu'on entreprenne la carte détaillée du Royaume que ce prince, qui devait comprendre 82 feuilles. C'est une entreprise gigantesque dans laquelle se lance Cassini de Thury : il faut d'une part compléter les travaux de triangulation qui avaient omis de vastes zones, comme la vallée de la Seine, et d'autre part établir un relevé exact de tous les objets dont la connaissance pourrait être de quelque utilité.

Le travail avance lentement, trop lentement au goût du roi. En 1756, en présentant sa carte au souverain, il apprend que sa mission est annulée faute d'argent. Cassini fonde donc, le 1^{er} août 1756, une association de cinquante membres, qui donnent 1600 livres par personne et par an, pour financer son œuvre. En 1762, la situation financière de l'association se détériore. Le roi autorise la conclusion de traités avec les différentes provinces et généralités qui s'engagent à financer une partie des travaux nécessaires à l'établissement de la carte dans leur région. Ces accords, mis en œuvre à partir de 1764, soulagent la trésorerie de l'association, mais ils permettent aux provinces de contrôler le travail des ingénieurs et de publier ainsi des cartes qui sont de redoutables concurrentes pour celles de Cassini. En dépit de ces nombreux problèmes de financement, à la mort de Cassini III en 1784, il ne restait plus que deux feuilles de la Bretagne à terminer. C'est son fils qui achève la carte de France et la présente à l'Assemblée constituante en 1790.

La carte des Cassini, issue d'une entreprise initiée par Picard et Cassini I et menée à son terme par ses descendants et successeurs, marque un double progrès dans l'histoire de la cartographie française : elle est fondée sur le positionnement d'un nombre suffisant de points

pour être la première carte de base du royaume et elle s'appuie sur un recensement toponymique qui est la première entreprise d'envergure menée en France⁴⁰.

L'ensemble des travaux, extrêmement variés, que Jean-Dominique Cassini a mené à l'Observatoire de Paris, doit beaucoup aux instruments nouveaux, adaptés à l'astronomie moderne en cours d'émergence, et à l'utilisation habile qu'en fait l'astronome. L'instrumentation dont il dispose à l'Observatoire de Paris lui permet en effet de faire des découvertes qui marqueront son époque.

Les instruments de Cassini à l'Observatoire de Paris

Lentilles, objectifs et lunettes

Jean-Dominique Cassini est en effet un observateur d'une grande habileté. Il possède sans doute une acuité visuelle exceptionnelle et manie les instruments dont il dispose avec beaucoup de dextérité. Il est également très attentif à la qualité des instruments qu'il possède : ainsi en 1664, alors qu'il est encore en Italie, deux opticiens, Campani et Divini, lui offrent des objectifs d'excellente qualité. Très précis pour l'époque, ces objectifs lui permettent de distinguer l'ombre des satellites de Jupiter sur cette planète.

Il apporte de Rome un objectif de 17 pieds. C'est sans doute avec celui-là qu'il a découvert Japet le 29 octobre 1671. On sait en effet qu'il l'utilisa lors de ses toutes premières observations en France, à Ville-l'Evêque, pour prédire le retour de taches du Soleil et que Colbert en fut si impressionné qu'il ordonna à Cassini de commander une autre lentille de 34 pieds de longueur focale. Celle-ci arriva à l'Observatoire en 1672, soit un an après le début des observations de Cassini à l'Observatoire, et lui permit de découvrir un nouveau satellite de Saturne, Rhéa, le 30 décembre de la même année⁴¹. Il souhaite équiper l'Observatoire de nombreux instruments de mesure, comme le précise un mémoire sans date que Charles Wolf place en 1682. L'ensemble des achats commandités par le Roi et le prix des objectifs, sont donnés dans les *Comptes des Bâtiments du Roi*.

La détermination des positions des astres requiert des instruments d'une grande stabilité permettant de déterminer, avec précision, des distances angulaires et de noter des

⁴⁰ M. PELLETIER, *Les Cartes des Cassini. La science au service de l'Etat et des régions*, Villeurbanne 2002, p. 11.

⁴¹ Inv. 40.

temps de passage. Ces instruments, de petite dimension à la fin du XVII^e et au début du XVIII^e siècle, sont portables afin de faciliter leur déplacement ou fixés à des murs à l'Observatoire. Pour déterminer les diamètres des objets du système solaire, les astronomes possédaient des petites lunettes par lesquelles on voyait l'objet en entier, y compris la Lune et le Soleil. Les mesures s'effectuaient grâce à des micromètres du type de celui mis au point en 1666 par Auzout et Picard.

Pour les observations mettant en jeu les caractères physiques des planètes, les instruments devaient avoir de forts grossissements. A l'époque, avec les objectifs à lentilles simples, pour augmenter le grossissement, les opticiens ne savent qu'augmenter les longueurs focales. Dans la littérature de l'époque, on trouve des mentions d'objectifs de longueur focale de 22 pieds, 34 pieds, 87 et même 136 pieds. Pour les longueurs focales relativement courtes, les tubes des lunettes étaient suspendus à des mâts équipés de poulies et de systèmes de rappel permettant de les orienter dans la direction de l'astre à observer. Pour les grandes longueurs focales, il fallait trouver d'autres solutions.

Pour se servir des objectifs de grande longueur focale, Cassini et Huygens utilisent deux techniques différentes. Huygens imagine de suspendre l'objectif à un mât et de matérialiser le trajet objectif-oculaire par un câble. L'astronome s'appuie sur une sorte de support qui lui permet de bloquer assez convenablement l'oculaire.

Cassini, de son côté, place les objectifs soit sur la terrasse supérieure de l'Observatoire, soit sur une tour en bois amenée de Marly où elle avait servi à élever les eaux pour alimenter Versailles. Cassini, oculaire en main, se déplaçait dans la cour nord de l'Observatoire. A ces lentilles simples, les astronomes associent des oculaires dont la longueur focale allait de 2 cm jusqu'à 8 cm. En étudiant un mémoire d'Auzout, Wolf a pu donner une idée des grossissements obtenus par Cassini : les lunettes de 30 à 35 pieds associées à un oculaire de 3 pouces donnaient un grossissement de 120 à 140. Avec une lunette de 150 pieds, le grossissement pouvait atteindre 600.

On dit que Huygens et Cassini étaient pratiquement les deux seuls astronomes de leur temps qui aient su utiliser, avec efficacité, ces objectifs et ces méthodes d'observation qui requièrent une exceptionnelle habileté. Très peu d'astronomes seront capables du même exploit et l'usage des lunettes sans tuyau se perdra vite. L'observation physique des astres sommeillera donc jusqu'à l'amélioration de la qualité des optiques qui, à la fin du XVIII^e siècle, permettra d'obtenir, à grossissement équivalent, des lunettes plus courtes. En effet, à la

lecture des journaux d'observation aussi bien qu'à l'examen des correspondances échangées entre les astronomes, on constate, tant à propos des taches du soleil que de la forme des anneaux de Saturne ou de la tache de Jupiter, que la recherche de nouveaux phénomènes célestes laisse progressivement place à l'étude approfondie des phénomènes déjà connus.

Les instruments de mesure géodésique

En ce qui concerne la géodésie, Picard donne dans la *Mesure de la terre*, parue en 1671, la liste des instruments nécessaires à la réalisation de mesures géodésiques de précision et en donne la description, le mode d'emploi et les principes de contrôle, qu'il a lui-même établis et qui seront désormais à la base des travaux d'astrométrie.

Pour la triangulation, Picard emploie des instruments qu'il conçoit lui-même. Son instrument principal de mesure angulaire est un quart-de-cercle à deux lunettes, dont l'une est fixe et l'autre mobile, à micromètre, monté horizontalement, dont le limbe a 38 pouces (102 cm) de rayon. Mais un tel instrument est très encombrant et peu pratique à utiliser pour trianguler puisque les sommets des triangles sont des tours, des clochers ou des moulins, en haut desquels il faut transporter les instruments. On utilisait donc des quarts-de-cercle plus petits, mais moins précis, puisque la précision est proportionnelle à la taille. Pour la détermination astronomique des latitudes, il fit réaliser un secteur astronomique de 10 pieds (325 cm) de rayon, de court angle au centre (18°), où une lunette de grande focale tourne dans un plan vertical. Un fil à plomb permet de déterminer la verticale. Pour les longueurs, il utilise la toise du Châtelet, formée d'une règle de fer terminée par deux ergots et scellée dans le mur du Châtelet à Paris, qu'il vient de faire restaurer⁴².

En 1667, Picard et Auzout construisent le premier quart-de-cercle muni d'une lunette, celle-ci étant pourvue d'un micromètre, inventé à cette occasion et dont les principes sont ceux des micromètres qui équipent aujourd'hui les instruments d'optique. On peut désormais mesurer les hauteurs des astres, et les latitudes, à quelques secondes de degré près.

Les astronomes de l'Observatoire disposent bientôt de bons quarts-de-cercle (ou de sextants) soigneusement contrôlés. A l'aide de pendules marquant la seconde ou même la

⁴² M. PELLETIER, *Cartographie de la France et du monde de la Renaissance au Siècle des Lumières*, Paris 2001.

demi-seconde, et «tenant la seconde» en 24 heures, ils peuvent désormais observer le temps des passages des astres, notamment dans le plan méridien.

On l'a vu, pour les instruments de mesure géodésiques comme pour les instruments d'astrométrie, la mesure du temps est essentielle et il est déterminant de disposer d'horloges de grande précision. A l'Observatoire Royal, Cassini et ses collègues disposent, grâce à Huygens⁴³, des horloges les plus précises du moment que l'horloger Isaac Thuret sait fabriquer à Paris, et aussi du micromètre à fil mobile qu'ils doivent, depuis 1666, à Auzout et à Picard.

Toutefois, de ces instruments commandés ou utilisés par Cassini I après son installation à l'Observatoire de Paris, il ne reste pratiquement rien. A une exception près cependant, celle constituée par une série de lentilles italiennes dont deux sont signées Campani. En revanche, le quart-de-cercle commandé par Cassini pour faire à Paris des observations symétriques à celle que Picard faisait à Uraniborg a totalement disparu, de même que les autres instruments que l'Observatoire abritait à l'époque.

Les nombreux travaux de Jean-Dominique Cassini ont été menés en collaboration avec les astronomes de l'Observatoire et les savants de l'Académie des sciences ainsi qu'avec ses fils et neveux. Ce savant italien a su faire de l'Observatoire royal de Paris un centre de l'Europe savante de son temps et établir un vaste réseau de coopération et d'échanges entre savants européens.

⁴³ Voir focus sur le pendule de Huygens en annexe, p. 70.

L'Europe savante à l'Observatoire

Sous la férule de Jean-Dominique Cassini, l'Observatoire de Paris devient dès sa création en 1669 un carrefour de l'Europe savante de la fin du XVII^e siècle. Ses astronomes, affiliés à l'Académie des sciences, y travaillent en étroite collaboration avec tout ce que l'Europe de l'époque compte d'hommes de sciences connus, tels Newton, Halley, Huygens ou encore Römer. En effet, dès avant son arrivée en France, alors qu'il est encore professeur d'astronomie à l'université de Bologne, Cassini jouit d'une grande renommée, en particulier après la publication des éphémérides des satellites de Jupiter en 1668, et entretient une abondante correspondance avec des savants italiens comme le P. Eschinardi de Padoue ou anglais comme Newton.

Les collaborateurs de Cassini à l'Observatoire de Paris

L'Académie des sciences

Quand il est nommé surintendant des bâtiments du roi en 1664, Colbert a pour ambition de donner une nouvelle dimension au mécénat royal. Cette politique débouche sur la création de l'Académie royale des sciences en 1666 : S'inspirant de la *Royal Society* britannique, créée en 1662, qui avait pris pour modèle les académies de Rome (1603) et de Florence (1657), cette institution a pour but de s'assurer le contrôle des meilleurs savants du royaume en finançant leurs travaux dont le matériel expérimental devient alors de plus en plus coûteux⁴⁴. Mais à l'époque de sa fondation, la plupart des savants qui ont fait la gloire de la science française ont disparu : Descartes est mort en 1650, Pascal en 1662 et Fermat en 1665.

Ainsi, l'Académie Royale des Sciences cherche-t-elle dès son établissement à attirer d'illustres étrangers. Chapelain, le conseiller habituel de Colbert dans ses relations avec les hommes de lettres et de sciences, adresse en son nom des lettres d'invitation à Leibniz, Hevelius, Viviani et Newton.

⁴⁴ Voir la partie sur les instruments, plus bas.

Hevelius décline l'offre. Des considérations financières et sentimentales, le retiennent dans son pays en dépit des avantages offerts par la couronne de France. Il avait en effet aménagé sa maison de Danzig en observatoire : à l'étage inférieur était installée une imprimerie pour graver les planches de son atlas de la lune, premier atlas complet de la lune, qui devait paraître en 1667 sous le nom de *Selenographia*. Il était en outre particulièrement bien équipé en lunettes, quarts de cercle et instruments de toute sorte. L'ensemble représente un investissement important et il préfère ne pas s'en séparer. Cependant, il est affilié à l'Académie des sciences et une pension lui est versée. Reconnaisant à Louis XIV de l'honneur qu'il lui avait fait, Hevelius dédie au Roi-Soleil son *Cometographia*, paru en 1666 et son œuvre la plus célèbre, où il décrit ses grandes lunettes, *De Machina Coelestis* (1673). Quant aux autres invités, ils déclinent eux aussi l'offre qui leur est faite et la couronne de France doit se contenter de les affilier à l'Académie des Sciences et de leur servir une pension.

Les collaborateurs de Cassini

D'autres savants étrangers sont cependant invités à l'Observatoire de Paris par l'Académie des sciences, qui acceptent de répondre à la demande qui leur est faite et deviennent ainsi de proches collaborateurs de Jean-Dominique Cassini dans ses travaux d'astronomie, mais aussi dans d'autres domaines. C'est en particulier le cas de Christiaan Huygens et d'Ole Christensen Römer.

