

L'Observation de Jupiter de Galileo Galilée à Jean-Dominique Cassini : le laboratoire de l'astronomie moderne

Jérôme Lamy

 <http://interfas.univ-tlse2.fr/nacelles/829>

Electronic reference

Jérôme Lamy, « L'Observation de Jupiter de Galileo Galilée à Jean-Dominique Cassini : le laboratoire de l'astronomie moderne », *Nacelles* [Online], 7 | 2019, Online since 01 janvier 2020, connection on 24 mai 2023. URL : <http://interfas.univ-tlse2.fr/nacelles/829>

L'Observation de Jupiter de Galileo Galilée à Jean-Dominique Cassini : le laboratoire de l'astronomie moderne

Jérôme Lamy

OUTLINE

1. Introduction
2. Galilée et la machinerie jupitérienne
3. La longitude et les satellites de Jupiter
4. Taches et bandes : Jupiter comme la Terre ?
5. Conclusion

TEXT

1. Introduction

- 1 L'usage¹ astronomique de la lunette par Galilée à partir de 1609 a profondément transformé la façon d'envisager les planètes, leurs aspects, leurs relations dans un système d'ensemble cohérent. Toutefois, cette solidification de la notion de système planétaire, considérée comme une totalité systémique ne s'est opérée que très progressivement. Simon Schaffer a ainsi montré qu'à la fin du XVIII^e siècle, William Herschel a envisagé l'univers et les objets qui le composent sur le mode d'une typologie semblable à celle qui organisait l'histoire naturelle². En examinant la façon dont les astronomes, tout au long du XVII^e siècle, ont examiné Jupiter, ses satellites et leurs ordonnancements, je voudrais reconstituer les transformations des modalités d'appréhension des objets célestes. Comment une planète, ainsi que les satellites qui tournent autour d'elle, sont-ils considérés, décrits ? Quels sont les registres d'analyse mobilisés pour, d'une part, découper l'objet Jupiter dans l'ordre de l'observable, et, d'autre part, le restituer dans un ensemble d'entités dotées de propriétés comparables ?
- 2 Michel Foucault avait montré, dans son ouvrage *Les Mots et les choses* qu'à partir du XVII^e siècle, « la pensée cesse de se mouvoir dans l'élément de la ressemblance »³. Sous le rapport général d'une *mathesis*,

la science moderne discerne les « relations entre les êtres sous la forme de l'ordre et de la mesure »⁴. L'ordre, assure Foucault, prenant, *in fine*, systématiquement le pas sur la mesure. Le philosophe soutient donc qu'entre une « théorie générale des signes, des divisions et des classements » et « le mouvement spontané de l'imagination, des répétitions de la nature » s'ouvre la possibilité de « savoirs nouveaux »⁵. Cette *épistémè* classique, c'est-à-dire cette matrice générale des discours qu'une époque peut secréter, trouve son origine dans les formes de représentation du monde qui émergent du travail d'ordonnement⁶.

- 3 Je propose, précisément, dans cet article, de reconstituer la saisie observationnelle de Jupiter tout au long du XVII^e siècle dans la perspective de ce rapport à une matrice ordonnée plus générale, celle d'un système planétaire conçu petit à petit dans son homogénéité intrinsèque. Deux grandes manières d'observer – et de considérer – Jupiter vont progressivement s'articuler dans les observations astronomiques du Grand Siècle : d'une part l'étude des mouvements satellitaires comme soutien à cette science des éphémérides qui poursuit la quête d'un mécanisme planétaire connaissable par la mesure, d'autre part l'étude des aspects physiques de Jupiter, par un jeu de descriptions et comparaisons qui permette de construire un savoir positif sous l'égide « de l'identité, de la différence et de l'ordre »⁷.

2. Galilée et la machinerie jupitérienne

- 4 Galilée observe les satellites de Jupiter en janvier 1610. Il fait un compte-rendu extrêmement détaillé de ses examens célestes dans le *Siderus Nuncius* :

Le sept janvier, donc, de la présente année 1610, à la première heure de la nuit, comme je regardais les Étoiles célestes, à travers la lunette, Jupiter se présenta ; et comme je m'étais fabriqué un instrument tout à fait excellent, je reconnus (ce qu'auparavant je n'avais pu réussir à cause de la faiblesse de l'autre Lunette) qu'il y avait trois Étoiles, toutes petites il est vrai, mais pourtant très claire, situées près de lui. Je les croyais d'abord du nombre des Fixes. Néanmoins, elles me causèrent un certain émerveillement, du fait qu'elles sem-

blaient disposées selon une ligne exactement droite et parallèle à l'Écliptique, et bien qu'égales aux autres [Fixes] en grandeur, plus resplendissantes⁸.

- 5 Le gain technologique d'une nouvelle lunette probablement plus puissante permet à l'astronome italien de découvrir des satellites de Jupiter. La planète elle-même ne suscite pas véritablement son intérêt. Ce que souhaite Galilée – comme dans tout l'ouvrage *Siderius Nuncius* – c'est apporter des arguments observationnels à la théorie copernicienne d'un univers héliocentrique. Dans cette perspective, l'examen précis de la position des satellites de Jupiter constitue un moyen de contrer les discours aristotéliens qui voient dans le couple Terre-Lune une exception difficilement explicable dans un système centré sur le Soleil. Galilée précise donc :

[...] nous tenons un argument excellent et lumineux pour ôter tout scrupule à ceux qui, tout en acceptant tranquillement la révolution des Planètes autour du Soleil dans le Système copernicien, sont tellement perturbés par le tour que fait la seule Lune autour de la Terre – tandis que ces Planètes accomplissent toutes deux une révolution annuelle autour du Soleil – qu'ils jugent que cette organisation du monde doit être rejetée comme une impossibilité. Maintenant, en effet, nous n'avons plus une seule Planète tournant autour d'une autre pendant que toutes deux parcourent un grand orbe autour du Soleil, mais notre perception nous offre quatre Étoiles errantes, tournant autour de Jupiter, comme la Lune fait autour de la Terre, tandis que toutes poursuivent ensemble avec Jupiter, en l'espace de douze ans, un grand orbe autour du Soleil⁹.

