

Cosmographie (fin)

Nouvelles annales de mathématiques 1^{re} série, tome 12
(1853), p. 406-416

http://www.numdam.org/item?id=NAM_1853_1_12__406_1

© Nouvelles annales de mathématiques, 1853, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Nouvelles annales de mathématiques » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

*Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques*

<http://www.numdam.org/>

COSMOGRAPHIE (fin)

(voir p. 356).

ASTRÉE. 8 décembre 1845. *Hencke* [*Charles-Louis* (*)].
Driessen (Brandebourg).

Neuvième grandeur.

Après la fondation de l'observatoire de Königsberg, lorsque l'astronomie observatrice prit cet élan qu'elle doit presque uniquement à Bessel, les explorations planétaires firent place aux travaux si éminemment méritoires ayant pour but de vérifier et perfectionner toutes les bases fondamentales de la science ; même la découverte

(*) Né le 8 avril 1793 ; gère l'office de la poste aux chevaux à Driessen jusqu'au 1^{er} juillet 1837 ; est mis à la retraite, sur sa demande, avec pension pour deux années de service militaire et vingt-neuf années de service civil. En Allemagne, la poste aux lettres et la poste aux chevaux ne forment qu'une administration.

de plusieurs comètes à courte période n'excita pas des recherches tellement persévérantes, qu'on pût se dispenser de prendre des dispositions spéciales pour ranimer cette branche spéciale. *Les cartes célestes académiques* appartiennent à ces dispositions.

En 1825, Bessel avait terminé ses observations dans les deux zones, 15 degrés nord et 15 degrés sud de l'équateur; elles surpassaient en exactitude et pour le nombre d'étoiles inscrites, l'*Histoire céleste de Lalande*, et avaient, du reste, le même but; savoir: de donner une détermination locale pour un grand nombre d'étoiles faibles en descendant jusqu'à la neuvième et dixième grandeur, de manière à être sûr de pouvoir les retrouver, et par conséquent de procurer une exactitude suffisante aux recherches cométaires. On peut regarder les cartes de Harding comme la représentation graphique de l'*Histoire céleste*: Bessel désirait obtenir le même avantage pour ses propres observations, afin d'avoir une image fidèle de toutes les étoiles jusqu'à une grandeur déterminée, sans qu'il en manquât une seule. A cet effet, il proposa, à l'Académie de Berlin, de partager la zone céleste de -15 à $+15$ degrés de déclinaison en vingt-quatre feuilles (en vingt-quatre heures de 15 degrés); d'insérer dans chaque feuille toutes les étoiles observées dans les Catalogues de Bradley, de Piazzini et dans l'*Histoire céleste*; il désirait, en outre, que toutes les étoiles jusqu'à la dixième grandeur, c'est-à-dire celles qu'on peut voir dans un *chercheur de comètes* ordinaire, fussent dessinées à vue d'œil selon leur degré de clarté. L'Académie agréa la proposition et y ajouta: 1^o la condition de la confection d'un Catalogue complet de toutes les étoiles observées; 2^o un prix attaché à la construction de chaque feuille; on se mit à l'œuvre. Dès qu'une feuille était terminée, elle était aussitôt gravée. Il y a aujourd'hui

(1847) quinze feuilles terminées, et la seizième est déjà gravée.

En divisant le travail entre plusieurs, on avait pour but d'opérer en même temps la révision de tout le ciel et par là de découvrir, s'il y avait lieu, quelques planètes dans la zone donnée. Ce but ne fut pas atteint. D'abord le travail n'inspirant pas l'intérêt qu'il méritait, il fallut admettre beaucoup d'amateurs, et ensuite le travail marcha lentement, très-lentement, parce que plusieurs y renoncèrent, et que d'autres n'y travaillèrent qu'à de longs intervalles. La plupart des Cartes furent faites à Berlin.

Toutefois ces Cartes ont amené directement la découverte de deux nouvelles planètes.

M. Hencke qui, par amour pour l'astronomie, a quitté son emploi dans l'administration de la poste (*post sekretair*), révisa et dessina, à l'aide d'un *chercheur cométaire* et d'un fort télescope, les parties du ciel contenues dans les cartes académiques publiées. Voici son procédé. Il dessinait les cartes sur une échelle très-amplifiée. Ainsi il traça la X^e Heure de Göbel à une échelle neuf fois plus grande, et d'autres cartes mêmes seize fois plus grandes. Il insérait les étoiles consignées dans la carte et celles qu'il y ajoutait. Ces étoiles ajoutées étaient, en outre, dessinées sur une carte particulière annexée à la grande carte, et marquées avec diverses couleurs, et chacune portant un numéro indiquant le nombre de fois qu'il l'avait observée; quand il la voyait plus de quatre fois dans la même année, il ne mettait rien. Ainsi le nombre 12, qui se présente fréquemment, indique trois années d'observations attentives de l'étoile que ce nombre affecte; et, par là, au moyen de la constellation voisine, on pouvait conclure un déplacement. Il est évident que, par ce moyen, une planète paraissant sur la carte pouvait être reconnue avec certitude. C'est ainsi que Hencke

ayant rencontré dans la soirée du 8 décembre (1845) une étoile étrangère de neuvième grandeur dans la IV^e Heure, il la désigna avec une grande assurance comme une planète; car, si c'était seulement une étoile changeante, il en aurait reconnu des traces pendant tant d'années d'observations. Cette planète fut nommée *Astrée*.