Huyguens

A la fin du XVII^e siècle, Christiaan Huygens (1629-1695) est sans conteste le plus grand mathématicien et physicien d'Europe. Ses recherches en mécanique et en mathématiques l'ont conduit à inventer l'horloge à pendule, présentée aux Etats généraux des Pays-Bas en 1657, qui laisse présager une solution au problème de la détermination de la longitude en mer⁴⁵. Huygens s'est aussi illustré dans d'autres domaines, en particulier avec ses découvertes sur Saturne dont il a localisé le premier satellite en 1655 et qu'il a décrite en 1659 comme entourée d'un anneau. Il se rend à Paris en 1655 et en 1660 mais ne devient membre de l'Académie des sciences qu'en 1666.

⁴⁵ Voir focus sur le pendule de Huygens en annexe, p. 70.

Appelé en France à l'initiative de savants qu'il a rencontrés lors de ses précédents voyages, qui prennent comme intermédiaires auprès de Colbert les frères Charles et Claude Perrault, c'est en grand seigneur de la science que Huygens est accueilli à Paris le 21 avril 1666 : on lui alloue pension la plus élevée de l'Académie ainsi qu'un logement à la Bibliothèque du roi, puis une chambre à l'Observatoire avant la fin de l'année 1672 et deux en 1673.

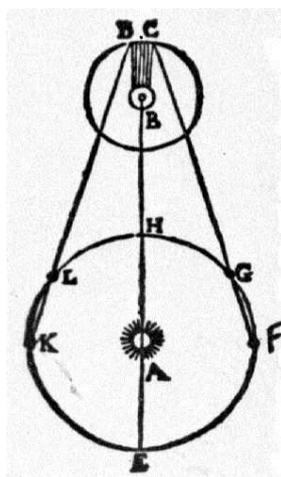
Dans les premières années de son séjour à Paris, Huygens aide à élaborer les programmes de recherche de l'Académie. Il participe au grand débat sur la cause de la pesanteur et commence à rédiger l'ouvrage qu'il veut faire paraître sur son horloge à pendule. En 1670, il tombe malade et doit rentrer se reposer quelques mois dans son pays natal. Peu de temps après son retour à Paris, en 1672, la France entame une guerre contre la Hollande, qui dure jusqu'en 1679. Huygens reste toutefois en France et poursuit ses travaux, découvrant notamment la nature ondulatoire de la lumière. Mais il repart une nouvelle fois en Hollande en 1679 et la mort de Colbert en 1683 ainsi que la révocation de l'édit de Nantes en 1685 l'empêchent de revenir en France. Pour les dernières années de sa carrière scientifique, il doit se résoudre à demeurer en sa résidence de Hofwijck et sur le Plein de La Haye.

Cassini, Römer et la vitesse de la lumière

Né à Aarhus en 1644, de parents modestes Ole Christensen Römer (1644-1710) fréquente l'université de Copenhague, où il devient l'assistant d'Erasmus Bartholin, médecin célèbre pour avoir découvert la biréfringence du spath d'Islande. Il s'intéresse à la technique et invente des horloges et divers instruments destinés à améliorer l'observation astronomique. Mais sa carrière ne commence réellement qu'en 1671, quand Picard vient au Danemark pour mesurer la longitude d'Uraniborg, observatoire construit par Tycho Brahé sur l'île de Hven en 1576. Römer participe à la campagne de mesures et Picard remarque très vite ses compétences, si bien que, sa mission accomplie, il persuade le jeune Danois de le suivre à Paris. Dès son arrivée en France en 1672, il est nommé académicien, s'installe et vit à l'Observatoire pendant près de 10 ans. Outre ses tâches à l'Observatoire, Römer occupe la fonction de précepteur du Dauphin. Il collabore non seulement avec Picard mais aussi avec Cassini et d'autres de ses collègues de l'Académie.

En étudiant le mouvement des satellites de Jupiter, les astronomes de l'Observatoire découvrent une irrégularité dans celui du satellite le plus proche de la planète, Io. Le 22 août 1676, Cassini annonce à l'Académie que cette irrégularité pourrait provenir « de ce que la

lumière arrive des satellites avec un retard tel qu'il faut 10 ou 11 minutes pour qu'elle franchisse une distance égale au rayon de l'orbite de la Terre ». C'est une idée révolutionnaire car on croit généralement que la lumière se propage instantanément. Cependant, Cassini a des doutes croissants sur cette hypothèse. En effet il ne retrouve pas la même irrégularité sur les autres satellites dont le mouvement est compliqué par leurs attractions mutuelles, ce qu'il ne peut alors savoir. Il laisse donc au seul Römer la responsabilité de publier le 7 décembre 1676 dans le *Journal des Sçavans* un article exposant l'hypothèse selon laquelle c'est la vitesse finie de la lumière qui produit le phénomène⁴⁶. Les inégalités s'expliquent en effet si la lumière du satellite met un certain temps pour parvenir à la terre, comme le montre le croquis publié dans le *Journal des Sçavans* :



Entre deux immersions, la Terre se rapproche de Jupiter, passant par exemple de F à G. Si le mouvement de la lumière est « progressif » plutôt qu'« instantané », autrement dit, si la vitesse de la lumière est finie plutôt qu'infinie, l'observateur en F perçoit la première immersion avec un certain retard dû au temps qu'il a fallu pour que la lumière lui parvienne. Une révolution de Io plus tard, la Terre est en G. Quand ce même observateur aperçoit la seconde immersion, le décalage temporel est inférieur puisque le trajet parcouru par la lumière est moins long. Le temps qui s'est écoulé entre les deux immersions semble donc plus court qu'en réalité.

L'hypothèse de Römer est limpide, mais elle n'est pas facile à accepter, surtout en France où Descartes, qui tient, comme la majorité des savants de l'Antiquité, le déplacement

⁴⁶ Sur la chronologie de cette découverte, qui est généralement attribuée au seul Römer, voir L. BOBIS, J. LEQUEUX, « Cassini, Romer and the velocity of light », *Journal of Astronomical History and Heritage*, 11(2) (2008), pp. 97-105.

de la lumière pour instantané, exerce une dictature sur le monde de la science. Römer fait part de sa théorie à l'Académie des sciences en décembre 1676 et ajoute que la lumière met 22' pour parcourir une distance équivalente au diamètre de l'orbite terrestre – estimation qui dépasse de 5'20'' la valeur aujourd'hui admise. Huygens, Newton et Halley accueillent favorablement l'hypothèse d'une vitesse finie de la lumière. Elle n'est toutefois définitivement admise qu'en 1727, quand James Bradley met en évidence l'aberration de la lumière.

Les correspondants

Cassini travaille également en collaboration avec des savants renommés en Europe, en particulier des savants italiens et anglais, mais qui ne sont pas affiliés à l'Académie des sciences ou ne séjournent pas à l'Observatoire en entretenant avec eux une importante correspondance. En effet, s'il existe des journaux scientifiques dans les dernières années du XVII^e siècle, la science moderne se développe aussi beaucoup grâce à la correspondance entre quelques savants comme l'astronome Johannes Hevelius à Danzig, Henri Justel à Paris, le P. Eschinardi à Rome et Henri Oldenburg, membre de la *Royal Society* de Londres. C'est en France qu'ont lieu à cette époque les plus importantes découvertes de corps et de phénomènes célestes nouveaux. Une volumineuse correspondance atteste de la prééminence française en matière d'astronomie de position et de géodésie astronomique.

Cassini établit en effet, dans le cadre de l'Académie des sciences, des relations épistolaires régulières avec de nombreuses personnalités de l'Europe savante du XVII^e siècle finissant. Les correspondants de l'Académie ont en effet un statut codifié. Être correspondant de l'Académie, c'est être associé à un membre de l'Académie. Cassini a quatorze correspondants avec lesquels il échange une correspondance abondante où il est question d'observations, d'instruments et de techniques observationnelles et mènent avec eux de véritables travaux en commun.

Ainsi, dès son arrivée à Paris, Cassini établit une correspondance régulière avec la toute récente *Royal Society*, en particulier avec les astronomes John Flamsteed (1646-1719) et Edmond Halley (1656-1742). Towneley et Flamsteed comparaient les éphémérides des satellites de Jupiter avec leurs propres observations et après la mort d'Oldenburg, Flamsteed continua sa correspondance avec Cassini et ils échangèrent leurs résultats sur les satellites de Jupiter. Trois de ses lettres, écrites entre 1681 et 1682, se trouvent dans les archives de

l'Observatoire de Paris. Elles rapportent des observations de comètes faites à l'Observatoire de Greenwich et des éclipses de Lune observées en 1682 et sont écrites en latin⁴⁷.

Dès avant d'être élu à la *Royal Society* en 1686 et de reprendre la correspondance de Flamsteed avec Cassini, Halley travaille en collaboration avec lui, lui rend visite à Paris et séjourne à l'Observatoire. Il met les tables astronomiques de Cassini en conformité avec la longitude de Londres puis tente de mesurer la parallaxe lunaire comme Cassini l'avait suggéré. En 1680-1681, Halley séjourne six mois rue de Buci et observe fréquemment la grande comète, qu'on appellera plus tard comète de Halley et qu'il avait déjà vu en Angleterre, avec Cassini à l'Observatoire, comme le mentionne le petit mémoire des observations de la comète qu'il présente à Louis XIV. L'observatoire conserve une lettre écrite par Halley à Cassini le 8 juin 1681, rédigée en français, où l'astronome anglais met en lumière ce qui constitue le cœur d'une telle correspondance scientifique : « ce qu'il vous plaira de nous communiquer nous sera toujours agréable, et on ne manquera pas de notre côté de vous envoyer tout ce qui se passera icy de curieux qui nous paraîtra digne de vous⁴⁸ ».

L'abondante correspondance qu'entretiennent Flamsteed, Halley et Cassini leur permet de mener des travaux en commun. Ainsi, en 1676, Cassini à Paris et Flamsteed et Halley en Angleterre observent des grandes taches solaires. Tous trois découvrent ensemble une propriété importante du soleil, sa rotation autour de son axe⁴⁹.

Parmi les correspondants de Cassini, au sens strict que donne à ce terme l'Académie des sciences, on trouve aussi des savants italiens, tels Vincenzo Viviani (1622-1703), mathématicien, physicien et astronome florentin, correspondant de Cassini au 4 mars 1699 et nommé associé étranger en novembre 1699. L'observatoire possède de lui trois lettres, écrites entre 1668 et 1671, en italien⁵⁰. Cassini entretient également une correspondance active avec le père jésuite Francesco Eschinardi, continuant un échange qui avait commencé avant son arrivée en France. En effet, la première des cinq lettres de lui que l'on trouve à la bibliothèque de l'Observatoire, datée du 26 mai 1666, est adressée à Cassini à Bologne. Les suivants ont

⁴⁷ B 4-10.

⁴⁸ B 4-10.

⁴⁹ Sur la collaboration de Cassini avec les savants anglais de la *Royal Society*, voir Alan COOK, « Cassini et ses collègues anglais », *Sur les traces des Cassini : astronomes et observatoires du sud de la France*, 121^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice 2001, p. 129-136.

⁵⁰ B 4-12.

été écrites entre novembre 1680 et janvier 1681 et présentent des observations faites par le P. Eschinardi à Padoue⁵¹.

Ainsi, les travaux menés par Cassini à l'Observatoire de Paris dans le cadre de l'Académie des sciences l'ont été en collaboration avec de nombreuses personnalités du monde de l'Europe savante de la fin du XVII^e siècle. Mais Jean-Dominique Cassini a également travaillé en étroite collaboration avec des membres de sa famille, fils et neveux, qu'il a formé à l'astronomie et aux méthodes d'observation, fondant ainsi une dynastie qui plonge ses racines dans l'histoire de l'Observatoire de Paris et contribue au rayonnement de la science astronomique et géodésique française dans toute l'Europe jusqu'à la Révolution.

La dynastie des Cassini

Véritable dynastie, les Cassini ont en effet contribué par leurs travaux et leurs découvertes au progrès et au renom de la science astronomique et géodésique française, de Louis XIV à la Révolution. Pendant 125 ans, l'histoire de cette famille issue de la petite noblesse siennoise se confond avec l'histoire de l'Observatoire.

1712-1756: Cassini II

Jacques Cassini, dit Cassini II, fils de Jean-Dominique Cassini, est né le 18 février 1677 à Paris. « Elevé par son père, il continua ses travaux et sa gloire ». Il est admis comme élève à l'Académie des sciences en 1694 et y succède à son père comme pensionnaire en 1712. Son père l'associe très tôt à ses travaux et l'emmène avec lui dans ses nombreux voyages à travers l'Europe, au cours desquels il prend part à de nombreuses opérations géodésiques et astronomiques. C'est ainsi qu'il l'accompagne en Italie et en Angleterre, où il se lia d'amitié avec Newton et Halley.

A la mort de son père, il prend sa suite à la tête de l'Observatoire. En 1717, il publie un important travail sur l'inclination des orbites des satellites. Cependant, il s'illustre surtout dans ses travaux géodésiques de mesure de la méridienne de France, dont il a fait reprendre les mesures entre Perpignan et Paris dès 1729. Cartésien convaincu, comme son père, il prend

⁵¹ B 4-9b.

position contre l'aplatissement terrestre, s'opposant ainsi aux conclusions que l'on pouvait tirer de la loi de la gravitation universelle de Newton.

En 1740, après avoir publié des éléments d'astronomie, comprenant l'inutilité de son opposition aux idées nouvelles, il abandonne progressivement son activité scientifique, laissant à son fils César-François le soin de poursuivre le travail familial, à savoir l'établissement de la carte de France et la charge de l'Observatoire. Le 15 avril 1756, alors qu'il se rendait dans sa propriété de Thury, sa voiture verse et il meurt des suites de cet accident le lendemain, 16 avril.

1756-1784: Cassini III

César-François Cassini dit Cassini de Thury ou Cassini III, second fils de Jacques Cassini, est né à Thury le 17 juin 1714. Il fut l'élève de Giacomo Filippo Maraldi, neveu et collaborateur de Cassini I et participe aux opérations géodésiques entreprises par son père en 1733-1734. Il devient assistant surnuméraire de l'Académie en 1735, à 22 ans puis assistant régulier en 1741, associé dans la section de mécanique, puis membre pensionné dans la section d'astronomie en 1745. Avec l'astronome La Caille, il vérifie alors de nouveau la partie nord de la méridienne de France.

