



Astrophysique/Histoire des sciences

Quelques problèmes posés par les découvertes de Pluton et de Neptune

Questions raised by the discovery of Pluto and Neptune

Vladimir Kourganoff

20, avenue P. Appell, 75014 Paris, France

Reçu le 20 octobre 2002 ; accepté après révision 20 décembre 2002

Présenté par Pierre Léna

Résumé

Cette Note décrit l'histoire de la découverte des planètes Pluton et Neptune. *Pour citer cet article* : V. Kourganoff, C. R. Physique 4 (2003).

© 2003 Académie des sciences/Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

This Note reviews the history of the discovery of the planets Pluto and Neptune. *To cite this article*: V. Kourganoff, C. R. Physique 4 (2003).

© 2003 Académie des sciences/Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved.

Mots-clés : Pluton ; Neptune

Keywords: Pluto; Neptune

1. Avant-propos

La persistance de la méconnaissance du rôle des *calculs* de Percival Lowell dans la *découverte* de sa « planète trans-neptunienne », Pluton, m'incite à évoquer d'abord, très brièvement, à la Section 2, certains aspects similaires de la découverte de Neptune.

Je rappelle ensuite, à la Section 3, où et comment a été faite la découverte de Pluton, et je compare les *calculs* de Lowell à ceux de Le Verrier, ainsi que les *observations* correspondantes.

Les histoires des deux découvertes se ressemblent à de nombreux points de vue :

- (1) Utilisation des calculs de *mécanique céleste* appliquée, dans les deux cas, aux « résidus » d'Uranus (« modernes » et « anciens ») ;
- (2) Refus, ou négligence, de leurs concitoyens de chercher, dans leurs observatoires, les résultats de ces calculs ;
- (3) Attaques immédiates des « éminences » de leur époque, attribuant abusivement ces deux découvertes au « pur hasard » ;
- (4) Existence de « concurrents malheureux », J. C. Adams pour Neptune et W.H. Pickering pour Pluton.

Adresse e-mail : vfkourganoff@wanadoo.fr (V. Kourganoff).

Je consacre à la Section 4, au fait qu'il y eut une *véritable part* du «*heureux hasard*» dans les deux cas. Ce hasard reste pourtant *différent* pour la découverte des deux planètes.

Ainsi la *très faible excentricité* de l'orbite de Neptune, favorisa les calculs de Le Verrier; alors que les «*prediscovery observations*» d'Uranus utilisées par Lowell – *heureusement plus précises* que celles propres à l'époque – correspondirent, à la fois, à une *conjonction* d'Uranus avec Pluton et au *périhélie* de Pluton sur son orbite «*ultra-excentrique*».

Je termine par à la Section 5 consacré au «*mystère*» de la diminution très progressive de la *masse attribuée* à Pluton, depuis les premières recherches théoriques sur une planète «*trans-neptunienne*» jusqu'à la découverte, en 1978, de son satellite Charon.

2. Quelques aspects peu connus de la découverte de Neptune

On sait que Neptune a été découverte en 1846, à Berlin, par l'*allemand* J. Galle, qui constata *sur sa «carte du ciel»*, l'*errance* d'une «*étoile*», proche de la position *calculée* par Le Verrier.

Mais Le Verrier ne fit appel à Galle qu'*environ quatre mois après la publication de son mémoire* et après avoir essayé – *en vain* – d'obtenir des observatoires *français* que l'on y cherche sa planète «*Trans-Uranienne*». Il écrivait en 1848 :

«*Il y a deux ans que j'ai découvert la position de Neptune au moyen des perturbations que cette planète produit dans les mouvements d'Uranus. Lorsque j'annonçais mon principal résultat, je ne trouvais presque personne qui voulut y croire. Déduire la position de Neptune d'un petit dérangement que cette planète produit sur Uranus ! Quelle folie ! disait-on. Mes vives insistances, pour qu'on vérifiât mon travail, au moyen d'une lunette, ne furent entendues qu'en septembre 1846 et à Berlin.*»

Les calculs de J.C. Adams, analogues à ceux de Le Verrier, sont restés – de même – dans les tiroirs du directeur de l'observatoire de Greenwich, jusqu'à la découverte faite à Berlin. Selon ce directeur :

«*C'était une chose si nouvelle que d'entreprendre des observations en ne s'appuyant que sur des déductions théoriques et, alors que le travail paraissait considérable, la perspective du succès était douteuse.*»

Pour Le Verrier, il s'est trouvé *immédiatement* des «*experts*» pour affirmer que Neptune fût découvert par «*pur hasard*». Témoïn son exclamation :

«*Et l'on vient dire que la découverte de Neptune est «un hasard fortuit» ! Une pareille erreur, si elle venait à prendre, pour un temps, la place de la vérité, ne manquerait pas de porter un profond découragement chez les hommes qui se dévouent aux progrès des sciences.*»

Ainsi pour l'éminent physicien Babinet, de L'Institut, la découverte par Galle correspondait à un «*hasard fortuit*», et pour un professeur d'Astronomie d'une Université américaine cette découverte n'était qu'un «*happy accident*» !

Les détracteurs de Le Verrier faisaient en particulier remarquer qu'il y avait une différence de 20,1 % entre la valeur de la *distance de Neptune au Soleil* tirée par lui de l'analyse des «*résidus*» d'Uranus et la valeur de cette distance tirée des *observations* faites après la découverte de Neptune.

Plus grave encore – *en apparence* – était la constatation faite par ces éminences que la valeur prédite par Le Verrier pour la *masse* de sa planète différait de 40 % de la valeur tirée de l'analyse du mouvement de *Triton* – un *satellite* de Neptune – trouvé en 1846, peu après la découverte de sa planète «*Trans-Uranienne*».