- 6 L'important pour Galilée est donc de prouver, par l'observation des satellites de Jupiter, la validité du système héliocentrique. Par la suite, l'astronome italien va s'efforcer de donner les meilleures données possibles concernant la période de ces satellites¹⁰.
- 7 Les principes d'une étude globale du système jovien comme point d'appui de l'agencement planétaire apparaissent également très tôt dans l'ouvrage de Simon Marius, *Mundus Jovialis*, édité en 1614. L'astronome allemand y propose « une vue générale sur le monde jovien »¹¹, une étude des « différentes vitesses de leurs divers mouvements »¹², ainsi qu'une théorie générale de ce système. Contrairement à Galilée, Marius ne cherche pas spécialement à faire du sys-

tème de Jupiter une preuve positive d'un univers héliocentrique ; en revanche, il élabore la description des satellites sous l'empire de l'identité avec les astres déjà bien connus. Évoquant les satellites et leur « magnitude apparente », il assure qu'ils « reçoivent leur lumière du Soleil, de la même façon que pour notre Lune et les autres planètes, incluant Jupiter elle-même »¹³. De même, poursuit Marius, « la cause du fait que nos étoiles joviennes apparaissent plus grandes et plus petites à différentes époques réside dans la variation de leur position relativement au Soleil, à Jupiter et à la Terre »¹⁴. La modalité comparative permet ici de constituer le système jovien dans sa spécificité et de l'intégrer à un système plus large encore, celui de l'ensemble des planètes et du Soleil. L'identification (à des choses connues), la différence (avec un ensemble de satellites jusqu'ici inobservés) et l'ordre (l'emboîtement des systèmes) constituent donc bien le triptyque à partir duquel Marius entend proposer une description du monde de Jupiter.

- 8 Très vite, c'est moins la description en elle-même du système jovien qui va intéresser les astronomes que le souci d'établir des éphémérides rigoureuses à partir de l'observation des satellites de Jupiter – et les propositions de Marius indiquent assez la direction nouvellement prise.

3. La longitude et les satellites de Jupiter

- 9 L'intégration de Jupiter (ou plus exactement de ses satellites) dans l'ensemble connaissable d'un système planétaire centré sur le Soleil est repérable à travers le lent et continu travail d'affinement des données concernant les trajectoires des satellites. Comme le remarque John D. North, il s'agit de régler un problème désormais prégnant au ^{xvii}^e siècle, celui de la longitude. En mer, l'obtention de cette donnée, sans garde-temps véritablement fiable, est une gageure au début de l'époque moderne. L'horloge astronomique que constitue le déplacement très régulier de certains corps célestes permet, à l'aide de tables minutieusement établies, de donner des repères relativement fiables. John D. North ajoute que « c'est un sujet particulièrement vital pour la plupart de ceux qui ont observé les orbites des satellites tout au long des ^{xvii}^e et ^{xviii}^e siècle ». Galilée évoque lui-même cette ma-

nière d'utiliser ses observations des planètes médicéennes « dans une lettre datée du 11 novembre 1635 » qu'il adresse à Jean de Beau-grand¹⁵.

- 10 Jupiter et son système satellitaire intègrent donc la problématique des longitudes : la régularité de leurs mouvements et la possibilité d'établir à long terme des tables rendant compte de ces derniers poussent à une certaine émulation savante. L'enjeu est alors de produire les tables les plus précises possibles du système satellitaire jovien. Les « premières tables de Cassini », prenant en compte « les transits des ombres » des satellites, « ont rendu possible un nouveau niveau d'exactitude de la prévision »¹⁶.

Avant mon départ de Bologne au mois de Mars 1668, reconnaît Cassini, je m'estois pressé de publier mes premières tables du mouvement des satellites de Jupiter [...]. Elles n'estoient pas si exactes que celle que je continuais de faire après avoir dressé les éphémérides, qui servent pour prévoir le temps propre à faire les observations : mais je jugeais qu'il ne falloit pas différer de les donner au public tout imparfaites qu'elles estoient [...] ; afin que les Astronomes qui n'en avoient pas d'autres qui pussent servir à cet usage, ni mesme qui fussent propres pour faire distinguer un satellite de l'autre, eussent la commodité d'observer de concert les configurations & les éclipses de ces satellites, pour les faire servir à l'invention des longitudes : ce qui a eû l'effet que j'en avois espéré, ces tables & ses éphémérides n'ayant pas plutôt paru que les Astronomes de diverses nations s'en servirent pour observer de concert ces satellites, & pour tirer du rapport de ces observations la différence des longitudes des lieux assez éloignez où elles ont esté faites¹⁷.

- 11 La tentative n'est pas nouvelle, rappelle Cassini. En cela, il témoigne bien de l'empressement avec lequel les astronomes se sont saisis de l'opportunité des satellites joviens afin de constituer un référentiel fiable pour les longitudes. Peiresc aurait observé le « spectacle » des satellites « avec une incroyable joie », assure Jean-Baptiste Requier en 1770 :

[Il] fit construire un Observatoire, & ne cessa de presser son frère de Valaves, qui étoit encore à Paris, de lui faire fabriquer des verres de Télescope. Cependant ayant remarqué quelques révolutions aux Satellites de Jupiter, il forma le dessein de dresser, avec l'aide du Sei-

gneur de la Valette, des Tables de leurs mouvemens, qui furent achevées dans peu, & où ils avoient déterminé avec autant d'exactitude qu'il leur avoit été possible, le temps où chacun des Satellite achève son cours autour de Jupiter¹⁸.