En 1771, il reçoit le titre de Directeur général de l'Observatoire. Il continue les travaux des membres de sa famille et publie l'essentiel de la première carte de France moderne, la « carte de Cassini », une entreprise sans équivalent jusqu'alors et qui lui demanda 49 années de travail. Il meurt le 4 septembre 1784 de la petite vérole.

1784-1793: Cassini IV

Jean-Dominique, comte de Cassini, fils de Cassini III, est né le 30 juin 1748. En 1768 il voyage dans l'Atlantique comme commissaire pour l'épreuve des montres marines. Il va ainsi en Amérique puis sur les côtes d'Afrique, avant de revenir à Brest. Élu adjoint à l'Académie des sciences en 1770, il en devient membre associé en 1785. L'Académie le charge de la rédaction du *Voyage en Californie* de l'abbé Chappe.

Il assume graduellement les responsabilités de directeur de l'Observatoire quand son père tombe malade. Il est officiellement nommé directeur en 1784. Il achève les travaux de la Carte de France et participe aux opérations géodésiques de raccordement des méridiens de Paris et de Greenwich. Au début de la Révolution, il accepte quelques charges politiques et

participe pendant plusieurs mois aux travaux de la Commission de l'Académie chargée de la préparation du système métrique. Mais, foncièrement attaché à la monarchie, il se démet de ses fonctions en septembre 1793. Traduit devant le tribunal révolutionnaire à la suite d'une dénonciation du Comité révolutionnaire de Beauvais en 1793, il a la vie sauve grâce à la chute de Robespierre le IX Thermidor an II (27 juillet 1794), mais il est toutefois emprisonné au couvent des Bénédictins anglais de février à août 1794. A sa libération, il se retira dans son château de Thury. Il démissionne du Bureau des longitudes en 1795 et du nouvel Institut national en 1796 mais accepte son élection comme membre de la section d'astronomie de la nouvelle Académie des sciences en 1799. Il renonce à son travail scientifique et se consacre à des écrits polémiques visant à défendre le prestige scientifique de sa famille et à justifier son attitude. Il publie, en 1810, les *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire royal de Paris*. Il meurt le 18 octobre 1845 à 97 ans.

Avec le dernier de ses cinq enfants, Alexandre Henri-Gabriel, vicomte de Cassini (1781-1832), qui fut juriste et botaniste, s'éteindra la branche française de la famille Cassini. D'abord employé au dépôt de guerre jusqu'en 1804, il fut nommé en 1810 membre du Tribunal de première instance de la Seine et conseiller puis président de la Cour royale de Paris. Député de l'arrondissement de Clermont en Beauvaisis, il fut aussi conseiller à la cour de cassation et nommé membre de l'Institut en 1827 ainsi que pair de France le 19 novembre 1830.

Les Cassini et les Maraldi, deux familles liées par l'astronomie

Quand on parle de la dynastie des Cassini, on ne peut pas ne pas mentionner la branche des Maraldi, issus de la sœur de Jean-Dominique Cassini, Angela Caterina et de son mari Francesco Maraldi, architecte. Les liens entre les deux familles sont demeurés, malgré la distance, très étroits. Jean-Dominique Cassini se déplace souvent à Rome, à Bologne et à Florence, toujours accompagné par son beau-frère, Francesco Maraldi.

Deux Maraldi en particulier vont contribuer aux travaux des Cassini et les assister dans leurs recherches à l'Observatoire. Le premier, Giacomo Filippo Maraldi, est né à Perinaldo le 21 août 1665, fils de d'Angela Caterina et Francesco Maraldi. Il poursuit brillamment des études de mathématiques. En 1687, alors qu'il a 22 ans, son oncle le réclame pour l'initier à l'astronomie et lui permettre de « développer lui-même ces talents héréditaires de la famille ». Il forme le projet de constituer un catalogue des étoiles fixes, qui lui vaut d'être reçu membre de l'Académie des sciences en 1694. Dans les années 1700, il assiste son

oncle et son cousin dans les travaux de prolongation de la méridienne vers le nord de la France. Il meurt à Paris le 24 décembre 1729, à 64 ans, alors qu'il mettait la dernière main à son grand œuvre, le catalogue des étoiles.

Le second astronome de la famille Maraldi, Gian Domenico, est le neveu de Giacomo Filippo Maraldi. Il naît à Perinaldo le 17 avril 1709 et est appelé à Paris par son oncle, Cassini II, en 1728. Il est associé à l'Académie des sciences en 1733 et publie plusieurs mémoires concernant notamment le mouvement apparent de l'étoile polaire vers les pôles du monde et les satellites de Jupiter. Après la mort de son oncle, en 1756, il continue ses observations météorologiques à l'Observatoire de Paris. Il participe à l'élaboration de la carte des triangles, parue en 1744, qui servit de base à la grande carte de France, dite carte de Cassini. Malade, il est contraint de rentrer dans sa ville natale en 1770 et y meurt le 1er décembre 1788.

Un autre Giacomo Filippo Maraldi (1746-1814), fils de Giacomo Francesco et neveu du précédent, médecin, publie également dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* des observations sur les satellites de Jupiter.

La majeure partie des travaux de Jean-Dominique Cassini ont été effectués à l'Observatoire de Paris, que l'architecte Claude Perrault a, on l'a vu, conçu pour être un véritable bâtiment-instrument. Cependant, le bâtiment d'origine a subi de nombreuses transformations, dès l'époque de Cassini II et jusqu'à nos jours, si bien qu'il est aujourd'hui difficile de se représenter les lieux tels que l'astronome du Roi-Soleil les a connus. A la faveur de l'exposition, nous tenterons toutefois de construire un parcours dans l'Observatoire de Cassini I.

L'Observatoire de Paris au temps de Cassini : parcours dans l'Observatoire

Si les bâtiments de l'Observatoire de Paris sont toujours ceux construits sur les plans de Perrault, l'aménagement intérieur a subi bien des modifications depuis que Jean-Dominique Cassini s'est installé dans l'appartement de trois pièces que lui avait aménagé l'architecte sur les instances de Perrault le 14 septembre 1671. On tentera cependant, dans un parcours dans les bâtiments actuels de l'Observatoire de Paris, de se représenter les lieux tels que Cassini, ses collaborateurs et ses descendants y ont vécu et travaillé⁵².

L'ancien portail de l'Observatoire était situé, à l'époque de Cassini, rue du Faubourg Saint-Jacques car la rue a été abaissée au moment de l'établissement du tout-à-l'égout. Le tracé actuel de la cour Nord date de la création de l'avenue de l'Observatoire vers 1811-1812, de même que les deux pavillons d'entrée, avec la démolition des constructions où habitaient les astronomes logés dans le bâtiment principal, tels les Maraldi au temps de Cassini.

Les souterrains

Lors de la fondation de l'Observatoire, un labyrinthe souterrain fut découvert qui retarda les travaux et en augmenta significativement le coût : « La résolution de bâtir l'Observatoire sur un terrain proche de la fausse porte Saint-Jacques ne fut pas plus tôt prise qu'il se trouva une grande difficulté à son exécution. Le terrain était creux par-dessous par de grandes carrières, en sorte qu'il n'était pas estat de porter le fardeau du grand édifice qu'on proposait d'y construire. Cependant, comme il n'ay allait que de la dépense de remplir ces carrières de maçonnerie aux endroits où l'édifice serait planté, on passa outre. On trouva

⁵² Pour s'en faire une idée plus précise, on pourra se reporter aux planches I à IX de C. WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902. L'auteur donne en traits pleins le plan de l'époque de Cassini, en pointillés les modifications apportées à la partie centrale au début du XIXe siècle. Il faudrait y ajouter le tracé actuel, qui englobe largement l'aqueduc d'Arcueil et par le 77, va jusqu'à la rue Denfert.

même que cette rencontre était heureuse, parce que cela donnerait des lieux souterrains on l'on pourrait faire plusieurs expériences pour la Physique et les Mathématiques⁵³. »

En effet, c'est aussi une aubaine pour les savants qui imaginèrent d'y faire des expériences de physique et de mathématiques. Les caves de l'Observatoire présentent l'avantage d'avoir une température constante de 11°86. Elles sont constituées de galeries horizontales creusées dans le sol reliées à l'entrée des carrières ou catacombes du boulevard Saint-Jacques.

Pour montrer leur piété les académiciens placèrent en 1671 dans une des galeries une statuette de la vierge avec ces deux inscriptions :

*Pêcheur Dieu te regarde et tu n'y penses pas Notre-Dame de Sous Terre.
Si l'amour de Marie en ton cœur est gravé en passant ne t'oublie de lui dire un
ave. H 1671*

Le rez-de-chaussée

Le puits zénithal

Le « puits zénithal » est constitué d'ouvertures superposées à tous les niveaux du bâtiment Perrault, depuis les caves jusqu'à la terrasse supérieure : il mesure au total 55 mètres. Ce puits « fait pour l'observation des étoiles verticales » fut présenté au Roi en 1682 et traverse encore aujourd'hui tous les niveaux du bâtiment.

Dès 1669, Jean-Dominique Cassini avait envisagé de se servir de ce puits comme d'une grande lunette verticale dont l'objectif aurait été fixé au niveau de la terrasse supérieure et l'oculaire sur un support au fond des caves. De grands manchons de toiles cirées noire occultaient la lumière latérale à chaque étage. On espérait pouvoir ainsi déterminer la parallaxe - et donc la distance - des étoiles passant près du zénith. L'agitation des images sur une aussi grande longueur n'a pas permis le succès de ce projet et l'instrument, peu commode, n'a guère été utilisé.

Il servit cependant pour des expériences de physique. Mariotte et La Hire y étudièrent en 1683 la chute des corps en utilisant des billes de plomb. On y fit aussi des essais de résistance de tuyaux à la pression ou des étalonnages de baromètres à eau.

⁵³ Notes de Claude Perrault, citées dans C. WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris, op. cit.*, p. 53.

Avant de monter au premier étage, on peut admirer la beauté stéréotomique de l'escalier monumental qui, bien qu'il ait été réduit de moitié pour se conformer aux souhaits de Cassini, compte 156 marches : les marches ne sont pas ancrées dans les murs.

Le premier étage

A l'époque de Cassini, le premier étage abritait un certain nombre d'appartements, délimités par des cloisons intermédiaires installées dans les grandes salles voûtées construites par Perrault et des planchers installés à mi-hauteur. C'est en particulier là qu'était situé celui de la famille Cassini, dans la tour Est. La grande galerie n'avait pas la forme qu'elle a actuellement, ni à l'est ni à l'ouest.

Dans l'actuelle salle de lecture, située dans la tour Est alors disponible, Cassini I a sans doute installée une première méridienne, ensuite remplacée par celle de l'actuelle salle Cassini. La tour Ouest comportait un plafond à mi-hauteur et des textes indiquent que les appartements des enfants de la famille Cassini y étaient situés. Mais elle abritait également un remarquable objet de curiosité, le parterre géographique.

Le parterre géographique

Pour « faciliter l'intelligence de la Géographie », Cassini fit tracer sur le pavé de la tour occidentale de l'Observatoire un planisphère à grande échelle occupant toute la surface de la pièce (24 pieds soit 7,80 m de diamètre). Les méridiens étaient représentés sous la forme des rayons d'une roue et ses parallèles à intervalle de 10 degrés. Une corde était fixée au centre par une épingle pour déterminer la longitude du lieu considéré et une perle était enfilée dessus pour en calculer la latitude. Il permettait ainsi de saisir en un coup d'œil la position exacte d'un lieu. Dessinée à l'encre par les académiciens Sedileau et Chazelles, élèves de Cassini, elle fut rétablie en 1690 par M. de La Faye, mais disparut dès le début du XVIII^e siècle, quand on divisa la rotonde en chambres pour la famille Cassini, comme le montre le plan de l'Observatoire établi par Cassini IV.

Cette carte avait pour but de corriger les cartes géographiques de l'époque, très fautive pour la plupart. Elle combinait donc les informations des « meilleures cartes et globes » du temps et les corrections qu'y apportaient les voyages d'exploration, en particulier ceux des astronomes de l'Académie des sciences, comme celui de Picard au Danemark, celui de

Picard et de La Hire sur les côtes de France, celui de Richer à Cayenne, de Chazelles en Egypte, de Varin, Glos et des Hayes au Cap Vert, à Gorée et aux Antilles et des Pères Jésuites mathématiciens du Roy au Cap de Bonne-Espérance et au Siam. Au fur et à mesure que ces informations lui parvenaient, Cassini les faisait reporter sur le parterre géographique de l'Observatoire de Paris, qui constitua ainsi la première contribution de la France aux nouvelles sciences, la géodésie et la cartographie, dans lesquelles elle allait s'illustrer tout au long du XVIIIe siècle grâce à l'action des Cassini.

Le planisphère de la tour occidentale fut pendant de nombreuses années l'un des plus grands objets de curiosité des visiteurs de l'Observatoire de Paris. Ainsi, en mai 1682, quand Louis XIV, accompagné de la reine, du dauphin et de toute la cour, vint à l'Observatoire, il se fit expliquer le parterre géographique. Le 22 août 1690, le roi Jacques II d'Angleterre, en exil au château de Saint-Germain, et qui était passionné d'astronomie, vint visiter l'Observatoire incognito. Il prit un grand intérêt à l'examen de ce Parterre et montra à Cassini les endroits où des pilotes anglais ont tenté le passage aux Indes Orientales (par le Nord-Ouest) et les passages des Anglais dans le détroit de Magellan.

Il est aujourd'hui situé dans l'actuelle salle du Conseil, où est exposé un portrait de Cassini I réalisé à la fin du XIXe siècle : il s'agit de la copie d'un portrait conservé dans la famille de la sœur de Cassini, Angela Caterina, qui avait épousé un Maraldi.