NEPTUNE. *Le Verrier*. 1846.—*Galle*. 23 septembre 1846.
Berlin.

Huitième grandeur.

En considérant les diverses découvertes précédentes, on voit que l'astronomie pratique, dans ses diverses branches, a fourni tout ce qui était nécessaire pour amener ces découvertes. Les instruments perfectionnés ont donné la première planète par la forme du disque; la perception du mouvement, à l'aide d'une marche méthodique d'observation, a donné la seconde planète. La connaissance spéciale du ciel d'un des plus grands *astrognostes* du siècle a fait découvrir la troisième planète; des travaux exécutés pour étendre cette connaissance à tout le ciel ont donné la sixième planète. Enfin une certaine hypothèse, assez plausible, jointe à une extrême persévérance, a conduit à la cinquième planète; les moyens que la pratique pouvait offrir, quant aux méthodes de découvertes, étaient épuisés. L'alliance de la théorie avec la pratique a enfin conduit à la septième planète.

Depuis la publication, en 1821, des Tables d'Uranus par Bouvard, il était beaucoup question d'une différence entre les données et la théorie, qui ne pouvait s'expliquer par les lois adoptées. Uranus, avant sa découverte comme planète, avait été observé dix-neuf fois comme étoile de sixième grandeur par Flamsteed, Bradley, Lemonnier et Mayer. Depuis la découverte planétaire, on avait une série continue de quarante années d'observations (1781-

1821); de sorte que depuis la première observation de Flamsteed jusqu'en 1821, il s'est écoulé cent trente années, ce qui fait environ une révolution et demie d'Uranus. Le problème consistait donc à représenter, non quelques groupes, mais l'ensemble des phénomènes dans les limites des erreurs d'observations possibles. Cela n'avait pas réussi à l'estimable éditeur des Tables. Les observations qui ont précédé la découverte ne pouvaient se concilier avec celles qui les ont suivies, à moins d'admettre des erreurs d'observations complètement invraisemblables. La source d'erreur devait donc être cherchée ailleurs.

La question fut considérée sous divers aspects. On soupçonna chez Bouvard une erreur dans l'application de la théorie. Examen fait, et quoique la théorie laissât à désirer du côté d'une extrême rigueur, le défaut n'était pas assez considérable pour expliquer la *différence* mentionnée. Cette circonstance paraît avoir excité Bessel à proposer cette question à l'Académie de Berlin, s'il n'existait pas dans les attractions planétaires quelque chose d'analogue aux *affinités électives* en chimie, et, par là, on pourrait expliquer cette *différence* et encore une autre; savoir, la masse différente qu'on obtient pour Jupiter en considérant successivement son action sur Saturne et sur les petites planètes. Les explications ne se sont pas confirmées. Les perturbations de Vesta ont montré qu'une telle *affinité élective* n'existe pas entre le Soleil, Jupiter et Vesta, etc., et comme les perturbations qu'exerce Jupiter sur la comète de *Pons* (*), sur Vesta, Junon, Pallas, Cérés, donnent pour Jupiter la même masse que les perturbations exercées par Jupiter sur ses satellites; on peut en

(*) C'est ainsi que, par modestie, M. Encke désigne la comète d'Encke que Pons a observée le premier, mais dont Encke a calculé la courte période.

conclure que la masse différente qu'on obtient en considérant les perturbations de Saturne par Jupiter doit tenir à des termes négligés dans la série des perturbations, et non à une prétendue affinité élective. Il ne restait donc, pour expliquer l'anomalie, qu'à adopter une nouvelle force perturbatrice, une nouvelle planète perturbatrice ; idée qui avait été mise en avant par Bouvard (*), Hansen, Bessel, Airy et d'autres, mais sans devenir l'objet d'une recherche spéciale. Même une question proposée à cet effet par l'Académie de Göttingue resta sans réponse.

La question n'a pas été attaquée sérieusement ; on peut indiquer plusieurs motifs :

1°. Les masses de Jupiter et de Saturne, les plus influentes sur Uranus, ne sont connues d'une manière satisfaisante que depuis peu d'années.

