

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1848.

PRÉSIDENCE DE M. POUILLET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la planète Neptune; par M. U.-J. LE VERRIER.*

« Il y a deux ans que j'ai découvert la position de la planète Neptune au moyen des perturbations qu'elle produit dans la marche d'Uranus. Mes vives instances pour qu'on vérifiât mon travail au moyen d'une lunette furent entendues à Berlin, et le 23 septembre 1846, commença, dans l'Observatoire prussien, la série régulière des observations de Neptune.

« Je n'étais arrivé à trouver la position de cette planète que par un moyen détourné et sans l'avoir vue : il était donc impossible que j'eusse obtenu autant de précision que les observations directes de l'astre lui-même devaient en assurer plus tard. Lorsqu'il m'avait fallu faire usage d'irrégularités dont on ne pouvait répondre qu'au *dixième* de leur valeur, ainsi que je l'expliquerai si on le désire, il eût été tout simple que cette inexactitude se reportât sur les positions que j'en déduisais pour Neptune, et que ces positions fussent elles-mêmes en erreur d'un *dixième*. Je ferai voir cependant que l'écart de ma théorie est de beaucoup inférieur à ce *dixième*.

« Il en résultera naturellement que toutes les assertions contraires sont fausses. Sans m'inquiéter outre mesure du bruit qu'on s'efforce d'élever à ce

sujet, je crois cependant de mon devoir d'en faire justice; car une pareille erreur, si elle venait à prendre *pour un temps* la place de la vérité, ne manquerait pas de porter un profond découragement parmi les hommes qui se dévouent aux progrès des sciences.

« L'identité de la planète Neptune avec la planète théorique, dit M. Babinet, dans sa Note du 21 août dernier, n'est plus admise par personne, depuis les énormes différences constatées entre l'astre théorique, quant à la masse, à la durée de la révolution, à la distance au soleil, à l'excentricité, et même à la longitude (excepté pour l'époque de la découverte de M. Galle, ou très-peu d'années avant et après). » Si je cite cette phrase du savant physicien, c'est uniquement parce qu'elle résume avec un soin infini toutes les prétendues difficultés. Je vais reprendre chacune d'elles en particulier et les réduire successivement à leur juste valeur. Mais on me permettra de ne pas voir une difficulté dans cette assertion gratuite, *que l'identité n'est plus admise par personne*. Je dis qu'après cette discussion *personne* ne s'arrêtera au dire de M. Babinet.

« Précisons d'abord nettement l'état de la question.

« J'ai déterminé la position de Neptune au moyen des perturbations qu'il produit sur Uranus. Donc, quand de telles perturbations ont lieu, je puis trouver directement où est Neptune. Mais quand il n'y a pas de perturbation, cela m'est impossible. Qu'on veuille bien ne pas l'oublier.

« De plus, l'action d'une planète sur une autre ne dépend, à un moment donné, que de sa situation relative dans le ciel et de sa masse. Donc, les seules choses que j'aie pu conclure des perturbations d'Uranus pendant qu'elles avaient lieu, sont la direction dans laquelle se trouvait Neptune, sa distance au soleil et sa masse.

« Voyons comment je suis arrivé à la détermination de ces trois quantités.

« 1°. *Est-il vrai que la direction dans laquelle j'ai placé Neptune comporte une erreur énorme; excepté pour l'époque de la découverte de M. Galle ou très-peu d'années avant et après? NON. Cela est faux.*

« Je mets sous les yeux de l'Académie des Sciences une carte des situations respectives de Neptune, dans l'orbite que je lui ai assignée théoriquement et dans l'orbite qui résulte des observations directes. Les dernières positions ont été empruntées à M. Walker pour qu'on ne puisse pas me soupçonner d'avoir rien fait pour obtenir un écart plus petit (1).

(1) Les *Comptes rendus* n'admettant pas de planches, mes cartes seront gravées et paraîtront sous peu avec une publication plus complète que je ferai sur cette matière.

» Voici, d'après cette carte, les minimas écarts de ma théorie :

En 1857	+ 4,0
1847	+ 1,0
1837	- 0,7
1827	- 2,0
1817	- 3,1
1807	- 4,5
1797	- 6,6

» Il en résulte que *pendant soixante-cinq ans*, ma théorie, déduite de considérations indirectes, assigne à Neptune une suite de positions qui ne diffèrent jamais des positions obtenues au moyen de l'orbite directe que d'un *cinquante-cinquième* au plus de la circonférence du cercle.