Le deuxième étage

Le deuxième étage de l'Observatoire est celui qui a subi depuis les origines les changements les plus considérables⁵⁴. On y trouvait sans doute les appartements de Römer, La Hire, Chappe et d'autres astronomes qui y entreposaient des instruments. D'après Cassini IV, à ce niveau, la tour occidentale servait aux observations « vers le couchant ».

La méridienne

Cassini voulait doter l'Observatoire d'un instrument astronomique similaire à la grande méridienne de la basilique San Petronio à Bologne qui avait assis sa réputation. Pour cela il avait besoin d'une grande salle à l'étage noble : l'architecte Claude Perrault dut modifier l'escalier principal, surélever la salle et la recouvrir d'une voûte en plein cintre. La

⁵⁴ C. WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902, planche IV, qui présente la coupe de l'étage selon la méridienne et planche VIII.

méridienne provisoire de Cassini a disparu au profit de la ligne définitive réalisée par son fils, Jacques en 1729.

Constituée de 32 règles de laiton mises bout à bout, cette ligne Nord-Sud est enchâssée dans des dalles de marbre blanc de 33,2 cm – soit la largeur de la tache elliptique du Soleil au solstice d’hiver – et matérialise le méridien de Paris, considéré jusqu’en 1911 comme méridien de référence pour la France. L’image du Soleil, formée par un trou, le gnomon, percé dans une plaque horizontale placée à près de 10 m de hauteur, se projette au midi vrai sur la règle, graduée du côté est en tangente de la distance du Soleil au zénith et du côté ouest en hauteur du soleil au-dessus de l’horizon en degrés. La méridienne permet donc de mesurer la hauteur du soleil à son passage au méridien.

Tout au long du XVIII^e siècle, les mesures effectuées avec les grandes lignes méridiennes de France et d’Italie ont permis de montrer que l’inclinaison de l’axe de rotation de la Terre, ou obliquité de l’écliptique, variait lentement au cours du temps.

La terrasse

Située à 25,36 m au-dessus du sol et 34 m au-dessus du niveau de la mer, la terrasse est accessible directement par le grand escalier et entourée de tous côtés par une balustrade de près d’1 m de haut.

Prévue pour offrir aux astronomes un horizon découvert, plane à l’origine, elle fut recouverte d’une épaisse chape de ciment et d’un pavé formé de petits carreaux de pierre, noyés eux-mêmes dans du ciment. De 1671 à 1677, 50 450 pavés qui lui étaient destinés furent amenés du Havre par la Seine pour plus de 14 000 livres.

La tour de l’Est, découverte, était séparée de la terrasse par une grille. On avait laissé au milieu de la tour Ouest un grand hémisphère pour installer un instrument qui ne fut pas réalisé : Sédileau y installa des appareils mesurant la pluviométrie et l’évaporation à la surface du sol. Sur la tour Nord, la terrasse avait été surélevée au niveau de la balustrade et on y montait par des gradins. En-dessous, se trouvait un cabinet appelé "petit observatoire" qui servit fort peu.

Des expériences célèbres furent exécutées sur cette plate-forme, comme quand en 1677 les académiciens cherchèrent à y déterminer la vitesse du son dans l’air.

Rapidement détériorée, sans doute en raison du tassement des murs, elle fut démolie en 1787 en même temps que la voûte qui la soutenait et remplacée par des toits en dalles imbriquées.

Ainsi donc, Jean-Dominique Cassini (1625-1712) a joué un rôle central dans les découvertes scientifiques de son temps. Proche des milieux royaux, il n'est toutefois pas qu'un astronome : même si ses travaux d'astronomie sont brillants et novateurs, il a contribué à enrichir nombre d'autres domaines de la science de son époque et a également joué un rôle déterminant dans l'histoire de l'Observatoire de Paris, à la fois en faisant de ce lieu un carrefour de l'Europe savante et en y fondant une dynastie qui a présidé à ses destinées jusqu'à la Révolution française. Ce faisant, il a exercé une influence profonde et durable sur l'astronomie, encore perceptible aujourd'hui dans les travaux d'astronomes contemporains.

Les prolongements contemporains des recherches de Cassini I

Les travaux de Jean-Dominique Cassini ont fait date dans l'histoire de la science astronomique et ses contemporains et ses successeurs en ont reconnu et salué toute la portée. Un peu oublié et parfois décrié par la suite, en particulier dans l'exercice de ses fonctions de direction à la tête de l'Observatoire de Paris⁵⁵, les astronomes contemporains reconnaissent aujourd'hui pleinement les apports cassiniens à la science astronomique française, au point de placer leurs travaux sur Saturne sous sa tutelle en baptisant mission Cassini-Huygens une mission internationale d'observation de Saturne lancée en 1997.

Les observations de Saturne et la mission Cassini-Huygens

Saturne suscite depuis longtemps l'intérêt des astronomes. Les premiers écrits citant Saturne sont attribués aux Assyriens vers 700 av. J.C. Ils décrivent la planète comme un scintillement dans le ciel et la nomment «étoile de Ninib». Au xvii^e siècle, en 1610, Galilée observe dans sa lunette astronomique une forme bizarre : la planète semble s'étirer sur les côtés. Il écrit à son propos : «j'ai observé que la planète la plus lointaine est trijumelle ». Il distingue en effet, en observant Saturne à la lunette, une planète et ce qu'il prend pour deux lunes qui changent d'aspect, grossissent, disparaissent ou prennent la forme d'arcs. Dans son *Systema Saturnium*, publié en 1659, Huygens expose la réponse à cette énigme : il s'agit d'anneaux gravitant autour de la planète. Il découvre également l'existence du satellite naturel Titan. Quelques années plus tard, on l'a vu, Cassini observe 4 autres lunes plus petites : Japet, Rhéa, Téthys et Dioné.

⁵⁵ C. WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902, p. 195 sqq : « il a été de mode, pendant presque quatre-vingts ans, d'accabler ce grand homme [Cassini] des accusations les plus imméritées, de le rendre responsable de la stérilité des travaux astronomiques en France, au point de considérer sa venue à Paris comme un malheur pour l'astronomie française ». L'auteur examine ensuite les accusations portées contre lui par Delambre, Le Verrier et Arago.

La mission Cassini-Huygens

Cependant, bien des questions restent aujourd'hui en suspens : Comment se forment les anneaux autour de Saturne ? L'atmosphère de Titan est-elle comparable à celle de la Terre ?

C'est pour répondre à ces questions en suspens que le 15 octobre 1997, après 10 ans de travaux mobilisant des scientifiques du monde entier, la mission internationale Cassini-Huygens développée par la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), l'ESA (Agence spatiale européenne) et l'ASI (Agence spatiale italienne) est lancée de Cape Canaveral en Floride pour atteindre Saturne. La communauté scientifique française s'est fortement mobilisée pour être présente sur cette mission. Avec plus de 50 scientifiques français sélectionnés, elle constitue la première communauté européenne sur cette mission. Les laboratoires français et le CNES (Centre national d'études spatiales) ont activement contribué à la fourniture de plusieurs des 18 instruments embarqués. Les contributions instrumentales françaises à la mission Cassini-Huygens sont nombreuses mais elles concernent plus particulièrement deux instruments :

- **L'instrument ACP** (*Aerosol Collector and Pyrolyser*), instrument devant collecter les aérosols pour l'analyse de leur composition chimique. Cet instrument est fourni par le Service d'Aéronomie.
- **La suite instrumentale HASI** (*Huygens Atmosphere Structure Instrument*), ensemble de capteurs pour mesurer les propriétés physiques et électriques de l'atmosphère. Cet ensemble instrumental est sous la responsabilité scientifique du LESIA.

Outre sa contribution financière au programme obligatoire de l'ESA pour la sonde Huygens, le CNES participe directement à la réalisation de la moitié des expériences scientifiques embarquées sur le module orbital et son atterrisseur.

Cette première mission spatiale consacrée à l'exploration de Saturne a pour objectif d'étudier la planète, son système d'anneaux et de satellites et en particulier Titan, seul objet du système solaire possédant comme la Terre une atmosphère épaisse majoritairement composée d'azote. Le programme Cassini-Huygens pourrait notamment permettre d'améliorer nos connaissances sur les mécanismes chimiques ayant abouti à l'apparition de la vie sur Terre.

La sonde spatiale et son passager se sont insérés en orbite autour de Saturne le 1^{er} juillet 2004 après un périple de 7 ans et 3,5 milliards de km, ayant survolé Vénus, la Terre et Jupiter qui ont fourni une assistance gravitationnelle. Le 14 janvier 2005, la sonde Huygens a plongé dans l'atmosphère de Titan et s'est posée à sa surface. L'orbiteur devait collecter pendant 4 ans des données essentielles sur la structure et l'environnement de Saturne et ses satellites. En avril 2008, la NASA a annoncé l'extension de la durée de la mission jusqu'en septembre 2010. Le 3 février 2010, la NASA a à nouveau étendu la mission jusqu'en mai 2017. Le 19 novembre 2010, l'ESA a annoncé l'extension de sa participation à l'exploitation de la mission jusqu'en 2014. L'ESA se prononcera plus tard sur la période 2015-2017. Elle doit se volatiliser dans l'atmosphère de saturne à la fin de sa mission pour éviter de polluer des lunes présentant un intérêt exobiologique.

Les européens sont ainsi les premiers à explorer *in situ* un astre aussi lointain. Les images radar fournies par Cassini lors des survols de Titan ont révélé la présence d'enclaves remplies de méthane liquide autour des pôles nord et sud de cette lune. Plus récemment, des traces de sodium détectées dans des particules de glace dans les jets d'Encelade, satellite naturel de Saturne, pourraient témoigner de la présence d'un océan d'eau liquide salée.

Cassini-Huygens, mission la plus ambitieuse jamais mise en œuvre, a dû relever nombre de défis, comme la traversée des anneaux en aveugle lors de la mise en orbite. La sonde Huygens a été conçue alors que l'on ne connaissait rien de la surface de Titan et que certains la pensaient recouverte d'un océan global.

Les maquettes

L'assemblage et les tests de Cassini-Huygens ont été réalisés *au Jet Propulsion Laboratory* (NASA). Des instruments élaborés par différents laboratoires, notamment le Lesia de l'Observatoire de Paris, ont été embarqués : CAPS (*Cassini Plasma Spectrometer*), CDA (*Cosmic Dust Analyser*), CIRS (*Composite Infrared Spectrometer*), INMS (*Ion and Neutral Mass Spectrometer*), ISS (*Imaging Science Subsystem*), MAG (*Dual-Technique Magnetometer*), MIMI (*Magnetospheric Imaging Instrument*), RPWS (*Radio and Plasma Wave Spectrometer*), RSS (*Radio Science Subsystem*), UVIS (*Ultraviolet Imaging Spectrograph*), VIMS (*Visible and Infrared Mapping Spectrometer*),

La sonde est entourée d'une couverture thermique constituée de 20 à 30 couches différentes. Celle-ci permet de limiter les échanges de chaleur dans les deux sens. Des

dispositifs permettent d'évacuer la chaleur interne de la sonde vers l'extérieur, comme cette petite plaque blanche et la série de grilles.

L'orbiteur est couronné par une antenne multifonctions servant à la fois pour les échanges télécommunications, radars et radio. Elle permet des échanges avec la Terre en émission et en réception. Elle recevait par ailleurs les signaux venant du Huygens pendant sa descente. Elle permet enfin de recevoir les signaux radio en provenance des anneaux et de l'atmosphère de Titan de Saturne.

La sonde abrite plusieurs instruments, notamment le récepteur radio RPWS (*Radio and Plasma Wave Science*) développé à l'Observatoire de Paris par le Lesia : on aperçoit sur la maquette présentée les trois antennes de ce récepteur radio, plus courtes que dans la réalité.



RPWS

Sous RPWS est situé le détecteur de poussières CDA pouvant analyser leurs propriétés physiques et leur composition :



CDA

On aperçoit aussi des instruments destinés à étudier les particules neutres et chargées, à gauche de Huygens. La petite grille visible sur le devant sert à étudier les particules neutres. Sur le côté gauche on aperçoit une série d'instruments d'optique, parmi lesquels l'instrument CIRS (*Composite InfraRed Spectrometer*) développé par le Lesia. Ce spectromètre infrarouge

est capable d'analyser la lumière infrarouge émise par la planète Saturne, ses anneaux et ses satellites. Il mesure la température et la composition chimique de ces corps afin de comprendre leur formation et leur évolution.

Le long bras servait à fixer deux magnétomètres (à mi-bras et en bout de bras) qu'on ne voit pas ici : les détecteurs magnétiques doivent en effet être éloignés du satellite qui génère des perturbations.

La sonde abrite 3 tonnes de carburant destiné à l'alimenter pendant toute la durée de la mission. Par ailleurs trois piles à plutonium, visibles sur le bas de la sonde, fournissent de l'électricité pour allumer les propulseurs et faire fonctionner le satellite et l'ensemble des instruments qui y sont fixés. Quatre éléments également situés sur le bas de la sonde sont de petits propulseurs servant aux manœuvres et au contrôle d'altitude du satellite.

Les observations de Saturne

Saturne, la géante aux beaux anneaux

Saturne en quelques chiffres

Distance au soleil : 1427 millions de km, soit 9,5 fois la distance de la Terre au Soleil.

Période de révolution : 29,5 ans
(la Terre : 1 an)

Période de rotation : 10h 40mn
(la Terre : 24h)

Inclinaison : 29°

Diamètre : 120 000 km
(équatorial) ; 108 890 (polaire),
soit 10 fois celui de la Terre

Masse : 95 fois celle de la Terre

Densité : 0,69

Température : -170° au sommet
des nuages

Saturne est l'une des quatre planètes géantes gazeuses du système solaire. Son atmosphère est composée à plus de 99% d'hydrogène (H₂) et d'hélium (He), avec des traces d'autres gaz, principalement du méthane (CH₄) et de l'ammoniac (NH₃) qui se condense pour former la couche nuageuse supérieure.

Son atmosphère est le siège d'une activité météorologique importante. Des vents violents circulent dans la stratosphère – à plus de 1500 km/h à l'équateur ! A certaines latitudes, des phénomènes orageux associés à des décharges électrostatiques apparaissent périodiquement et durent plusieurs mois.