- 12 Mais la difficulté pour obtenir des données fiables sur la position des satellites joviens découragea Peiresc¹⁹.
- 13 Giovanni Battista Hodierna a produit une étude approfondie des satellites. En particulier, « il estime les élongations des satellites en modules, c'est-à-dire en diamètres de Jupiter [...] »²⁰. Il rédige des « éphémérides » qui « donnent de 1656 à 1676, pour le commencement de chaque mois, les longitudes en degrés de quatre satellites, puis le mouvemens tous les jours du mois »²¹.
- 14 La question fondamentale est ici celle de la mesure la plus précise possible. Elle est donc directement articulée à la quête d'une *mathesis* qui donnerait le plan d'un système planétaire mathématiquement connaissable dans ses distances et ses mouvements. C'est à ce point précis que Cassini apporte une nouvelle dimension : il a en effet cherché quels étaient les moments les plus favorables pour « déterminer les longitudes » :

Il faut préférer à toutes les autres phases les éclipses que ces satellites souffrent en passant par l'ombre de Jupiter, dont on peut observer l'entre & la sortie, & quelquefois l'une & l'autre, sans que deux observateurs soient en différend entr'eux d'un quart de minute d'heure (qui est une exactitude beaucoup plus grande que toute celle que l'on pouvoit avoir auparavant par les éclipses de lune) & [...] les éclipses du premier satellite, qui est plus viste que les autres & qui entre plus directement dans l'ombre, se peuvent déterminer encore avec une plus grande précision²².

- 15 Installant le système jovien comme point d'appui des mesures de longitudes, Cassini mobilise l'ensemble du système solaire pour affermir sa méthode :

Pour déterminer les éclipses des satellites de Jupier il n'estoit pas moins important de trouver la situation de leurs cercles à l'égard de l'écliptique & de l'orbite de Jupiter, qu'il a esté nécessaire pour prévoir les éclipses de lune de déterminer la situation de son orbite à

l'égard de l'écliptique : car l'orbite de Jupiter, par laquelle cette planète fait sa révolution périodique de 12. Années autour du soleil, est à l'égard des cercles sur lesquels les satellites font leurs révolution particulières, ce que l'écliptique est à l'égard de l'orbite de la lune ; le globe de Jupiter qui est supposé estre au centre du système de ces satellites, est à leur égard ce que la terre, qui est au centre du système de la lune, est à l'égard de la lune mesme²³.

- 16 Ce sont bien des procédés d'identification (la Lune comme les satellites de Jupiter, la Terre comme Jupiter) qui permettent de comprendre la situation des orbites du système jovien. Le système planétaire autour du Soleil est composé d'entités aux propriétés astronomiques identiques ce qui les rend connaissables par l'observation. Cassini, poursuivant son raisonnement, précise même :

Le soleil selon les hypotheses modernes est toujours dans le plan de l'orbite de Jupiter, comme il est toujours dans le plan de l'écliptique ; & le rayon qui va au centre du soleil au centre de Jupiter, s'étend sur le plan de son orbite, comme le rayon qui va au centre du soleil au centre de la terre, s'étend sur le plan de l'écliptique²⁴.

- 17 Parce que l'écliptique permet de situer les planètes par rapport à un plan unique, et de rendre leur mouvement commensurable, l'ordre mécanique des mouvements satellitaires (capables par leur régularité d'offrir la stabilité d'un repère fiable pour les longitudes) s'articule ici à l'identification des planètes entre-elles. On mesure donc combien Cassini, dans ce vaste mouvement de mise en cohérence du système planétaire s'efforce de lier entre elles les différentes dimensions d'une logique globale d'intellection. Il s'agit pour lui à la fois d'envisager les satellites joviens comme des ressources pour des problématiques propres à l'investigation humaine (i.e. les longitudes) et de penser la structure globale d'un ensemble planétaire.

- 18 Des astronomes comme Jean Picard se montrent très vite persuadés de la supériorité de la méthode proposée par Cassini ; il juge ainsi dans son *Voyage d'Uraniborg* :

Il n'y a rien de plus commode & de plus précis pour la découverte des Longitudes sur terre, que les Observations du premier Satellite de Jupiter, soit lors que ce Satellite s'éclipse en se plongeant dans l'ombre de Jupiter, soit lors qu'il en sort, & qu'il commence à recou-

vrier sa clarté, parce que cela se fait à nostre égard si subitement, que dans un temp serain, avec une lunette de 14. à 20. pieds, on peut s'asseûrer de la bonté d'une Observation, à peu de seconde près²⁵.

- 19 Cependant, certaines positions de l'astronome italien ne sont pas partagées par tous ses confrères. Ainsi Christiaan Huygens, en 1663, se montre-t-il plus que sceptique quant à la possibilité d'utiliser les mouvements satellitaires aux fins d'apprécier la longitude d'un lieu. Il écrit au savant écossais Robert Moray :

Pour ce que vous dites de rectifier les Longitudes des lieux sur terre par des observations des Satellites de Jupiter, c'est une entreprise très belle et utile mais qui coustera bien de la peine, parce que sans doute ces Lunes ne sont pas sujettes à moins d'anomalies que la nostre, ce qui rendra la construction des Tables assez difficiles²⁶.