» Et voilà ce qu'on a appelé un petit nombre d'années, lorsqu'on sait que Neptune n'a eu un effet sensible sur Uranus que pendant 25 à 30 ans au plus! La *cinquante-cinquième partie* du cercle! Voilà ce qu'on appelle *une erreur énorme*, lorsqu'on sait que les données qui ont servi de base à ma théorie ne sont connues qu'au *dixième* près.

» Mais je n'insiste pas sur ce sujet, puisque j'entends M. Babinet déclarer que quand il a parlé d'*erreurs énormes*, il n'en avait pas fait le calcul, et qu'il les croyait beaucoup plus considérables qu'elles ne le sont.

» Mais, dira-t-on, si l'on sortait de ces 65 années, on trouverait des écarts plus notables.

» Oui, sans doute; cela résulte de la nature même de la question : on ne saurait l'éviter.

» Je détermine, ai-je dit, la position de Neptune au moyen des perturbations qu'il produit sur Uranus. Quand il y a des perturbations, je puis dire où est Neptune : mais me demander de le faire longtemps après que l'action perturbatrice a disparu, c'est tout simplement exiger de moi l'impossible, une sorte de miracle.

» Or, en examinant ma carte, que je mettrai avant peu de jours à la disposition du public, et sur laquelle j'ai tracé la route d'Uranus, on voit clairement que cette planète n'a été influencée par l'action de Neptune que depuis 1812 jusqu'en 1842, c'est-à-dire pendant 30 ans seulement.

» Ce n'est donc que pendant ces 30 années que j'ai pu déterminer directement la position de Neptune; et cependant l'écart de ma théorie n'est que de 3°,7 en 1812, au moment où l'action de Neptune, qui ne fait alors que commencer, n'est pas encore nettement déterminée. Puis, à mesure que cette action se développe, la précision de mes indications augmente, et

en 1842, enfin, lorsque j'ai pu disposer de toute l'action de la planète, je ne me trompe plus que d'un cinquième de degré, c'est-à-dire d'un dix-huit centième de la circonférence, en prédisant la direction dans laquelle on devra voir Neptune.

» Ainsi, loin de reprocher à ma théorie de faire la minime erreur de $4^{\circ},0$ en 1807, de $6^{\circ},6$ en 1797, on doit plutôt demander comment elle peut donner avec cette précision la position de Neptune à des époques où il n'agissait pas sur Uranus. On n'y arrive effectivement qu'en prolongeant arbitrairement la courbe que j'avais obtenue depuis 1812 jusqu'en 1842, prolongement qui n'est pas de mon fait et qui n'est pas légitime quand on le pousse trop loin. Pendant ces 30 ans, la planète Neptune n'a parcouru que le sixième de son orbite : une ellipse est fort mal déterminée par un arc qui n'embrasse que la sixième partie de son étendue.

» Durant tout le siècle dernier, depuis 1700 jusqu'en 1812, Neptune n'a nullement agi sur Uranus. Il a moins fait sur lui que sur Saturne, qu'il ne trouble pas. Quand on veut que je dise, par ma théorie, où Neptune se trouvait au milieu ou au commencement du siècle dernier, on exige tout simplement, je le répète, un miracle.

» J'ai donc le droit de le dire. Il est faux que j'aie commis une erreur énorme dans la longitude, à toute autre époque que celle de la découverte par Galle, ou un petit nombre d'années, avant ou après. Pendant tout le temps que Neptune a agi sur Uranus, ma théorie ne s'est point écartée de celle déduite des observations directes de plus de $\frac{1}{41}$ ^{me} de la circonférence. Et l'on vient dire aujourd'hui que la découverte par Galle est un hasard fortuit!

» Effectivement, les planètes deux fois grosses comme Uranus, et encore inconnues, quoiqu'elles brillent comme des étoiles de septième grandeur, sont répandues en si grand nombre dans le ciel, qu'il n'y a rien de surprenant à ce qu'en dirigeant au hasard son doigt vers un point quelconque du firmament, on ait de grandes chances d'en trouver une! Et c'est sans doute à cause de leur nombre même, et parce qu'il n'y aurait aucun mérite à les découvrir, que nos observateurs dédaignent de le faire!