2°. La petitesse de cette double influence, qui ne s'élève qu'à $\frac{5}{60}$ de degré par siècle ; de sorte qu'on croyait devoir recourir à une voie indirecte pour connaître l'influence principale. En effet, en 1838, M. Airy a montré, d'après les observations de 1833 à 1836, que la distance d'Uranus au Soleil, donnée par les Tables pour cette année (1838), était trop petite ; ce qui indiquait au moins un changement à faire dans la forme de l'orbite.

3°. La complication du problème, et c'est là le motif principal, car il s'agit de trouver, non-seulement les éléments de la planète perturbatrice, mais même les vrais éléments d'Uranus. Le nombre des inconnues croît d'autant

(*) Le général d'artillerie Le Noury, amateur d'astronomie, mort en 1839, était lié avec Bouvard. A la suite d'un dîner où je me suis trouvé avec ce général, Bouvard expliqua ses idées sur la planète perturbatrice, et croyait qu'on pourrait la découvrir par *observation*. Il exprima, à cette occasion, son opinion sur l'état de l'astronomie pratique en France. Peu flatteuse, il la croyait en décadence. Cela vient peut-être de ce que la vieillesse met volontiers devant nos yeux un prisme morose. Il y a de cela une douzaine d'années.

plus qu'on ne peut plus considérer les différences entre la théorie et l'observation, uniquement comme l'effet de la planète inconnue, mais qu'il faut aussi avoir égard aux altérations que subissent par là les éléments admis pour Uranus. Le nombre des inconnues s'élève généralement à treize, savoir les six éléments de chacune des deux planètes et la masse de la planète cherchée. En faisant coïncider le plan de l'orbite inconnue avec le plan de l'écliptique, il reste encore neuf inconnues.

On ne connaît que les *formes* des termes de la série perturbatrice, termes très-complicés, et dans lesquels il faut insérer de tels nombres pour les éléments, qu'ils fassent disparaître les *différences* entre la théorie et l'observation; ce qui exige un talent spécial, un grand tact *numérique*, puisqu'une solution rigoureuse est impossible.

C'est cette recherche que M. Le Verrier a exécutée d'une manière exemplaire à Paris; il a publié ses recherches successivement dans les *Comptes rendus* du 10 novembre 1845, 1^{er} juin et 31 août 1846. Mais on trouve une revue complète de tout ce travail dans les *Recherches sur les mouvements de la planète Herschel*; par M. U.-J. Le Verrier. Paris, 1846 (*).

On y voit la marche aussi conséquente que sûre suivie par M. Le Verrier, et qui explique entièrement comment il avait peu à craindre, pour ses publications, que le succès ne couronnât pas ses efforts.

Voici, en peu de mots, la marche. D'abord, M. Le Verrier développe les perturbations que les nouvelles masses de Jupiter et Saturne exercent sur Uranus, et

(*) Cet admirable travail, si honorable pour M. Le Verrier et pour la France, est inséré dans la *Connaissance des Temps*, 1849. Tout y porte l'empreinte d'une éminente faculté calculatrice, appliquée à un problème sublime, éternelle gloire de Newton et de Laplace

d'une manière plus complète; et par là, faisant d'ailleurs disparaître les fautes typographiques et de calcul, il améliore les Tables de Bouvard. Ensuite, conservant les éléments de Bouvard, il calcule le lieu pour les anciennes et nouvelles observations. Il établit les équations de condition qui indiquent pour chaque lieu l'influence qu'aurait un changement dans les quatre éléments d'Uranus, l'époque, le mouvement moyen, l'excentricité et le périhélie; il peut faire abstraction de la latitude, et conséquemment aussi des nœuds et de l'inclinaison. Il examine après, si en adoptant des erreurs d'observations vraisemblables et par de simples changements dans les éléments d'Uranus, on ne pouvait parvenir à concilier la théorie et l'observation. Dans l'impossibilité de parvenir à ce résultat, il établit les équations de perturbation pour une planète inconnue, et dont la distance au Soleil soit le *double* de la distance d'Uranus au Soleil. Il obtient ainsi huit inconnues, savoir les quatre corrections des éléments d'Uranus, les trois éléments et la masse de la planète inconnue. Par l'élimination des quatre éléments d'Uranus, il donne aux trois éléments de la planète inconnue, excentricité, périhélie et masse, la forme d'une fonction de l'époque de cette même planète. Il trouve qu'on n'obtient une valeur *positive* pour la masse qu'en adoptant pour l'époque un arc renfermé entre deux limites déterminées, et débarrassant les anciennes observations de Flamsteed d'erreurs probables, l'époque cherchée est ramenée à être comprise entre 243 et 250 degrés pour le 1^{er} janvier 1800; limites qui suffisent pour faire disparaître sensiblement les *différences* entre la théorie et l'observation dans les quatre-vingts dernières années d'observations, et dans des essais numériques sur les autres éléments, on trouve toujours, pour la planète cherchée, une masse plus grande que celle d'Uranus.