Toutefois, la structure interne de Saturne est encore mal connue : il semble qu'il y existe un noyau de glaces et de roches, d'une masse 10 à 20 fois supérieure à celle de la Terre, entouré d'une couche enrichie en hélium. Cet enrichissement serait dû à une séparation entre l'hélium et l'hydrogène métallique dans les couches supérieures. La précipitation de l'hélium vers le centre expliquerait en partie la source interne d'énergie de la planète que l'on mesure en infra-rouge.

Les anneaux de Saturne sont constitués d'innombrables particules de glace d'eau plus ou moins salées par de la poussière. La sonde Cassini les a observés à l'aide d'une douzaine d'instruments, ce qui a permis de comprendre leur structure interne et la dynamique de leurs particules. Ainsi, de petits grumeaux observés dans la zone extérieure des anneaux principaux sont probablement des lunes de quelques centaines de mètres de diamètre, en permanente formation et destruction. Par ailleurs le disque se fragmente en certains endroits en petites structures filamenteuses d'une dizaine de mètres d'épaisseur, séparées entre elles par une centaine de mètres.

La sonde spatiale Cassini a également permis de détecter, grâce aux traces laissées sur l'anneau le plus proche de Saturne, une collision avec un corps extérieur, comètes et météorites, dont les astronomes estiment qu'elle s'est produite vers 1984.

Les satellites de Saturne

Comme toutes les planètes géantes du système solaire, Saturne possède de nombreux satellites. Sur les 63 recensés à ce jour, 53 ont un nom officiel.

On les classe en 3 familles :

- les **satellites intérieurs** qui sont de petite taille et se situent près des anneaux (Pan, Atlas, Prometheus, Pandora...).
- les **satellites principaux** situés entre trois et soixante rayons équatoriaux de Saturne (Mimas, Encelade, Thétys, Dioné, Rhéa, Titan...).
- les **satellites extérieurs** dont on pense qu'ils ont été capturés par Saturne après la formation du système (Phoebe...).

Des lunes glacées, telles que Mimas et Encelade, au satellite Titan, caractérisé par son épaisse atmosphère, en passant par les satellites les plus éloignés, ressemblant aux astéroïdes, le système de Saturne présente une grande richesse tant planétologique que dynamique.

Comme la Lune, la plupart des satellites principaux présente toujours la même face à leur planète. Ce phénomène, fréquent dans le système solaire, est une conséquence des effets de marées exercés par la planète sur ses satellites.

Selon une hypothèse récente, les satellites les plus proches de Saturne, jusqu'à Rhéa, pourraient avoir été formés à partir d'un anneau massif.

Les aurores de Saturne

Saturne possède également un champ magnétique et donc une magnétosphère, bulle magnétisée qui s'étend à environ 20 rayons planétaires (1 200 000 km) du Soleil et l'isole imparfaitement du vent solaire. La magnétosphère contient des particules neutres et chargées provenant des anneaux, des geysers glacés du satellite Encelade et du vent solaire.

La magnétosphère de Saturne produit de puissantes émissions radio, de magnifiques aurores, et possède plusieurs particularités uniques : le champ magnétique de Saturne est strictement aligné avec son axe de rotation, donc la magnétosphère ne devrait pas montrer de variabilité rotationnelle, pourtant celle-ci est intense et de surcroît irrégulière, ce qui demeure une énigme pour la communauté scientifique.

Les aurores s'enroulent en spirale autour des pôles du fait de la rotation rapide de la planète combinée à l'interaction avec le vent solaire. Titan, quant à lui, entre et sort de la magnétosphère au gré de sa compression par le vent solaire.

Titan, la longue exploration

Titan, le plus gros satellite de Saturne, est l'un des principaux objectifs de la mission Cassini-Huygens. C'est la seule lune du système solaire à posséder une atmosphère dense. Composée d'azote et de méthane, elle rappelle celle de la Terre primitive. Les processus dynamiques, climatologiques et météorologiques y sont soumis à des effets saisonniers. Dans cet environnement sombre et glacé, où le méthane joue le rôle de l'eau sur Terre, une chimie organique intense est à l'œuvre.

L'arrivée en orbite de la sonde Cassini et ses nombreux survols de Titan ainsi que l'atterrissage du module Huygens ont permis de nombreuses découvertes. La morphologie de la surface de ce satellite constamment voilé par des nuages est maintenant connue : on y trouve des lacs et des canaux creusés par des flots d'hydrocarbures, des dunes, des cryovolcans, des montagnes. Ainsi probablement qu'un océan d'eau liquide caché sous la surface.

Encelade fait la pluie sur Saturne

La sonde Cassini a découvert au pôle Sud du satellite de Saturne nommé Encelade des panaches éruptifs dits « cryovolcaniques ». Provenant de fractures anormalement chaudes, témoins de la présence d'une source d'énergie intérieure au satellite, ils émettent de grandes quantités de poussières glacées et de gaz, principalement constituées de vapeur d'eau mais présentant aussi une richesse chimique étonnante qui rappelle celle des comètes.

Gaz et poussières s'échappent du faible champ gravitationnel du satellite et se mettent en orbite autour de Saturne, formant respectivement le « tore » d'Encelade et l'anneau E de Saturne. La présence de sels dans les grains de poussière invite à penser qu'il existe un océan salé sous la surface d'Encelade et des mécanismes peut-être semblables aux geysers terrestres.

Grâce au télescope infrarouge Herschel de l'ESA, des chercheurs de l'Observatoire de Paris ont récemment montré qu'une partie de l'énorme quantité de vapeur d'eau accumulée dans le tore retombe dans l'atmosphère de Saturne, y expliquant la présence d'eau. Encelade est le premier exemple d'un satellite capable d'influer sur la composition de sa planète.

Parallèlement à ces avancées contemporaines, inspirées par les observations de Cassini, des chercheurs de l'Observatoire de Paris tentent de reconstituer la façon dont Cassini travaillait et de caractériser les lentilles dont il disposait.

Le projet histoptique : une alliance entre l'histoire et l'optique

Histoptique est un projet de recherche original visant à étudier les propriétés optiques d'instruments anciens à l'aide des techniques les plus modernes. Il est porté par une équipe d'opticiens de l'Observatoire de Paris qui a entrepris en 2011-2012 de caractériser optiquement les lentilles utilisées par Cassini, notamment pour ses observations de Saturne.

L'image formée par une lentille peut être dégradée par les défauts de forme et de chromatisme (comportement de la lentille aux différentes couleurs) qu'elle présente. Les défauts de forme de cinq lentilles de Cassini ont été mesurés à l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) grâce à un instrument de métrologie appelé ZYGO. Des mesures menées dans les carrières de Paris, puis à l'Institut d'Optique ont permis de déterminer leurs défauts chromatiques. Il a fallu aussi reconstituer la qualité de l'atmosphère du XVII^e siècle : l'atmosphère traversée par les rayons lumineux provenant de l'objet déforme en effet dynamiquement l'image, brouillée par les inhomogénéités de pression et les vents.

La caractérisation optique des lentilles et l'estimation de l'atmosphère ont permis de simuler la vision que pouvait avoir Cassini de la planète Saturne et de constater que la division de Cassini était très nettement observable. HistoOptique a ainsi résolu une controverse scientifique et historique. En effet, un certain nombre de scientifiques soutenait que du fait du faible diamètre de ses objectifs, la diffraction n'aurait en réalité pas permis à Cassini d'observer la division de l'anneau de Saturne qui porte son nom, hypothèse que le projet HistoOptique a permis, en utilisant les moyens d'optique les plus modernes, de réfuter.

Le film présenté dans l'exposition évoque quelques moments clés de ce projet et inclut la simulation finale de l'observation de Cassini.

Annexes

Glossaire

Chromatisme : comportement de la lentille aux différentes couleurs.

Écliptique : Ligne dans le ciel suivie par la course apparente du Soleil autour de la Terre. Elle correspond au plan de révolution du globe autour du Soleil. Les planètes se situent toujours dans cette bande, car, sauf pour Pluton, leurs trajectoires restent cantonnées dans le même plan. C'est aussi le lieu des éclipses.

Ephémérides : Tables astronomiques donnant pour chaque jour la position d'un ou de plusieurs astres.

Géodésie : science de la mesure de la Terre

Libration : 1) Mouvement d'un observateur terrestre autour d'un repère sélénocentrique lié au solide Lune. Le phénomène se manifeste par un balancement du globe lunaire qui permet de voir en tout 59 % de sa surface.

2) Oscillation d'un astre autour d'une position moyenne

Parallaxe : angle sous lequel, d'un objet observé, on verrait une longueur conventionnellement choisie en grandeur et en direction, appelée base. La parallaxe caractérise la distance de l'objet à la base.

Lumière zodiacale : lueur faible et diffuse, concentrée autour du Soleil, dans le plan de l'écliptique, observable en début et en fin de nuit. Elle est due à la diffusion de la lumière solaire par la matière interplanétaire.

Zodiaque : zone de la sphère céleste s'étendant jusqu'à environ huit degrés de part et d'autre de l'écliptique, où l'on trouve la Lune et les principales planètes. Son nom lui vient de la suite des constellations qui jalonnent la course apparente du Soleil et dont la plupart portent des noms d'animaux (le terme vient du grec *zoôn*, animal, et *odos*, route).

Index des noms de savants

Auzout (Adrien, 1622-1691) : Fils d'un clerc à la cour de Rouen, Adrien Auzout s'introduit dans le monde savant en fréquentant Pascal. En 1648, il entame une correspondance avec Marin Mersenne, puis rejoint le cercle savant constitué autour d'Henri-Louis Habert de Montmor. À la suite d'observations de comètes effectuées en 1664 et 1665, il plaide en faveur de leur orbite elliptique ou parabolique, s'opposant en cela à son rival Hevelius. Membre fondateur de l'Observatoire de Paris, il travaille en 1667-1668 avec Picard à appliquer la lunette au quart de cercle et à construire le micromètre à fil mobile servant à mesurer le diamètre apparent des corps célestes. En 1666, il entre à l'Académie des sciences mais la quitte en 1668, vraisemblablement à la suite de sa vive critique de la traduction de Vitruve par Claude Perrault et de la dispute qui s'ensuit. Il part alors pour l'Italie où il passe les vingt dernières années de sa vie.

Brahé (Tycho, 1546-1601) : Né en Scanie, alors province danoise, dans une famille de la haute noblesse, il étudie le droit, la philosophie et la rhétorique à l'université de Copenhague. Il entame ensuite secrètement des études d'astronomie à Leipzig. Il fréquente les universités de Wittenberg et de Rostock entre 1565 et 1566, puis se rend à Augsbourg et à Bâle. À la mort de son père en 1571, il retourne en Scanie et hérite d'un domaine où il y installe un laboratoire. Il y découvre en 1572 une nouvelle étoile dans la constellation de Cassiopée, dont il suit la trajectoire apparente et publie l'année suivante *De Nova Stella*, où il consigne ses conclusions et écrit entre autres que les novas sont des étoiles qui deviennent visibles ou plus remarquables pour les observateurs de la Terre, suite à une augmentation de leur brillance. Cette découverte remet alors en question l'immuabilité des cieux et le rend célèbre en Europe. Brahé accepte l'offre de Frédéric II, qui lui propose de fonder un observatoire astronomique sur l'île de Hven en face de Copenhague, moyennant une pension annuelle. Il y fait construire dans le courant de l'année 1576 Uraniborg (« palais d'Uranie ou Palais des Cieux », Uranie étant la muse de l'astronomie) qui devient l'observatoire le plus important d'Europe et un centre scientifique réputé, attirant les étudiants et les astronomes de toute l'Europe. Il fait ensuite construire en 1584 un observatoire astronomique enterré, *Stjerneborg* (Palais des étoiles), comportant des chambres souterraines dans lesquelles sont

installés des instruments et dont les ou coupoles, dépassent du sol. Grand observateur à l'œil nu, il est à l'origine de changements dans les méthodes d'observation et dans les normes de précision exigées en astronomie. Il élabore un système qui suppose la Terre au centre du monde immobile et les planètes en rotation autour du Soleil lui-même en rotation autour de la Terre, réconciliant ainsi les Ecritures et les lois du mouvement. A la mort de Frédéric II en 1588, il perd le soutien de Christian IV et doit quitter l'île en 1597 après le saccage de l'observatoire par les habitants de l'île, qu'il traitait avec beaucoup de dureté. Après de nombreux voyages, il s'installe en 1599 au château de Benetock près de Prague comme mathématicien impérial de la cour de Rodolphe II où il meurt en 1601.

Eschinardi (Francesco, 1623-1699) : Né à Rome et entré en 1637 dans la Compagnie de Jésus, il est professeur de philosophie, de rhétorique et de mathématiques dans différents collèges jésuites de Florence, de Pérouse et de Tivoli. Nommé membre de l'Académie physico-mathématique de Rome, il y présente un grand nombre de mémoires sur des sujets aussi variés que l'optique, un projet de percement de l'isthme de Suez, l'agriculture, la physique et les mathématiques.

Fatio de Duillier (Nicolas, 1664-1753) : Ce géomètre et astronome suisse vient vivre à Paris en 1683, avant de se fixer à Londres en 1687. Il est nommé membre de la *Royal Society* à 24 ans. On lui doit des recherches sur la distance du Soleil à la Terre et sur les apparences de l'anneau de Saturne. Il trouva une manière de travailler les verres de télescope, de percer les rubis et de les appliquer au perfectionnement des montres, de mesurer la vitesse d'un vaisseau ; il imagina une chambre d'observation suspendue de manière à permettre d'observer facilement les astres dans un navire. Mais il est surtout connu pour avoir donné naissance à la querelle qui s'éleva entre Gottfried Wilhelm von Leibniz et son proche ami Isaac Newton, en attribuant à ce dernier l'invention du calcul différentiel. Il a été le premier à défendre la théorie de la gravitation de Georges-Louis Le Sage. Protestant, Fatio se montra partisan enthousiaste des camisards des Cévennes réfugiés à Londres, se crut lui-même inspiré et se fit mettre au pilori à Londres en 1707 pour ses extravagances. Par la suite, il entreprit un voyage en Asie pour convertir l'univers.