- 20 Même en réfutant l'hypothèse de Cassini, Huygens reste dans le cadre d'une identification des phénomènes astronomiques : c'est en effet en pointant les anomalies remarquées pour le satellite de la Terre qu'il conclut à la difficulté d'une saisie correcte des données pour Jupiter.
- 21 La mesure de la vitesse de la lumière par Ole Rømer en 1676 constitue une autre conséquence de ces observations multiples des satellites de Jupiter : c'est en constatant précisément les écarts entre les horaires attendus des éclipses de ces petits astres que l'astronome danois a pu en proposer une première valeur approchée²⁷. Ce faisant, il donnait à la *mathesis* moderne les fondements d'une unité générale fondée sur la constance d'une vitesse de la lumière.
- 22 Ce ne sont pas seulement les satellites qui intéressent les astronomes du ^{xvii}^e siècle. L'observation de l'aspect physique de Jupiter (ses bandes et ses taches en particulier) a également suscité de nombreuses analyses et hypothèses. Une nouvelle fois, les processus d'identification et de différence se sont structurés en une *mathesis* fixant un certain ordonnancement du monde.

4. Taches et bandes : Jupiter comme la Terre ?

- 23 Christopher M. Graney a répertorié les premières observations des bandes apparaissant à la surface de Jupiter en suivant les indications de Giovanni Battista Riccioli, rapportées dans son *Astronomia Reformata* de 1665²⁸. Le père Nicolai Zucchi serait le premier, en 1630, à les avoir notées²⁹. Par la suite, Francesco Fontana, en 1633 à Naples, Francesco Maria Grimadi en 1634 et Giovanni Battista Zupi en 1644³⁰ en rapportent la présence de plusieurs sur Jupiter. Tout au long des années 1640 et 1650, ces différents observateurs vont tenter de fixer le nombre de bandes et les régions où elles se situent. Ainsi, le 29 mai 1651, « Grimaldi voit que Jupiter a deux bandes noires qui enserrant un large espace brillant. [...] Le 5 juillet il voit trois bandes noires. Celle du milieu était plus large, plus foncé et juste au-dessus du centre du disque »³¹. Toutefois rien ne semble stable ; en 1653, « le 21 juillet, Grimaldi voit trois bandes sur Jupiter »³², comme le 5 juillet.
- 24 Ces éléments accumulés au fil des ans sont d'abord perçus, par les astronomes, comme des défis à la quête de régularité des déplacements planétaires habituellement observés. Il en va de même pour les taches visibles à la surface de Jupiter. En ce domaine, une querelle de priorité point entre Jean-Dominique Cassini et Robert Hooke. C'est en 1665 que le premier, poursuivant ses observations assidues des satellites, aurait vu « dans Jupiter une tache qui cessa de paraître l'année suivante »³³. Mais au même moment, Robert Hooke fait la même découverte. Le premier volume des *Philosophical Transactions of the Royal Society* rapporte que le physicien anglais utilisant « une excellente lunette de douze pieds » a vu en 1664 « une petite tache dans la plus grosse des trois plus obscures bandes de Jupiter »³⁴. Le périodique savant anglais fait mention des observations de Cassini – identiques à celles de Hooke – mais il précise bien que Hooke a vu la « tache permanente » en « premier »³⁵. Un troisième homme, le fabricant italien d'instrument Eustachio Divini, fait savoir que c'est « avec ses verres » que la « tache permanente dans Jupiter a été découverte en premier »³⁶. Cependant, l'intérêt de ces découvertes quasi-simultanées réside ici surtout dans la distinction que Cassini opère rapidement entre deux formes de taches. Dès 1666, dans le

Journal des Sçavans, l'astronome italien précise en évoquant une tache qu'il « a vu naistres au milieu de Jupiter » :

Cette tache n'estoit pas causée par l'ombre d'aucun Satellite, tant à cause de sa situation, que parce qu'elle paroissoit, quand il n'y pouvoit avoir aucune ; outre que son mouvement differoit de celui des ombres qui est presque égal tant vers les bords que vers le milieu de Jupiter ; où au contraire cette tache a tous les accidens qui doivent arriver à une chose qui est sur la surface d'un corps rond qui se meut, par exemple, d'aller beaucoup plus lentement vers bords que vers le milieu³⁷.

- 25 De cette façon, Cassini entend spécifier les taches présentes à la surface de Jupiter ; il entreprend un travail de distinction et de comparaison qui lui permet de catégoriser les objets visibles. Les taches formées par les ombres de satellites sont, assure-t-il en 1672, le produit d'une « espece d'éclipse solaire semblable à celle que la Lune fait lorsqu'elle se trouve entre le Soleil & la Terre »³⁸. L'astronome italien assimile la deuxième catégorie de taches aux bandes visibles :

Les autres taches n'ont aucune dépendance des Satellites, mais il semble qu'elles ayent du rapport avec les taches qui paroissent quelquefois dans le Soleil, ou avec celles qui se voyent toujours dans la Lune, & elles sont peut-être de même nature que celles que l'on appelle bandes³⁹.

- 26 Cassini comprend donc la spécificité des différentes taches sur Jupiter dans un jeu de comparaison/distinction avec des éléments dont il montre qu'ils sont partout présents dans le système planétaire. Les éclipses joviennes et terrestres sont absolument identiques et indiquent nettement l'homogénéité physique et mécanique des éléments astronomiques.
- 27 Toutefois, les mouvements et la nature des taches propres à Jupiter sont plus difficiles à expliquer. Les indices observationnels sont minces et les tentatives de ramener, par la mesure, ces phénomènes variables à un ordre du connaissable, sont peu concluantes. Dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* de 1708, Cassini expose longuement toutes les observations qu'il a menées. Il précise notamment avoir cherché la durée de la « révolution de Jupiter sur son axe

[...] par le mouvement d'une Tache assez considerable »⁴⁰. Aperçue « 8 fois » entre 1665 et 1708, cette tache laisse l'astronome perplexe :

Il ne paroît dans tout cela aucune régularité, aucune proportion entre les tems où elle paroît, & ne paroît plus, seulement elle est reguliere en ce que quand elle reparoît, c'est précisément au même endroit du disque de Jupiter où elle devroit être par la révolution de 10 heures, supposé qu'elle fût permanente & fixe⁴¹.