Dans une seconde amélioration de ces résultats, M. Le Verrier calcule les perturbations pour des valeurs différentes du demi-grand axe et de l'époque, et parvient ainsi à des éléments de la nouvelle planète, différant peu des précédents, et qui donnent un accord parfait entre la théorie et l'observation dans les anciennes et les nouvelles observations.

M. Galle, en comparant le ciel avec la carte céleste académique du D^r Bremiker, découvrit, le 23 septembre 1846, la planète Neptune, de huitième grandeur, à environ 50' du lieu calculé. Ce brillant résultat peut être considéré comme un véritable trophée pour M. Le Verrier, à cause de la grandeur du but, du choix exquis d'une méthode modèle et de l'heureux emploi des données.

M. Airy a fait connaître, dans une Notice, qu'un Anglais nommé Adams, ayant fait des calculs analogues à ceux de M. Le Verrier, est parvenu au même résultat, et que M. Challis, à l'observatoire de Cambridge, avait découvert la planète d'après ces calculs. Cette Notice n'ôte rien au mérite de la découverte de M. Le Verrier, dont le travail a été publié avant la découverte de la planète. Le mérite de M. Galle n'en est pas non plus diminué; il a employé tous les moyens disponibles pour découvrir la planète. Mais il y a là un témoignage favorable à l'état actuel de la science; les progrès sont amenés par plusieurs hommes distingués et n'étant pas confinés dans la personnalité individuelle, sont la conséquence de la marche que suivent les travailleurs en général.

« Je crois devoir m'exprimer ainsi, parce que, selon
 » ma manière de voir, ce serait un dommage extrême si
 » cette découverte provenant d'un si bel accord entre la
 » théorie et l'observation, tendait à affaiblir ce lien. La
 » science *empirique*, l'observation, sera toujours la base

» fondamentale de l'astronomie. Jusqu'ici, l'observation
 » seule, sans le secours de la théorie, du moins sans le
 » secours direct de la théorie, a fait connaître tous les
 » phénomènes ; la théorie est venue ensuite les expliquer,
 » les réunir et montrer les points sur lesquels il fallait
 » dorénavant diriger l'attention. Sans les *data* de l'ob-
 » servation, la théorie ne peut rien déduire, et si elle est
 » parvenue à découvrir un nouveau corps céleste, ce
 » n'est que grâce à cent cinquante années d'observations,
 » et ce résultat brillant indique même la nécessité de
 » réunir les deux. D'ailleurs, pour une seule planète que
 » l'on doit à la théorie seule, on en a six qui appartiennent
 » à l'observation (*), et ce sera toujours sur cette
 » voie qu'on fera les plus nombreuses découvertes. Car il
 » s'écoulera bien des années, on peut dire bien des siècles,
 » avant qu'on puisse espérer de faire une semblable
 » découverte, du moins pour des planètes plus
 » éloignées que Neptune. Soixante années d'observations
 » depuis la découverte d'Uranus ont pu faire découvrir
 » une anomalie, et donner lieu à des recherches qui
 » n'auraient pas abouti si l'on n'avait eu des observations
 » remontant à quatre-vingt-dix années avant la
 » découverte. Pour réunir les *data*, il fallait presque
 » une double révolution d'Uranus. On ne peut espérer de
 » trouver des observations sur Neptune comme étoile
 » que dans l'*Histoire céleste* ou chez Bradley, car
 » Flamsteed s'est rarement occupé d'étoiles de huitième
 » grandeur. A cela, il faut ajouter que les perturbations
 » que peut subir Neptune d'une planète plus éloignée
 » sont probablement plus faibles que les perturbations
 » d'Uranus par Neptune, et il faudra au moins une

(*) Depuis que ceci est écrit (1845), l'observation a fait découvrir vingt et une autres planètes.

» dizaine d'années pour connaître les éléments de Neptune avec assez d'exactitude pour profiter de journaux d'observations anciennes. Ainsi l'agrandissement de notre système solaire, par la même voie, est placé dans un avenir très-éloigné. »

Observation du rédacteur. Le trismégiste Herschel doit son immortalité uniquement à l'*observation*, et nullement aux formules de la haute théorie, et toutefois il n'a jamais dénigré, décrié cette haute théorie, il n'a jamais cherché à en entraver l'enseignement.

Il est à regretter qu'un célèbre calculateur en astronomie, qui n'a jamais fait d'observations et qui doit uniquement, aux formules de la *Mécanique céleste*, sa grande réputation; il est à regretter, dis-je, que cet habile investigateur, que cet ingénieux et heureux coordonnateur de données numériques, ait tenu envers la théorie une conduite opposée à celle de l'illustre Hanovrien, aussi admirable de génie que respectable de caractère.