Flamsteed (John, 1646-1719) : Inventeur d'un système de projection pour la construction des cartes ainsi que d'une désignation stellaire appelée désignation de Flamsteed, il est nommé membre de la *Royal Society* le 19 août 1646. Il calcule avec précision l'éclipse solaire de 1666 ainsi que celle de 1668. A partir de 1676, il poursuit ses travaux et

observations au sein de l'observatoire de Greenwich. En 1680, il comprend le premier que les deux comètes successivement apparues en novembre et en décembre de cette année n'en font qu'une : celle de novembre ne fait qu'inverser sa direction lors de son passage derrière le soleil. Il adresse trois lettres à Isaac Newton où il lui présente sa théorie fondée sur l'existence de forces d'attractions et de répulsions semblables à celles de deux aimants entre le Soleil et la comète. Mais Newton récuse à l'époque la possibilité d'une interaction entre les deux astres : il n'applique pas encore aux comètes, qui ont selon lui une trajectoire rectiligne et n'appartiennent pas au système solaire, les mêmes règles qu'aux planètes. Sous le titre d'*Historia caelestis Britannica*, il publie un catalogue de 2866 étoiles.

Halley (Edmond, 1656-1742) : Fils d'un riche savonnier londonien, Halley s'intéresse, de son propre aveu, dès son enfance à l'astronomie, bien avant son entrée au Queen's college d'Osford en 1672. Il s'embarque pour l'île de Sainte-Hélène à vingt-et-un ans, en novembre 1676 avant même d'avoir reçu son diplôme, pour y dresser la première carte du ciel austral. Après dix-huit mois d'observations, il rapporte la carte la plus précise du ciel austral mais aussi un recensement de nébuleuses encore jamais observées par les Européens. Il a aussi découvert l'influence de la latitude sur la période des horloges à balancier et publie un exposé sur la méthode à utiliser pour déterminer la distance Terre-Soleil lors d'un transit de Vénus. Il est le premier à déterminer la périodicité de la comète de 1682, qu'il fixe à 76 ans. Lors du retour de cette comète en 1758, on lui donna donc son nom. En 1686 et 1687, il étudie dans l'Océan Indien la mousson, ce qui lui permet de publier la première carte des variations magnétiques sur l'Océan Atlantique. A partir de 1690, il réalise des expériences de plongée sous-marine grâce à une cloche alimentée en air par des barils lestés et parvient à rester sous l'eau pendant quatre heures. En 1698 et 1699, il mène plusieurs missions océanographiques qui lui permettent d'étudier la circulation atmosphérique, les courants océaniques et la déclinaison magnétique.

Hevelius (Johannes, 1611-1687) : Né à Dantzig dans une riche famille de brasseurs et de négociants de langue allemande, Hevelius étudie la jurisprudence à Leyde avant de sillonner l'Angleterre et la France. De retour dans sa ville natale en 1634, il devient brasseur et conseiller municipal. Mais il s'intéresse également à l'astronomie et construit un observatoire à son domicile en 1641 : à l'étage inférieur est installée une imprimerie pour graver les planches de son atlas de la lune, premier atlas complet, qui paraît en 1667 sous le nom de *Selenographia*. De 1642 à 1645, il se livre à des observations sur les taches solaires puis consacre quatre ans à cartographier la lune. Il classe et catalogue plus de 1500 étoiles,

observe les comètes de 1652, 1661, 1672, 1677 et celle de décembre 1680 et suggère que les comètes décrivent des trajectoires paraboliques autour du Soleil. Aidé de son épouse, il fabrique des instruments destinés à mesurer la position des astres.

Huygens (Christiaan, 1629-1695) : Né à La Haye, il commence ses études sous l'égide du mathématicien Jan Stampioen, avant que celui-ci ne devienne le précepteur de Guillaume II d'Orange-Nassau. Il invente l'horloge à pendule, présentée aux Etats généraux des Pays-Bas en 1657, qui laisse présager une solution au problème de la détermination de la longitude en mer. Il localise le premier satellite de Saturne en 1655 et la décrit comme entourée d'un anneau en 1659. Il se rend à Paris en 1655 et en 1660 mais ne devient membre de l'Académie des sciences qu'en 1666. Appelé en France à l'initiative de savants qu'il a rencontrés lors de ses précédents voyages, Huygens s'installe à Paris en 1666. En 1670, il tombe malade et doit rentrer se reposer quelques mois dans son pays natal. Peu de temps après son retour à Paris, en 1672, la France entame une guerre contre la Hollande, qui dure jusqu'en 1679. Huygens reste toutefois en France et poursuit ses travaux, découvrant notamment la nature ondulatoire de la lumière. Mais il repart une nouvelle fois en Hollande en 1679 et la mort de Colbert en 1683 ainsi que la révocation de l'édit de Nantes en 1685 l'empêchent de revenir en France. Pour les dernières années de sa carrière scientifique, il doit se résoudre à demeurer en sa résidence de Hofwijck et sur le Plein de La Haye.

Justel (Henri, 1620-1693) : Secrétaire de Louis XIV, bibliophile et bibliothécaire. Protestant, il quitte la France peu avant la révocation de l'édit de Nantes et émigre en Angleterre, où il prend le poste de bibliothécaire royal du palais Saint-James. Il entretient une vaste correspondance avec les savants de son temps comme Locke, Halley, Oldenburg, Leibniz et Antoine Arnauld.

La Hire (Philippe de, 1640-1718) : Fils du peintre Laurent de La Hire (1606-1656), Philippe de La Hire commence par étudier la peinture à Rome, où il s'était rendu en 1660 pour raison de santé, avant de s'intéresser aux sciences astronomiques et mathématiques. En 1671, il part avec l'abbé Picard pour Uraniborg où il détermine pour la première fois une longitude précise. De retour à Paris, il commence à étudier les sciences et les humanités et montre en particulier une grande inclination pour les mathématiques. Ses travaux les plus importants portent sur la géométrie. Continuateur de Desargues (1591-1661) et de Pascal (1623-1662) en géométrie des coniques, il déduit les propriétés des coniques à partir des propriétés du cercle. Il s'intéresse aussi à la géométrie de Descartes et aux courbes

algébriques, mais critique, dans les années 1690, le calcul infinitésimal, ce qui lui valut d'être rangé par Varignon au nombre des « mathématiciens du vieux stile ». Il continue les travaux de Huygens (1629-1695) sur les engrenages épicycloïdaux. Nommé membre de l'Académie des sciences en 1678, il poursuit ses observations à l'Observatoire de Paris, effectuant des relevés de températures journalières et pluviométrie, qui lui valent d'être considéré comme le fondateur de la météorologie.

Leibniz (Gottfried Wilhelm, 1646-1716) : Né à Leipzig, il poursuit entre 1661 et 1664 des études de mathématiques à Iéna, de jurisprudence à Altdorf et de physique à Nuremberg puis rentre à Leipzig pour étudier le droit. Sa curiosité est universelle : il est non seulement philosophe et mathématicien, mais aussi linguiste, juriste, historien, géographe, diplomate et théologien. Cette diversité du savoir se retrouve à travers les quelque 200.000 pages manuscrites conservées à la bibliothèque de Hanovre. En 1670, il devient conseiller à la cour suprême de l'électorat de Mayence. Deux ans plus tard, envoyé en mission diplomatique auprès de Louis XIV pour le convaincre de conquérir l'Égypte, il séjourne quatre ans à Paris et est au centre d'un réseau d'échanges et de correspondances entre les savants de toute l'Europe. En 1673, il effectue un voyage en Angleterre et est élu à la *Royal Society*. Ses travaux sur le calcul infinitésimal l'amènent à élaborer une théorie analogue à celle de Newton. Privé de sa protection allemande par la mort de Boyneburg en 1676 et ne pouvant se fixer à Paris où Colbert lui a refusé une pension d'ingénieur, il devient bibliothécaire du duc de Brunswick-Lünebourg, à Hanovre. Il écrit alors la plupart de ses ouvrages philosophiques tout en s'occupant de politique et voyage à travers l'Europe, à la rencontre des plus grands savants. En 1699, il est admis à l'Académie des sciences et fonde l'année suivante une Société des sciences, la future Académie de Berlin. Ses dernières années sont assombries par sa controverse avec Newton sur l'antériorité de l'invention du calcul infinitésimal et il meurt en 1716 dans une solitude totale, abandonné de son protecteur l'électeur de Hanovre, devenu Georges I^{er} d'Angleterre.

Newton (Isaac, 1643-1727) : Né quelques mois après le décès de son père dans une famille de petits propriétaires terriens, sa mère voulut d'abord faire de lui un fermier. Cependant, devant ses grandes aptitudes, elle le laisse entreprendre des études universitaires à Trinity College à Cambridge en 1661. Il devient membre de la *Royal Society* en 1672, associé étranger de l'Académie des sciences en 1699 puis président de la *Royal Society* de 1703 à sa mort. Il découvre le développement en série du binôme, puis développe la méthode des séries infinies pour la quadrature de fonctions. Cela le conduit à formuler la règle de différenciation

d'une fonction d'une variable sujette à un accroissement infinitésimal, inventant le calcul des fluxions, sa version du calcul différentiel de Leibniz, qu'il applique à la géométrie analytique. De ses recherches sur la lumière, il conclut au caractère composite de la lumière blanche, et à l'inégale réfrangibilité des rayons de couleurs différentes. Il conçoit ensuite l'idée du télescope à réflexion pour éviter les limitations de la lunette dues à la dispersion chromatique. Il a l'idée de la gravitation universelle en voyant tomber une pomme et en pensant que, de même, la Lune tombe sur la Terre mais qu'elle en est empêchée en même temps par son mouvement propre. Rapprochant la troisième loi de Kepler et la loi de la force centrifuge, il formule la loi de l'inverse carré des distances pour la force centripète qui agit sur la planète. Mais la valeur du rayon terrestre alors disponible ne lui permet pas de démontrer la validité de sa théorie. Il décrit toutefois les conclusions auxquelles il a pu parvenir dans son ouvrage intitulé *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, paru en 1686. Son œuvre inaugure une nouvelle ère de la pensée scientifique, renouvelle les mathématiques et crée la mécanique rationnelle, l'optique physique et l'astronomie mathématique.

Oldenburg (Henry, 1618-1677) : Né à Brême, fils d'un professeur d'université, il fait des études de théologie à l'université d'Utrecht. Une mission diplomatique auprès de Cromwell le conduit en Angleterre, où il est chargé de négocier la protection des navires qui assurent la prospérité de sa ville natale. Etabli à Londres, il devient l'un des premiers membres de la *Royal Society*, dont il est nommé premier secrétaire en 1662. Peu après la parution en France du premier numéro du *Journal des sçavans*, il fonde en 1665 le journal *Philosophical Transactions*, dans lequel il publie les lettres que lui adressent les savants de l'Europe entière. Incarcéré à la tour de Londres en 1667 en raison des soupçons qu'avait éveillée sa volumineuse correspondance avec l'étranger, il continue à soutenir jusqu'à la fin de sa vie les travaux de savants comme Newton et Flamsteed.

Picard (Jean, 1620-1682) : Fils d'un libraire, né à la Flèche, il y fait ses études au collège jésuite et est ordonné prêtre. Il travaille ensuite à Paris avec le philosophe, mathématicien et astronome Gassendi. Nommé professeur d'astronomie au collège royal en 1655, il est l'un des vingt-et-un premiers membres de l'Académie des sciences lors de sa fondation en 1666 et définit son programme de travail en matière astronomique : mesurer d'abord un degré du méridien pour en déduire la mesure de la Terre, puis réaliser la cartographie exacte de la France. En 1669, l'Académie le charge de mesurer l'arc de méridien entre Paris et Amiens. En 1671, il se rend au Danemark pour effectuer un relevé de la position de l'observatoire de Tycho Brahé sur l'île de Hven. Il y rencontre Römer, qu'il invite à

l'accompagner lors de son retour à Paris. Pionnier de la géodésie, Picard conçoit lui-même ses instruments de mesure et améliore les méthodes d'observation et de calcul de cette science. Cela lui permet de publier des cartes de qualité telles que la *Carte particulière des environs de Paris* et la *Carte de France corrigée*. Son œuvre sera poursuivie par les Cassini.

Römer (Ole Christensen, 1644-1710) : Né à Aarhus en 1644, de parents modestes, il fréquente l'université de Copenhague, où il devient l'assistant d'Erasmus Bartholin, médecin célèbre pour avoir découvert la biréfringence du spath d'Islande. Il s'intéresse à la technique et invente des horloges et divers instruments destinés à améliorer l'observation astronomique. Mais sa carrière ne commence réellement qu'en 1671, quand Picard vient au Danemark pour mesurer la longitude d'Uraniborg. Römer participe à la campagne de mesures et Picard remarque très vite ses compétences, si bien que, sa mission accomplie, il persuade le jeune Danois de le suivre à Paris. Dès son arrivée en France en 1672, il est nommé académicien, s'installe et vit à l'Observatoire de Paris pendant près de 10 ans. Outre ses tâches à l'Observatoire, Römer occupe la fonction de précepteur du Dauphin. Il collabore non seulement avec Picard mais aussi avec Cassini et d'autres de ses collègues de l'Académie. On lui attribue généralement la découverte que la lumière ne se propage pas instantanément mais a une vitesse finie, découverte qu'il fit en réalité en collaboration avec Cassini en 1676.