» 2°. *Est-il vrai qu'il y ait des erreurs énormes relativement à la distance au Soleil? NON. Cela est faux.*

» Les chiffres ont leur éloquence.

» Voici donc, d'après ma carte, les distances au Soleil dans les deux orbites, pour les 30 ans pendant lesquels Neptune a agi sur Uranus.

	Distance dans l'orbite prédite.	Distance dans l'orbite Walker après la découverte.
En 1812.....	32,7	30,4
En 1822.....	32,3	30,3
En 1832.....	32,6	30,2
En 1842.....	32,8	30,1

» Comment faut-il estimer la différence des deux théories ?

» En la rapportant à la distance même qu'il s'agit d'évaluer. Lorsque, dans le but de frapper l'imagination du public, on exprime cette différence en lieues de poste, c'est-à-dire quand on la rapporte à la lenteur avec laquelle nous rampons à la surface de notre globe, on suit un procédé indigne d'un astronome.

» Or, en 1812 je n'ai fait erreur que d'un *quatorzième* sur la distance; en 1822 et en 1832, un *seizième*; en 1842, un *treizième*. Jamais le *dixième*, que j'eusse pu cependant atteindre sans que personne y dût trouver à redire.

» La direction était encore plus précise que la distance. Cela devait être, parce que si la direction eût été fautive, rien n'eût pu compenser l'erreur qui en fût résultée dans l'attraction que Neptune exerce sur Uranus. Tandis que si l'on place la planète un peu trop loin dans une direction donnée, on peut détruire immédiatement l'erreur qui en résulterait sur la quantité de l'attraction, en faisant la planète un peu plus grosse. C'est précisément ce qui a eu lieu. J'ai placé Neptune un peu trop loin; mais je l'ai fait un peu trop gros. J'aurais pu le mettre à toutes les places intermédiaires; le placer même un peu trop près, quitte à le faire un peu trop petit.

» Mais que vais-je dire? J'ai fait Neptune un peu trop gros! J'oublie que c'est là un troisième grief. Voyons cependant.

» 3°. *Est-il vrai que la masse théorique de Neptune diffère de la masse déduite de l'observation du satellite à ce point, que ce soit un argument irrésistible contre l'identité du Neptune théorique avec le Neptune observé?*
NON. *Cela est faux.*

» Posons encore des chiffres.

» Suivant M. Struve, la masse déduite du satellite est les $\frac{65}{100}$ de la masse que j'avais prédite. Mais j'accorderai, si l'on y tient, qu'il faille réellement prendre les $\frac{52}{100}$, ce à quoi l'on n'arrive, au reste, qu'en choisissant parmi les différents résultats obtenus, celui qui conduit au plus grand écart. Je déclare que si l'on abuse quelqu'un par cette réduction qui ne correspond qu'à une variation de un *cinquième* dans le diamètre de Neptune, ce ne

saurait être qu'en dissimulant les difficultés du même genre qu'ont présentées les masses des autres planètes.

» On a déterminé aussi la masse d'Uranus de deux manières : par l'action que cette planète produit sur Saturne, et par la considération de ses satellites. Eh bien, la seconde des valeurs ainsi déterminées, n'est que les $\frac{75}{100}$ de la première. Et cependant on disposait de quarante années d'observations directes d'Uranus, tandis que je n'avais pas, moi, une seule observation de Neptune. Et cependant, on ne demandait aux perturbations que Saturne éprouve de la part d'Uranus que la masse de cette dernière planète, tandis que j'exigeais des perturbations que Neptune exerce sur Uranus, et la direction et la distance, et la masse de la planète. Dira-t-on par hasard qu'il y a deux planètes Uranus? On le devrait pour être logique.

» Ainsi donc, en résumé, la direction, la distance au soleil et la masse de Neptune, c'est-à-dire les trois seules choses qu'on fût en droit de demander, sont exactes dans ma théorie au delà de toute espérance. Le Neptune qu'on a trouvé, tout comme celui que j'ai cherché, rend parfaitement compte des perturbations d'Uranus. Cette grande accusation dont on a fait tant de bruit, rentrera donc dans le néant, d'où elle n'eût jamais dû sortir.