28 À défaut d'une régularité temporelle, Cassini teste la possibilité de fixer une régularité morphologique de la tache observée : « Le diamètre apparent de cette Tache est au moins la 17^e partie du diametre apparent de Jupiter, & par consequent son diametre apparent n'est pas d'une moitié entiere plus petit que celui de la Terre qui en est la 10^e partie »⁴². La comparaison avec la taille du globe terrestre s'inscrit dans le principe d'un ordonnancement général du système planétaire : les mesures servent non pas seulement à quantifier des volumes ou des surfaces, ils sont ici le moyen de concevoir l'ensemble des planètes dans une seule catégorie épistémique à l'intérieur de laquelle toutes les entités sont commensurables.

29 La façon dont Cassini imagine la physique de ces taches indique combien ce questionnement réunit toutes les préoccupations savantes de l'astronomie moderne :

La difficulté est de sçavoir si les retours de cette Tache tiennent à quelque chose de connu, soit qu'ils y tiennent comme à une cause, ou simplement comme à une circonstance, qui les accompagne toujours, & si ce Phenomene a rapport à quelqu'autre Phenomene qu'on ait observé dans l'Univers⁴³.

30 Les principes organisateurs du monde sont les mêmes en tous ses points ; l'explication des taches joviennes ne doit donc procéder que d'une physique déjà connue sur Terre. La première hypothèse qu'examine Cassini est celle d'une corrélation aux saisons :

Si les retours de la Tache se faisoient toujours ou dans l'Aphelie, ou dans la Perihelie, ou enfin dans quelque autre distance déterminée de Jupiter au Soleil, on pourroit croire qu'elle dépendroit de quelque saison de Jupiter, comme les Néges qui couvrent sur la Terre de grands Païs à la fois, & qui de loin en changeroient l'apparence, dé-

pendent de la saison de l'Hiver. Cependant à considerer la chose d'un peu plus près, les différentes distances de la Terre au Soleil sur l'Excentrique qu'elle parcourt n'ont aucun rapport aux saisons, & l'Aphe-
lie de la Terre qui est presentement en Eté sera un jour en Hiver, sans qu'il arrive d'autre changement ⁴⁴.

- 31 L'alternance des saisons sur Terre constitue une comparaison manifestement inadéquate. Cassini explore donc une autre possibilité :

Je remarquai qu'on n'avoit jamais vû en même tems trois taches dans Jupiter si grandes que celles qui sont presentement ; de sorte que leur retour ne semble pas avoir de rapport au retour de Jupiter à la même distance du Soleil, comme nous avons proposé d'examiner, les conséquences tirées de l'invariabilité de la grande tache septentrionale de Jupiter, depuis le tems que nous l'avions observée, doivent maintenant être réglées à la variation que nous y trouvons presentement ; ce qui nous apprend qu'il y a dans la nature des changemens, dont on ne sçauroit s'apercevoir qu'après un nombre d'années, quelquefois plus grands qu'il n'est accordé à la vie d'un homme ⁴⁵.

- 32 L'ordre du connaissable peut dépasser les capacités humaines ; la nature déploie ses phénomènes à des échelles qui ne sont pas celles de la vie humaine. Cette prudence n'empêche pas Cassini d'échafauder quelques hypothèses sur la cause des taches et des bandes en suivant un principe général : « ce qu'on voit dans Jupiter peut avoir quelque rapport avec ce qui arrive ici bas sur la terre » ⁴⁶. L'astronome italien poursuit :

Car si du haut du Ciel on regardoit la terre en certaines situations, l'Océan qui environne toute la terre, paroîtroit à peu près comme la grande bande meridionale qui environne tout le globe de Jupiter ; la mer Mediterranée seroit une apparence presque semblable aux bandes interrompuës qui se vouent sur cette Planete ; les autres mers seroient d'autres grandes taches obscures qui ne changeroient point ; les Continents & les grandes Isles se verroient comme des taches claires, qui seroient aussi permanentes ; les neiges seroient des brillants qui disparoîtroient de tems en tems ; le flux & reflux de l'Océan & les grandes inondations qui arrivent quelquefois feroient paroître et disparoître d'autres taches ; la Lune ressembleroit à un des Satellites de Jupiter ; enfin les nuages de notre atmosphère ressembleroient à ces bandes interrompuës & à ces taches passa-

geres qui changent souvent de grandeur & de figure, & qui ont des mouvemens d'une vîtesse differente⁴⁷.

- 33 Fernand Hallyn avait montré comment Galilée s'était efforcé, pour convaincre de l'inanité de la division entre sublunaire et supralunaire, de comparer certains reliefs lunaires à ceux de la Bohème⁴⁸. L'analogie permettait de réduire la division aristotélicienne et de naturaliser le monde céleste.
- 34 Ici Cassini opère au cœur d'un autre régime épistémique : il ne mène pas seulement une comparaison, mais oriente le point de vue de son lecteur, en lui proposant de voir la Terre depuis un point situé dans l'espace. Il s'agit de considérer le système solaire dans son homogénéité *princeps*, à partir de laquelle toutes les perspectives sur les planètes peuvent être (théoriquement) adoptées. L'œil du savant embrasse l'espace, s'écarte du globe, le visualise de loin et en tire une représentation qui non seulement relativise le point de vue classique des observateurs, mais unit, dans un même registre épistémique toutes les entités planétaires. L'astronome italien précise d'ailleurs que les « comparaisons » qu'il mène entre « ce qui se voit sur Jupiter » et « ce qui se passe sur Terre, ne sont pas seulement des imaginations agréables » :