Viviani (Vincenzo, 1622-1703) : Né à Florence, il devient pupille de Torricelli et suit des études de physique et de géométrie. En 1639, il devient l'assistant de Galilée et le reste jusqu'à la mort de ce dernier en 1642. De 1655 à 1656, il édite la première édition d'un recueil de ses travaux. En 1660, Viviani et Borelli calculent la vitesse du son en mesurant la différence entre l'éclair et le son d'un canon. Ils obtiennent une valeur de 350 m/s, bien plus proche de la valeur actuelle, de 331,29 m/s, que les 478 m/s obtenus par Gassendi. En 1666, la réputation de Viviani s'étend dans toute l'Europe. Il reçoit de nombreuses propositions d'emploi : la même année, Louis XIV lui propose un poste à l'Académie des Sciences et Jean II de Pologne un poste d'astronome à sa cour. Le grand-duc Frédéric II de Médicis le nomme alors mathématicien de la Cour. On lui doit le théorème de Viviani, utilisé dans les diagrammes statistiques triangulaires, qui stipule que la somme des distances d'un point intérieur à un triangle équilatéral aux trois côtés est égale à sa hauteur. À sa mort, en 1703, il laisse un travail presque achevé sur la résistance des solides, complété et publié par Luigi Guido Grandi.

Focus sur le pendule de Huygens

A en croire la légende, c'est en observant les oscillations du lustre de la cathédrale de Pise en 1581 que le jeune Galilée découvre que l'amplitude des oscillations d'un pendule n'influe pas sur leur période. Quand l'amplitude augmente, le pendule va plus vite, quand elle diminue, il va moins vite, si bien que la durée d'une oscillation est toujours la même, comme il le montre dans *Discours et démonstrations mathématiques*, publié en 1638. Galilée utilisa les oscillations d'un pendule pour prendre le pouls de ses malades. Avec son fils Vincenzo, il pressentit l'intérêt potentiel de cette découverte dans le domaine de l'horlogerie, les horloges avançant ou retardant alors couramment d'un quart d'heure par jour, mais il n'eut pas le loisir de concrétiser cette intuition.

C'est au mathématicien et physicien hollandais Christian Huygens (1629-1695) que l'on attribue l'idée de remplacer le foliot⁵⁶ par un pendule, régulant ainsi des horloges au moyen d'un pendule, afin de rendre la mesure du temps plus précise. Huygens s'aperçoit aussi que l'isochronisme⁵⁷ des oscillations est pris en défaut quand l'amplitude devient trop forte, particularité qui avait échappé à Galilée. Pour assurer l'isochronisme rigoureux des oscillations, il imagine de faire osciller le pendule selon une cycloïde, entre deux lames courbées ou joues cycloïdales qui contraignent la tige semi-rigide du pendule à parcourir une cycloïde. Celles-ci raccourcissent la longueur du fil en suspension au fur et à mesure que le pendule s'écarte de la verticale. En 1657, Huygens présente devant les Etats généraux des Pays-Bas son horloge à balancier pendulaire, qui n'avance ou ne retarde que de 15 secondes par jour.

Cette découverte, qui améliore considérablement la précision de la mesure du temps local, est extrêmement utile pour la détermination des longitudes. En effet, la méthode utilisée pour déterminer la longitude est alors d'observer un même phénomène céleste de deux points éloignés du globe en notant soigneusement les heures locales qu'on compare ensuite pour en

⁵⁶ Foliot : système rudimentaire de régulation des horloges consistant en une tige oscillant horizontalement et bloquant à intervalles réguliers la chute d'un poids entraînant une roue dentée.

⁵⁷ Isochronisme des oscillations : il y a isochronisme quand la période propre d'un système oscillant ne dépend pas de l'amplitude des oscillations.

déduire le décalage en longitude. Ce procédé suppose donc que la mesure du temps local soit aussi précise que possible.

Bibliographie

Sources

Jacques CASSINI, *Suite des Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. Année MDCCXVIII*, « De la grandeur et de la figure de la terre », Paris 1720.

César-François CASSINI DE THURY, *Description géométrique de la France*, Paris 1783.

Jean-Dominique CASSINI, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire royal de Paris, suivis de la Vie de J.-D. Cassini écrite par lui-même, et des éloges de plusieurs académiciens morts pendant la Révolution*, Paris 1810.

Bernard de FONTENELLE, « Eloge de M. Cassini », *Histoire de l'Académie royale des sciences, année 1712*, Paris 1712.

Bernard de FONTENELLE , « Eloge de Philippe de La Hire », *Histoire de l'Académie royale des sciences, année 1718*, Paris 1718.

Bernard de FONTENELLE, « Eloge de Jacques Philippe Maraldi », *Histoire de l'Académie royale des sciences, année 1729*, Paris 1729.

Ouvrages et articles

Giordano BERTI (dir.), *G.D. Cassini e le origini dell'astronomia moderna*, catalogue de l'exposition réalisée à Perinaldo, Palais de la Mairie, 31 aout - 2 novembre 1997.

Giordano BERTI et Giovanni PALTRINIERI, *Gian Domenico Cassini. La Meridiana del Tempio di S. Petronio in Bologna*, S. Giovanni in Persiceto 2000.

Laurence BOBIS, James LEQUEUX, « Cassini, Römer and the velocity of light », *Journal of Astronomical History and Heritage*, 11(2) (2008), pp. 97-105.

Anna CASSINI, *Gio. Domenico Cassini, uno scienziato del Seicento*, Perinaldo 2003.

Alan COOK, « Cassini et ses collègues anglais », *Sur les traces des Cassini : astronomes et observatoires du sud de la France*, 121^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice 2001, p. 129-136.

Suzanne DEBARBAT, Solange GRILLOT et Jacques LEVY, *L'Observatoire de Paris, son histoire (1667-1963)*, Paris 1990.

Christiane DEMEULENAERE-DOUYERE, « La Famille Cassini et l'Académie des sciences », *Sur les traces des Cassini : astronomes et observatoires du sud de la France*, 121^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice 2001, p. 67-86.

M. J. C. DEVIC, *Histoire de la vie et des travaux scientifiques et littéraires de J. D. Cassini IV, ancien directeur de l'Observatoire, membre de l'ancienne et de la nouvelle Académie des sciences, de l'Institut de Bologne, de la plupart des Académies étrangères, chevalier de saint-Louis et de la Légion d'honneur*, Clermont 1851.

Filippo GROSSI, « Trois natifs de Perinaldo, astronomes à l'Observatoire de Paris », *Sur les traces des Cassini : astronomes et observatoires du sud de la France*, 121^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice 2001, p. 13-25.

John HEILBRON, *Astronomie et églises*, Paris 2003.

Françoise LAUNAY, « La dame de la Lune », *Pour la Science*, mai 2003, 307.

Françoise LAUNAY, « La tête de femme de la carte de la Lune de Cassini », *L'Astronomie*, janvier 2003, 117, p. 10-19.

Jean LEFORT, *L'Aventure cartographique*, Baume-les-Dames 2004.

Monique PELLETIER, *La Carte de Cassini. L'extraordinaire aventure de la carte de France*, Cahors 1990.

Monique PELLETIER, *Cartographie de la France et du monde de la Renaissance au Siècle des Lumières*, Paris 2001.

Monique PELLETIER, *Les Cartes des Cassini. La science au service de l'Etat et des régions*, Villeurbanne 2002.

Michael PETZET, *Claude Perrault als Architekt des parisier Observatorium*, München 1967.

Michael PETZET, *Claude Perrault und die Architektur des Sonnenkönigs*, München 2000.

Giuseppe ROVANI, *Storia delle lettere e delle arti in Italia, ordinata nelle vite e nei ritratti degli uomini illustri dal secolo XIII fino ai nostri giorni*, Milan 1855.

Jean-Baptiste TOSELLI, *Biographie niçoise ancienne et moderne ou Dictionnaire historique de tous les hommes qui se sont fait remarquer par leurs actions, leurs écrits, leurs talents, leurs mérites et leurs erreurs dans la ville et le comté de Nice, suivie d'une Table chronologique des mêmes pour suivre l'Histoire et ornée de Portraits*, Nice 1862.

Charles WOLF, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, Paris 1902.

Liste des objets et documents exposés

L'observatoire au temps de Cassini :

Hors vitrine :

1. Notre-Dame de Dessous Terre

Inv.sc. 23

Statuette en terre cuite placée par les astronomes dans une des galeries des caves de l'Observatoire, 1671

Vitrine haute 1 :

2. J.-D. Cassini, *Ephemerides Bononienses Mediceorum syderum [...]*. - Bononiæ : Typis Emilij Mariæ, & Fratrum de Manolessijs, 1668

Inv.2147(1)

Dédicace de Cassini à Adrien Auzout

3. Observatoire Royal : plan de l'Observatoire et emprise

Dessin sur calque, 1694

Inv.I.35

4. Leçons d'astronomie professées à Bologne

Cahier autographe de Cassini

Ms D 1/11

5. Visite de Louis XIV à l'Académie des sciences

Gravure de Sébastien Leclerc, vers 1680

Inv.I.110

En arrière-plan, l'Observatoire Royal en construction

6. *Sentiment de J.D. Cassini sur le bâtiment de l'Observatoire Royal*

Texte autographe de Cassini

Ms D 1/13

7. *Plan de l'Observatoire Royal de Paris, bâti sous le règne de Louis le Grand l'an 1667 sur le dessin de Mr Perrault [...]*

Gravure de Antoine Coquart tirée de *L'Atlas curieux ou Le Monde représenté dans des cartes [...]* Paris, 1705

Inv.I.122

Vitrine Plate 1 :

8. L'Observatoire : façade sud et plan du premier étage.

Planche illustrée tirée de Pierre-Charles Le Monnier, *Histoire céleste ou Recueil de toutes les observations astronomiques faites par ordre du Roy [...]*. Paris : Briasson libraire, 1741

Inv.2051

9. Observatoire Royal : façade nord

Gravure d'Adam Perelle. - Paris, 17^e siècle

Inv.I.124

10. LOUIS XIV - L'Observatoire de Paris

Médaille en bronze de Michel Molart, 2^e moitié du 17^e siècle

Inv.13-14

Le revers de la médaille porte la devise SIC ITVR AD ASTRA [C'est ainsi qu'on va jusqu'aux astres]

11. Visite du roi d'Angleterre à l'Observatoire, 22 août 1690

Textes manuscrits dont deux sont probablement de la main de Cassini et Jean Chazelles

Ms D 1/13

12. Ode latine au roi d'Angleterre

Brouillon autographe de Cassini

Ms D 1/11

13. Cahier original des observations faites à Paris par J.D. Cassini avant son entrée à l'observatoire en 1669

Texte autographe de Cassini

Ms D 1/13

Cassini observa notamment au Louvre et à la Ville-l'Évêque

Géodésie et cartographie

Hors vitrine :

14. Quart-de-cercle utilisé par Picard pour la mesure de la terre en 1671

Triangulation entre Malvoisine et Sourdon faite par l'abbé Jean Picard en 1669 et 1670

Secteur et quart de cercle.

Ms D 5/42

On retrouve ces 3 planches préparatoires dans Mesure de la Terre de Jean Picard

Vitrine Haute Ouest

15. Immersion du second satellite de Jupiter pour le calcul de la différence du méridien de Rouen à celui de Paris

Texte autographe de Cassini

Ms B 5/9

- 16. Carte de France corrigée par Ordre du Roy sur les observations de Mrs de l'Académie des Sciences tiré de J.-D. Cassini, Recueil d'observations faites en plusieurs voyages par ordre de Sa Majesté, pour perfectionner l'astronomie et la géographie. Avec divers traités astronomiques.** - Paris : Imprimerie Royale, 1693
Inv.30
- 17. Lettre de Cassini à Philippe de La Hire, 28 novembre 1681** alors qu'il se trouve à Calais pour les mesures de la Carte de France corrigée
Ms B 4/9
A propos de la distance de Calais à Douvres
- 18. Lettre de Cassini , 4 janvier 1701**
Ms B 4/9

Cette lettre a été écrite pendant la campagne de prolongation de la méridienne de Bourges au Canigou
- 19. Journal la prolongation de la méridienne de Picard jusqu'à Bourges (1683) après la mort de Picard**
Ms D 2/38
Texte autographe d'un collaborateur de Cassini non identifié
- 20. Journal du voyage fait pour la méridienne, 1700-1701**
Texte autographe de Cassini II

Ms D 2/39
- 21. Lettre de Picard à Cassini, juin 1674**
Ms B 4/11 bis
Les deux astronomes échangèrent une correspondance assidue pendant la campagne menée en Provence pour la carte corrigée.
- 22. Eloge de M. De La Hire**
Tiré de *Histoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1718* - Paris : Imprimerie Royale, 1719
Inv.2163
Fontenelle y donne la phrase fameuse qu'aurait adressée Louis XIV aux astronomes, accusés d'avoir réduit le territoire du Royaume

Vitrine centrale Sud

- 23. Jean Picard, Mesure de la Terre.** - Paris : Imprimerie Royale, 1671
Gravure de Sébastien Leclerc
Inv.241(1)
Vignette montrant des mesures géodésiques de nuit pour la mesure de la Terre

L'instrumentation au temps de Cassini

Hors vitrine :

- 24. Miroir ardent**
François Villette - Paris, vers 1670

Inv.69

25. Globe céleste

Vincenzo Coronelli - Paris, 1693

Inv.75

26. Globe terrestre

Vincenzo Coronelli - Paris, 1688

Inv.74

27. Quart-de-cercle mobile de 0,65 m de rayon à une lunette fixe

Claude Langlois. - Paris, 1730

Inv.86

28. Quart-de-cercle mobile de 0,81 m de rayon à une lunette mobile, avec vernier

Claude Langlois - Paris, 1730

Inv.85

29. Quart-de-cercle mobile à deux lunettes fixes

Claude Langlois - Paris, 1746

Inv.90

Vitrine Plate 2 :

30. Jacques Cassini (Cassini II), Theses mathematicae de optica [...]

Paris : Thiboust, 1691

Inv. 1290

Cette vignette représente les lunettes avec et sans tuyau utilisées par Cassini ainsi que la Tour de Marly transportée à l'Observatoire entre 1685 et 1688

31. Observateur à une lunette de courte longueur focale

Dessin à l'encre provenant des manuscrits de Cassini

Ms D 1/8

La lunette comporte un tuyau muni d'un objectif et d'un oculaire et est montée sur un mât à poulie permettant de la déplacer

32. Observatoire Royal : façade sud

Gravure d'Adam Perelle. - Paris, 17^e siècle

Inv.I.114

33. Liste d'instruments pour l'observatoire

Texte autographe de Cassini

Ms D 1/13

34. Sur l'usage des verres sans tuyau

Texte autographe de Cassini
Ms D1/11

Recherches astronomiques**Hors vitrine :****35. Carte de la Lune de Cassini**

Gravure de Jean Patigny, 1679
Inv.I.1576

36. Portrait de J-D cassini

Dessin de Jean-Baptiste Patigny, 1678
Prêt de la Mairie de Clermont sur Oise

Portrait de Geneviève de Laistre

37. Dessin de Jean-Baptiste Patigny, 1678
Prêt de la Mairie de Clermont sur Oise

Vitrine haute Est**38. Lentille-objectifs utilisées par Cassini**

Attribuées à Giuseppe Campani - Rome, 17^e siècle
Inv.40 à Inv.68
Deux lentilles portent la signature de cet illustre opticien

39. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 1684-1685

Ms D 3/2
Cassini mentionne la fille de la lune

40. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 1671-1672

Ms D 1/1
Ce dessin à la mine de plomb des cratères de la lune observés le 25 octobre 1671 se trouve dans le premier registre des observations réalisées par Cassini à l'Observatoire de Paris

41. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 27 mai 1672 - 31 décembre 1672

Ms D 1/3
Observations par Cassini du deuxième satellite de Saturne qu'il a découvert, Rhéa, les 13 et 17 décembre 1672

42. J.-D. Cassini, *Découverte de deux nouvelles planètes autour de Saturne.* - Paris : S. Mabre-Cramoisy, 1673

Inv.1010(9)
La page de titre manquante a été rédigée par Cassini IV tandis qu'une autre écriture a recopié la dédicace au Roi.