» Je pourrais m'arrêter ici. Quelques mots encore cependant, pour montrer comme on abuse le public en faisant miroiter à ses yeux de prétendues erreurs, énormes, inouïes.

» Autour de l'étoile principale dite *Gamma* de la Vierge, et sous l'influence de son action, circule une autre étoile à laquelle des observations, faites depuis 1718 jusqu'en 1835, embrassant un intervalle de 117 ans, avaient assigné une certaine route elliptique. Dix ans d'observations nouvelles ont suffi pour forcer à abandonner complètement cette première ellipse et à la remplacer par une autre dont la surface est près de cinq fois plus petite que celle de la première! Dira-t-on que l'étoile qu'on observait avant 1835 n'est pas celle qu'on observe depuis cette époque? Les deux ellipses sont d'ailleurs d'un illustre et même astronome, sir John Herschel. Je ne sache pas qu'on lui ait reproché dans son pays de n'avoir tiré des observations que ce qu'elles renfermaient.

» Et les comètes! Il y a telle comète dont on peut représenter la marche pendant une partie de son cours indifféremment au moyen d'une parabole ou d'une ellipse, dont les plans seraient inclinés de plus de 60 degrés.

» Tout le monde connaît le magnifique travail par lequel Bessel a déterminé la distance d'une étoile du Cygne à la terre. Bessel a déterminé de plus l'erreur qu'on peut craindre dans le résultat qu'il a obtenu. Or traduisez

cette incertitude en vos lieues de poste, et vous ridiculiseriez, *suivant vous bien entendu*, un travail qui fait l'admiration du monde. L'incertitude est de 1,000,000,000,000, c'est-à-dire un trilliard de lieues de poste.

» Je terminerai en considérant la distance du soleil à la terre; cette distance dont la détermination a coûté aux astronomes tant de travaux, tant de voyages, des dangers et presque des martyres.

» La mesure de cet élément fondamental de notre système a présenté, entre les mains des plus grands astronomes, des discordances supérieures à celles qu'on me reproche.

» On peut, pour l'obtenir, procéder de deux manières, au moyen de Mars, ou au moyen des passages de Vénus sur le soleil.

» La première méthode est moins précise que la seconde; mais, en revanche, on peut répéter la première autant qu'on le veut, tandis qu'on ne peut employer la seconde que deux fois en 120 ans environ.

» Mars a été le premier employé dès 1750 par Lacaille et par d'autres astronomes d'un immense mérite. Jamais ils n'ont trouvé ainsi plus de 32,271,000 lieues de poste pour la distance de la terre au soleil. Et l'accord des résultats obtenus par des mesures répétées fit considérer ce nombre comme parfaitement certain.

» Or, quand est venu plus tard le passage de Vénus sur le soleil, en 1769, on a trouvé, au moyen de ce passage, 38,416,000 lieues de poste pour la distance de la terre au soleil.

» La différence de ces deux résultats 6,145,000 lieues, est tout simplement la *cinquième partie* du premier.

» J'ajouterai que la difficulté n'est pas encore aujourd'hui complètement résolue.

» Je n'ai jamais eu d'écart pareil.

» Ne devrait-on pas alors, pour être conséquent, admettre qu'il y a aussi deux soleils comme on veut qu'il y ait deux Neptunes, le soleil de Mars et le soleil de Vénus? On n'en a vu qu'un jusqu'ici; il resterait à faire la brillante découverte du second. Je ne doute pas même qu'au moyen du soleil connu, le vieux il s'entend, et avec le secours du soleil théorique, on ne parvienne avant peu à établir l'existence d'un soleil complémentaire.

» Mais toute cette histoire serait bien plutôt de nature à suggérer de tristes réflexions. Mœstlinus, le maître de Kœpler, regardait comme un devoir pour lui de détourner les astronomes de s'occuper de la théorie de Mercure, s'ils ne voulaient pas perdre leur repos. Pourquoi faut-il, hélas! que Mœstlinus ne nous ait pas donné le même conseil sur la recherche des planètes! »