Elles pourront dans la suite du temps donner des lumières pour connoître la nature de ces Phénomènes. Car comme la plupart des changemens qui se sont sur la Terre, arrivent ordinairement avec quelque sorte de régularité, & que considérant la Terre du haut du Ciel, on les verroit revenir à peu près en certains temps de la révolution de la Terre à l'entour du Soleil ; de même il faudroit que les changemens qui paroissent sur le globe de Jupiter (s'il est vrai qu'ils aient quelque analogie avec ceux qui arrivent sur la Terre) revinssent à chaque révolution que Jupiter fait tous les douze ans à l'entour du Soleil & de la Terre, ou au moins qu'ils revinssent en certains temps de la période de 83 ans dans laquelle la même situation de Jupiter à l'égard du Soleil se rencontre aux mêmes degrez du Zodiaque. Ainsi en observant exactement les retours des bandes de Jupiter & de ses taches, on pourra s'éclaircir de leur nature qui nous est presque inconnue à présent⁴⁹.

- 35 L'identification et la comparaison ne servent pas seulement à imposer l'idée d'un ordre régulier dans l'univers ; elles constituent également

les fondements d'une forme de patience savante⁵⁰ qui oblige à considérer les éléments naturels dans une temporalité longue.

- 36 Si les taches joviennes occupent une grande place dans la production de Jean-Dominique Cassini, les bandes autour de Jupiter l'intéressent également. Pour expliquer leur présence, il imagine « que le globe de Jupiter est tout à l'entour creuse de canaux parallèles semblables aux canelures d'une boule tournée grossièrement autour, & qu'il y a une matiere fluide qui coule dans ces canelures : cela supposé la matiere liquide venant s'étendre d'Orient en Occident doit former une semblable apparence de bandes obscures »⁵¹. Le registre comparatif ici mobilisé réfère à des constructions artificielles, façonnées par la main humaine. Ce parallèle établi entre des reliefs joviens et des canelures emplies de fluide pointe la logique générale d'une physique dont les lois sont uniformément appliquées dans tout le système solaire.
- 37 Cassini n'est pas le seul à construire un discours d'unification du monde par les rapprochements entre phénomènes très éloignés dans l'espace mais identiques dans leur processus physique. Christiaan Huygens affirme à l'astronome Philippe La Hire en octobre 1692 que « les observations des taches changeantes, dans Jupiter de M^r Cassini sont aussi fort belles et curieuses et prouvent assez qu'il y a des nuages dans ce monde là aussi bien que dans le nostre »⁵².
- 38 L'ordre n'est pas qu'une affaire d'homogénéité du monde céleste. Le fait que les éléments constituant les planètes soient partout identiques est la condition d'une connaissance par la mesure. Une brève mention dans l'*Histoire de l'Académie Royale des Sciences* pour l'année 1699 permet de comprendre comment s'articulent entre elles ces différentes exigences épistémiques :

Les variations des Taches de Jupier, ses Bandes qui tantôt s'élargissent, & tantôt s'étrécissent, qui se séparent, & puis se confondent, sont des changemens à peine sensibles par les meilleures Lunettes, & cependant plus considérables, que si l'Océan inondoit toute la terre ferme, & laissoit en sa place de nouveaux continents. Il faut que la terre en comparaison de Jupiter soit bien tranquille, & bien exempte de revolutions physiques. Ce ne sont donc pas de petits objets pour les Contemplateurs de la Nature que les changemens qu'on apperçoit sur la surface de cette Planete, & c'est aussi pour les Astronomes une étude importante, parce qu'on ne peut s'assûrer en combien de

temps Jupiter tourne son axe, que par des taches fixes & invariables dont on aura exactement mesuré les retours⁵³.

- 39 Les observations précises des taches joviennes ne sont pas un passe-temps futile ; il s'agit bien au contraire d'un travail savant important puisqu'il prépare et conditionne la possibilité d'une saisie des phénomènes par la mesure. Contre l'idée d'une superficialité de la description physique des objets célestes, les académiciens soulignent l'importance de l'attention au détail qui ouvre toujours sur une métrique du monde.

5. Conclusion

- 40 L'épistémè classique repéré par Michel Foucault vise un monde ordonné et calculable. Les observations de Jupiter, de ses satellites, de ses bandes et de ses taches signalent la pleine inscription de l'astronomie moderne dans ce régime épistémique spécifique. La découverte des satellites, tout d'abord, permettait à Galilée de réduire les arguments aristotéliens ; très vite, avec Simon Marius, l'intelligibilité globale du système planétaire émerge comme un projet d'investigation savante. La grande fréquence des passages des satellites autour de Jupiter constitue une opportunité pour la mesure des longitudes : le monde jovien devient alors le point d'appui d'une entreprise de repérage par les longitudes qui n'avaient, jusqu'alors, pas donné toutes les garanties d'une forte régularité. Même si cette dernière ne sera véritablement conquise qu'avec la généralisation des garde-temps fiables après les expériences de John Harrison au XVIII^e siècle, l'hypothèse d'une horlogerie jovienne capable de résoudre – ou à tout le moins de perfectionner – la mesure des longitudes constitue un puissant vecteur d'harmonisation épistémique par la mesure. La description des bandes et des taches à la surface de Jupiter a constitué le moyen, notamment pour Jean-Dominique Cassini, de bouleverser les points de vue sur le système planétaire : les espaces célestes sont dès lors considérés dans leur homogénéité totale, l'univers phénoménal est unique, les principes d'identification sont parfaits.
- 41 Les deux manières d'observer Jupiter (i.e. le soutien à la précision des éphémérides et le suivi des bandes et des taches) se fondent dans une manière unique de considérer l'espace des possibles épistémiques.