43. J.-D. Cassini, *Nouvelle découverte des deux satellites de Saturne les plus proches [...] - Paris, 1686*

Inv.2454(6)

Extrait du Journal des Sçavans Du Lundy. 22 Avril 1686. Cassini propose de nommer les satellites de Saturne SIDERA LODOICEA en hommage à Louis XIV

- 44. Journal des observations depuis l'équinoxe de septembre 1690 et de l'année 1691**
 Ms D 3/11
Description de l'anneau de Saturne, 18 janvier 1691. Sur la page de gauche, on peut voir trois dessins de taches de Jupiter
- 45. Division de l'anneau de Saturne**
 Ms D 5/42
Cette gravure est la même que celle que l'on trouve dans les « Observations nouvelles [...], touchant le globe et l'anneau de Saturne » qui parurent dans le Journal des Sçavans Du Lundy 1. Mars 1677

Vitrine centrale Nord :

- 46. Dessins originaux des taches de la Lune**
 Ms D 6/40
Cassini s'était adjoint deux artistes, Sébastien Leclerc et Jean Patigny, pour dessiner ce qu'il observait

Comètes

Vitrine Plate 3

- 47. Journal autographe de J-D Cassini des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris en 1682 et 1683**
 Ms D 1/8
Observations du passage de la comète de 1682. Cette comète observée le 26 août sera appelée dès le 18^e siècle comète de Halley, en hommage à celui qui découvrit sa périodicité
- 48. Abrégé des observations et des réflexions sur la comète présenté au Roi par M. Cassini**
 Tiré du Journal des Sçavans du lundi 5. May 1681
 Inv.2176
- 49. Lettre de John Flamsteed à Cassini, 11 novembre 1681**
 Ms B 4/10
Flamsteed envoie à Cassini les positions de la comète observée en décembre 1680

Lumière Zodiacale, Soleil

Vitrine Plate 4, Grande Galerie

- 50. Ecrit de M^r de Cassini sur les instruments et opérations qu'il fit faire avant de s'établir à l'Observatoire et au commencement de son établissement**
 Texte autographe de Cassini
 Ms D 1/13
Ce cahier comprend aussi une description des observations des taches du soleil faites dans la bibliothèque de Colbert. A la suite de cette observation, Colbert aurait ordonné de faire venir les meilleurs et les plus puissants objectifs qu'on pouvait trouver
- 51. Lettre de Fatio de Duillier à Cassini**
 à propos d'observations sur un phénomène lumineux, 1685

Ms B 4/1

52. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 1683-1684.

Ms D 3/1

Observation d'une tache solaire le 10 mai 1684

République des sciences et controverses scientifiques

Hors vitrine :

53. Christiaan Huygens découvrant l'anneau de Saturne

Huile sur toile - vers 1820

Inv.I.1552

Vitrine Plate 5

54. Démonstration touchant le mouvement de la lumière trouvé par M. Romer de l'Académie Royale des Sciences tiré du *Journal des Sçavans du Lundy*. 7 decembre 1676

Inv.2176

55. Inégalité des satellites de Jupiter par Mr Cassini, 22 août 1676.

Extrait du recueil d'observations et de dissertations astronomiques tirées des registres manuscrits de l'Académie Royale des Sciences [copie Delisle]

Ms B 2/7

56. "Machina domestica" de Rømer ou lunette méridienne.

Planche illustrée tirée de Peder Horrebow, *Basis astronomiæ sive astronomiæ pars mechanica [...]*. - Havniæ : apud D viduam beati Hieron. Christiani Paulli, 1735

Inv.20035

57. Portrait de Ole Rømer

Gravure de J.G. Wolffgang. - Berlin, 1735

Inv.I.523

58. Lettre de Cassini à Christiaan Huygens, 5 juillet 1686

Ms B 4/9

Cassini envoie à Huygens, reparti aux Pays-Bas, le résultat de ses derniers calculs sur les distances des satellites au centre de Saturne

Les Cassini, une dynastie de scientifiques

Hors vitrine :

59. Jean-Dominique Cassini, dit Cassini I

Buste en plâtre

Collection privée

60. Cassini de Thury, dit Cassini III

Buste en plâtre
Inv.sc.15

61. Jean-Dominique Cassini, dit Cassini I

Statue en marbre blanc de Jean-Guillaume Moitte achevée par Jean-Baptiste Stouf, 1811
Inv.sc.8

Vitrine Haute 2

62. Carte de France de Cassini de Thury

Inv.00387

Cette carte, réalisée entre 1756 et 1786, est constituée de 181 planches. Certaines feuilles ont été aquarellées à la main

63. J.-D. Cassini (Cassini IV), Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire Royal de Paris ...- Paris : Bleuet, 1810.

Inv.6103

64. Jean-Dominique Cassini, dit Cassini IV

Gravure de Westemayr, d'après le dessin de Cles

Inv.I.205

65. Cassini de Thury, dit Cassini III

Gravure de Westemayr

Inv.I.204

66. Jacques Cassini (Cassini II)

De la grandeur et de la figure de la terre,

Paris, Imprimerie Royale, 1720

Inv. 1753

Salle Cassini

67. Cassini Huygens : objetivo : Titán

Bande dessinée en espagnol sur la mission Cassini-Huygens, éditée par l'ESA en 2005

68. Cassini-Huygens, 400 ans de découvertes

Affiche éditée par l'ESA, la NASA et l'agence spatiale italienne.

69. Récepteur radio KRONOS, modèle de rechange

Prêt du LESIA

Réalisé entre 1991 et 1996 à l'Observatoire de PARIS (DESPA/LESIA), avec l'aide du CNES, ce récepteur radio numérique permet de mesurer l'intensité, la polarisation, et la direction d'arrivée des ondes reçues par 2 des 3 antennes de la sonde Cassini dans la gamme des 3,5 kHz-16 MHz et intègre un sondeur actif du plasma ambiant. Appelé « récepteur haute fréquence », il constitue le cœur de l'expérience RPWS de Cassini, élaborée par un consortium de 7 laboratoires européens et américains. Une résine

spéciale protège les circuits électroniques et le câblage des vibrations du lancement.

70. Circuit de test du récepteur radio KRONOS
Prêt du LESIA

Cette carte électronique maquette a permis de tester et d'étalonner le récepteur KRONOS avant son intégration dans l'expérience RPWS de Cassini ;

71. Maquette de la sonde Cassini-Huygens à l'échelle 1/4

Prêt de l'Agence Spatiale Européenne

Lancée dans l'espace le 15 octobre 1997 pour explorer le système de Saturne, la sonde Cassini-Huygens est composée de l'orbiteur Cassini et de l'atterrisseur Huygens.

11 ans après son lancement, elle atteint enfin sa destination et continue depuis à envoyer des données.

Annexe: roulements des pièces présentées :

L'Observatoire au temps de Cassini :

Vitrine haute 1 :

72. Visite de Louis XIV à l'Académie des Sciences

Gravure de Claude Duflos le jeune d'après le dessin de Sébastien Leclerc, vers 1730.

Inv.I.126

En arrière-plan, l'Observatoire Royal en construction

73. Plan géométral du Premier et du second étage de l'Observatoire Royal

Planche tirée de J.-D. Cassini, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire Royal de Paris [...]*- Paris : Bleuet, 1810

Inv.1748

74. Plan de l'Observatoire Royal de Paris, bâti sous le règne de Louis le Grand l'an 1667 sur le dessin de Mr Perrault [...]

Gravure de Antoine Coquart tirée de *L'Atlas curieux ou Le Monde représenté dans des cartes [...]* Paris, 1705.

Inv.I.122 bis (Inv. 1524)

Vitrine plate 1

75. Observatoire Royal : façade nord

Gravure d'Adam Perelle. - Paris, 17^e siècle

Inv.I.111

76. Récit de la visite de Louis XIV, 1^{er} mai 1682

Texte autographe de Cassini tiré du journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris en 1682 et 1683 jusqu'au 17 avril

Ms D 1/8

77. Dessin géographique exposé dans l'Observatoire

Texte autographe attribué à Cassini
Ms D 1/13 =

L'Instrumentation au temps de Cassini**Vitrine Plate 2 :****78. Vue septentrionale de l'Observatoire de Paris, façade méridionale**

Gravure d' Antoine Coquart tirée de *L'Atlas curieux ou Le Monde représenté dans des cartes*
[...] Paris, 1705
Inv.I.123
Roulement avec

Mi-octobre

79. Vue septentrionale de l'Observatoire de Paris, façade méridionale

Gravure de Antoine Coquart tirée de *L'Atlas curieux ou Le Monde représenté dans des cartes*
[...] Paris, 1705 Non exposé
Inv.I.123 bis

80. Observatoire Royal : façade sud

Gravure d'Adam Perelle. - Paris, 17^e siècle
Inv.I.125

Recherches Astronomiques :**Vitrine haute Est****81. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 1671-1672**

Ms D 1/1
A la date du 6 novembre 1671 Cassini représente Japet, le premier des satellites de Saturne qu'il a découverts

82. Exposé et discussion de la découverte des satellites de Saturne

Texte autographe de Cassini
Ms D 2/36

83. J.-D. Cassini, *Découverte de deux nouvelles planètes autour de Saturne.* - Paris : S. Mabre-Cramoisy, 1673

Inv.1003(3)

84. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 1683-1684

Ms D 3/1
Cassini note ses observations de deux satellites de Saturne, le 17 mars 1684 et la méthode qu'il emploie

85. *Observations nouvelles de M. Cassini touchant le globe et l'anneau de Saturne* tiré du

Journal des Sçavans du Lundy 1. Mars 1677
Inv.2176

86. *Observations nouvelles de M. Cassini touchant le globe et l'anneau de Saturne*

Tiré des *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699*, tome X, années 1692-1698. - Paris : Compagnie des libraires, 1730
Inv.2162

comètes

Vitrine Plate 3

- 87. Journal des observations depuis l'équinoxe de septembre 1690 et de l'année 1691**
Ms D 3/11.
Observation probable de la chute d'une comète sur Jupiter en décembre 1690 non exposé
- 88. Cassini, Nouvelles découvertes dans le globe de Jupiter, faites à l'Observatoire Royal - Paris : Jean Cusson, 1690. Inv.20142**

Lumière Zodiacale, Soleil

Vitrine Plate 4 Grande Galerie

- 89. Découverte de la lumière céleste qui paraît dans le zodiaque**
Tiré des *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, tome VIII. *Œuvres diverses* de J-D. Cassini - Paris : Compagnie des Libraires, 1730
Inv.2162
- 90. Observations des taches solaires dans la bibliothèque de Colbert**
Texte autographe de Cassini
Ms D 1/11
A la suite de cette observation, Colbert aurait ordonné de faire venir les meilleurs et les plus puissants objectifs qu'on pouvait trouver
- 91. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 1684-1685.**
Ms D 3/2
Observation d'une tache solaire le 11 juin 1684
- 92. Journal des observations faites à l'Observatoire Royal de Paris, 1684-1685.**
Ms D 3/2
Observation d'une tache solaire le 13 juin 1684 à Versailles
- 93. Dessins de taches solaires observées par Cassini, 30 octobre- 30 novembre 1676**
Planche n°5 parue dans *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699*, tome X, années 1692-1698. - Paris : Compagnie des Libraires, 1730
Inv.2162

République des sciences et controverses scientifiques

Vitrine Plate 5

- 94. Lettre de Christiaan Huygens à Cassini, 6 juillet 1684 à La Haye.**
Ms B 4/10
*Huygens lui demande ses commentaires sur son ouvrage *Astroscopia compendiaria* et ses impressions sur l'usage des «vitres de longueur extraordinaire» et des «vitres oculaires» de Campani*
- 95. Lettre de Henry Oldenburg à Cassini, 26 août 1671**
Ms B 4/11 Bis
Oldenburg évoque les observations de taches solaires et le système de Saturne, et mentionne une lettre que lui a adressée Hevelius
- 96. Lettre de Vincenzo Viviani à Cassini, 26 septembre 1671**
Ms B 4/12
A propos d'une éclipse de lune

97. *Christiaan Huygens, Astroscopia Compendiaria [...]- La Haye, 1684*

Inv.20661(2)

Planche montrant la lunette "sans tuyau" de Huygens

98. *Christian Huygens, Horologium oscillatorium sive de motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geometricæ. - Paris, 1673*

Inv.1028

Huygens introduit le pendule vers 1655 pour régulariser le mouvement des horloges à poids.