Partant de pratiques aux visées apparemment très différentes (*i.e.* une possibilité d'améliorer les courses commerciales en mer, d'une part, et l'unification physique du monde astronomique), ces deux manières d'envisager la place de Jupiter dans l'ordre de l'intelligible font sens dans un mouvement dialectique qui part des vertus de l'observation précise, passe par la quête d'une mesure des déplacements et débouche sur une possibilité de comparaison des éléments d'un domaine planétaire unifiée phénoménalement.

- 42 Le système jovien a donc servi de point d'appui observationnel et quasi-expérimental à l'affirmation d'une *épistémè* classique faisant de la métrique son instrument et de l'ordonnancement des choses sa logique profonde. Dans le jeu spéculaire des renvois entre la Terre et Jupiter, quelque chose d'inédit émerge pour comprendre la physique du monde : la différence est toujours rapportée à des agencements locaux spécifiques qui ne s'opposent pas à des principes généraux fondamentalement universels. Il devient possible de situer les aspects de Jupiter, de ses satellites, de leurs courses dans l'univers, dans un ensemble plus vaste, régi par des lois communes.

NOTES

- 1 Je remercie Didier Foucault ainsi que les deux rapporteur.e.s anonymes pour leurs commentaires sur les versions précédentes de ce texte.
- 2 SCHAEFFER Simon, « Herschel in Bedlam : Natural History and Stellar Astronomy », *The British Journal for the History of Science*, vol. 13, n° 3, 1980, p. 232.
- 3 FOUCAULT Michel, *Les Mots et les Choses. Une archéologie des sciences humaines*, Paris, Gallimard, 1967, p. 65.
- 4 *Ibidem*, p. 71.
- 5 *Ibidem*, p. 72.
- 6 *Ibidem*, p. 221-222.
- 7 *Ibidem*, p. 86.
- 8 GALILÉE Galileo, *Le Messager des étoiles*, Paris, Le Seuil, 1992 [1610], p. 176.
- 9 *Ibidem*, p. 198- 199.

- 10 DÉBARBAT Suzanne, WILSON Curtis, « The Galilean Satellites from Galileo to Cassini, Römer and Bradley », in TATON René, WILSON Curtis (dir.), *The General History of Astronomy*, vol. 2: *Planetary Astronomy from the Renaissance to the Rise of Astrophysics. Part A: Tycho Brahe to Newton*, Cambridge, Cambridge University Press, 1987, p. 144.
- 11 MARIUS Simon, « Mundus Jovalis », *The Observatory*, vol. 39, 1916, p. 373.
- 12 *Ibidem*, p. 374.
- 13 *Ibidem*, p. 444.
- 14 *Ibidem*, p. 444.
- 15 NORTH John, « The Satellites of Jupiter, from Galileo to Bradley », in VAN DER MERWE Alwyn (dir.), *Old and New Questions in Physics Cosmology Philosophy, and Theoretical Biology. Essays in Honor of Wolfgang Yourgray*, New York, Plenum Press, 1983, p. 693.
- 16 DÉBARBAT S., WILSON C., *op. cit.*, p. 149.
- 17 CASSINI Jean-Dominique, *Les Hypothèses et les tables des satellites de Jupiter, réformées sur de nouvelles observations*, Paris, Imprimerie Royale, 1693, p. 2.
- 18 REQUIER Jean-Baptiste, *Vie de Nicolas-Claude Peiresc*, Paris, Chez Musier, 1770, p. 132. Voir également, CHAPLIN Seymour L., « The Astronomical Activities of Nicolas Claude Fabri de Peiresc », *Isis*, vol. 48, n°1, 1957, p. 15-16.
- 19 CASSINI J. D., *op. cit.*, p. 3.
- 20 Jean-Baptiste DELAMBRE, *Histoire de l'astronomie moderne*, Paris, M^{me} V^e Courcier, 1821, t. II, p. 328.
- 21 *Ibidem*, p. 332.
- 22 CASSINI J.-D., *op. cit.*, p. 4.
- 23 *Ibidem*, pp. 4-5.
- 24 *Ibidem*, p. 5.
- 25 PICARD Jean, *Ouvrages de mathématiques*, Amsterdam, Pierre Mortier, 1736, p. 95.
- 26 HUYGENS Christiaan, *Lettres n° 1178 à Robert MORAY*, in HUYGENS Christiaan, *Œuvres complètes*, t. IV, *Correspondance 1662-1664*, La Haye, Martinus Nijhoff, 1891, p. 458.

- 27 RØMER Ole, « Démonstration touchant le mouvement de la lumière », *Journal des Sçavans*, 7 décembre 1676, p. 233-236.
- 28 GRANEY Christopher M., « Changes in the Cloud Belts of Jupiter, 1620-1664, as reported in the 1665 *Astronomia Reformata* of Giovanni Battista Riccioli », *Baltic Astronomy*, vol. 29, 2010, p. 265-271.
- 29 RICCIOLI Giovanni Battista, *Almagestum Novum Astronomiam*, Bologne, Ex. Typographia Haerdis Victorii Benatii, 1651, p. 487.
- 30 GRANEY Ch., *op. cit.*, p. 268-269.
- 31 *Ibidem*, p. 269.
- 32 *Ibidem*, p. 269.
- 33 « Nouvelles découvertes de diverses Périodes de mouvement dans la Planete Jupiter, depuis le mois de Janvier 1691 jusqu'au commencement de l'année 1692 », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, t. X, Paris, La Compagnie des Libraires, 1780, p. 3.
- 34 HOOKE Robert, « A spot in one of the belts of Jupiter », *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 1, 1665, p. 3.
- 35 « Some observations concerning Jupiter. Of the shadow of one of his satellites seen, by a telescope passing over the body of Jupiter ; And of a permanent spot in Jupiter by which is manifested the conversion of Jupiter about his own axis », *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 1, 1665, p. 143-145.
- 36 « Some particulars, communicated from forraign parts, concerning the permanent spott in Jupiter ; and a conteste between two artists about optick glasses, &c. », *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 1, 1665, p. 209.
- 37 « Extrait d'une lettre escrite de Rome, touchant les nouvelles découvertes faites dans Jupiter par M. Cassini Professeur d'Astronomie dans l'Université de Boulogne (sic) », *Journal des Sçavans*, 22 février 1666, p. 100.
- 38 CASSINI J.-D., « Relation du retour d'une grande Tache permanente dans la Planete de Jupiter observée par M. Cassini », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, t. X, Paris, La Compagnie des Libraires, 1780, p. 513.
- 39 *Ibidem*, p. 514.
- 40 CASSINI J.-D., « Sur le retour d'une tache de Jupiter », *Histoire de l'Académie Royale des sciences. Avec les Mémoires de Mathématiques & de Physique*, 1708, Paris, Compagnie des Librairies, 1730, p. 90.

41 *Ibidem*, p. 90.

42 *Ibidem*, p. 91.

43 *Ibidem*, p. 91.

44 *Ibidem*, p. 91.

45 *Ibidem*, p. 105.

46 « Nouvelles découvertes de diverses Périodes de mouvement dans la Planete Jupiter, depuis le mois de Janvier 1691 jusqu'au commencement de l'année 1692 », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, t. X, Paris, La Compagnie des Libraires, 1780, p. 4.

47 *Ibidem*, p. 4.

48 HALLYN Fernand, *Les Structures rhétoriques de la science. De Kepler à Maxwell*, Paris, Le Seuil, 2004, p. 56.

49 « Nouvelles découvertes de diverses Périodes de mouvement dans la Planete Jupiter... », *op. cit.*, p. 4-5.

50 Nous nous permettons de renvoyer à : LAMY Jérôme, « La Grammaire des passions savantes. Les astronomes toulousains au XVIII^e siècle et la gestion des affects », in ROUX Jacques, CHARVOLIN Florian, DUMAIN Aurélie (eds.), *Passions cognitives. L'objectivité à l'épreuve du sensible*, Bruxelles, Éditions des Archives Contemporaines, 2013, p. 157-174.

51 « Nouvelles découvertes de diverses Périodes de mouvement dans la Planete Jupiter... », *op. cit.*, p. 6. Dans *Les Principes de la philosophie*, Descartes évoque également les « cannelées » pour évoquer la structure des tourbillons. Ils ont « la figure d'un triangle en leur largeur et profondeur [...] ». Il ajoute qu'il « suffit que nous les concevions ainsi que de petites colonnes cannelées, à trois raies ou canaux, et tournées comme la coquille d'un limaçon. » DESCARTES René, *Œuvres*, T. III, *Les Principes de la philosophie*, Paris, F.G. Levrault, 1824, p. 256-257. Je remercie Didier Foucault de m'avoir indiqué cette référence.

52 HUYGENS Christiaan, Lettres n° 2767 à Philippe La Hire, in HUYGENS Christiaan, *Œuvres complètes*, t. X : *Correspondance 1691-1695*, La Haye, Martinus Nijhoff, 1905, p. 322.

53 *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, années 1699, avec les mémoires de Mathématiques & de Physique pour la même année*, Paris, Chez Gabriel Martin, Jean-Baptiste Coignard fils, H. Louis Guerin, 1732, p. 78.

ABSTRACTS

Français

Cet article s'intéresse à la façon d'observer Jupiter au xvii^e siècle. Deux types d'observation émergent peu à peu. D'une part, l'étude des mouvements satellitaires permet d'étayer une science des éphémérides qui met la mesure au centre des investigations. Cassini, Hodierna ou encore Ole Rømer s'intègrent dans la *mathesis* moderne qui vise une cohérence générale d'un univers mesurable.

L'observation des taches et des bandes de Jupiter (par N. Zucchi, F.M. Grimadi, G.N. Zupi puis Cassini et Hooke) est l'occasion de développer des analogies avec la Terre. Identification et comparaison participent également à l'unification du système solaire, comme ensemble régi par les mêmes lois physiques.

English

This article deals with the observations of Jupiter in the 17th century. Two types of observation gradually emerged. On the one hand, the study of satellite movements supported a science of ephemerides that put measurement at the centre of investigations. Cassini, Hodierna and Ole Rømer fitted into modern *mathesis* which aims at a general coherence of a measurable universe.

The observation of Jupiter's spots and bands (by N. Zucchi, F.M. Grimadi, G.N. Zupi then Cassini and Hooke) was an opportunity to develop analogies with the Earth. Identification and comparison also participated in the unification of the solar system, as a whole governed by the same physical laws.

INDEX

Mots-clés

Jupiter, satellites, bandes, taches, système solaire

Keywords

Jupiter, satellites, bands, spots, solar system

AUTHOR

Jérôme Lamy

Jérôme Lamy est historien et sociologue des sciences, chercheur au CNRS (laboratoire CERTOP, UMR 50344, Université Toulouse Jean Jaurès). Il travaille à une sociologie historique des activités spatiales depuis la Deuxième Guerre

mondiale. Auteur de *Faire de la sociologie historique des sciences et des techniques* (Hermann, 2018) et de *L'Observatoire de Toulouse aux XVIII^e et XIX^e siècles* (PUR, 2007), il a notamment dirigé *Ce que la science fait à la vie*, Paris (avec N. Adell, Éditions du CTHS, 2016), *Jérôme Lalande (1732-1807). Une trajectoire scientifique* (avec C. Le Lay, PUR, 2010), *La Carte du ciel. Histoire et actualité d'un projet scientifique international* (EDP Sciences (2008)).
jerome.lamy@laposte.net