Le Verrier a su défendre immédiatement son œuvre et fit remarquer *que les discordances entre les «éléments» de sa planète «Trans-Uranienne» et ceux de Neptune n'autorisaient pas les conclusions de ses détracteurs, car :*

«*certains de ces éléments ne sont que des auxiliaires mathématiques propres à conduire à la découverte et qui peuvent varier considérablement sans cesser de donner aux époques des perturbations la position du corps troublant.*»

D'autre part, quand il évoquait les *époques* des perturbations, Le Verrier justifiait avec raison son erreur sur la *masse* de Neptune en expliquant que la principale inconnue, la *position* de sa planète, dépendait, avant tout, du *moment du maximum des perturbations*, alors que la *masse* de la perturbatrice influe surtout sur l'*importance de ce maximum*.

Il faut aussi préciser que Le Verrier n'avait pas cherché à déterminer la *distance* au Soleil de sa «*Trans-Uranienne*», à partir des «*résidus*» d'Uranus. Il avait fait simplement confiance à une *loi empirique* (loi de Bode) qui, avec une excellente approximation, donnait les *distances* au Soleil de toutes les planètes de Mercure à Jupiter et – avec une *inexactitude quasi insignifiante* – celles de Saturne et Uranus. Mais *cette loi tombait en défaut pour Neptune*, puisque pour cette planète elle faisait prévoir une distance de 36,1 U.A. au lieu de 30,1 U.A.

Le Verrier répondit à ses détracteurs en parlant du désaccord existant à l'époque sur la distance du Soleil à la *Terre* tirée des observations de Mars ou de Vénus :

«*Ne devrait-on pas alors 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.*»

Ainsi Le Verrier, brillant polémiste, a su défendre son œuvre contre «*des accusations tirées du néant, d'où elle n'auraient jamais dû sortir.*»

Aux Sections 3 et 4, nous montrerons que Lowell aurait pu en dire autant (s'il avait été encore en vie, après la découverte – en 1930 – de Pluton) au sujet des « accusations » similaires de E.W. Brown, attribuant la réussite de Lowell au « pur hasard ».

3. Les calculs de Percival Lowell et la découverte de Pluton

La planète Pluton a été trouvée, en 1930, par Clyde Tombaugh, aide technique à l'Observatoire de Flagstaff (USA), près de la *position calculée* (et publiée en 1915, un an avant son décès, par *Percival Lowell*, dans un mémoire où le futur Pluton est désigné comme « planète X »), en appliquant la *mécanique céleste* aux très faibles « résidus » relatifs aux observations – « modernes » et surtout « anciennes » – d'Uranus, qui subsistaient après la découverte de Neptune.

Aucun observatoire, américain ou autre, ne chercha la « planète X » Lowell. Mais en 1894 il avait fondé, à Flagstaff, un observatoire destiné à l'étude de Mars.

En 1929 on y a installé, grâce à une donation privée de 10 000 \$, une *lunette*, destinée à la recherche de la « planète X ».

C'est avec *cette lunette* et un « *blink-mikroskop* », que Tombaugh, *guidé par les calculs de Lowell*, a détecté, en comparant le cliché du 23.I.1930 avec celui du 18.II.1930, le *déplacement d'une certaine étoile* par rapport aux autres étoiles, et qui n'était pas un « astéroïde », mais la « planète X », rebaptisée *Pluton*.

Le Tableau 1 permet de comparer le travail de Le Verrier avec celui de Lowell.

La valeur de $A = b/a$, exprime le degré d'« *aplatissement* » des orbites. On sait que, SC désignant la *distance* de S à C ; l'*excentricité* e des *ellipses* orbitales est définie par le rapport $e = SC/a$; et leur « *excentrage* » E s'exprimera par le rapport SP/SA , où $SP = CP - SC = a(1 - e)$ et $SA = CA + SC = a(1 + e)$.

On peut aussi aborder le même problème par le Tableau 2 suivant [1], où P et X désignent respectivement Pluton, et la « planète X » de Lowell. Le Tableau 2 montre que le « *périhélie* » de la « planète X » a eu lieu vers 1710 et celui de Pluton, vers 1740, à l'époque des observations « *anciennes* », *utilisées par Lowell*, ce qui explique – en grande partie – sa réussite après les recherches similaires de Le Verrier, Todd, Forbes, Flammarion, Lau, See, et Gaillot.

Il faut aussi noter que, comme le montre le Tableau 2, la *conjonction* Cup entre Uranus et Pluton, proche du *périhélie* P de l'orbite de Pluton, a eu lieu vers 1710.

Nos deux tableaux montrent donc – de manière très nette – l'*extraordinaire ressemblance* entre l'orbite, et autres particularités, de « X » et de Pluton.

Inversement, le Tableau 2 montre, que la *seconde conjonction* Cup entre Uranus et Pluton, vers 1850, s'est située près de l'« *aphélie* ». A de l'orbite de Pluton, qui a eu lieu vers 1865, ce qui montre l'insignifiance des critiques par E.W. Brown du travail de Lowell, fondées principalement sur l'absence de « résidus » d'Uranus « modernes » [2].

Quant à la *masse* de Pluton, la *baisse* systématique des *estimations de sa valeur* représente un *mystère* encore non élucidé, étudié à la Section 5.

Il faut noter que Lowell avait eu un « rival malheureux », William Henry Pickering, comme l'avait été Adams vis-à-vis de Le Verrier.

Tableau 1

Le travail de Le Verrier et de Lowell : S désigne la *position* du Soleil ; C désigne le *centre* de l'ellipse orbitale ; P la *position* du *périhélie* et A celle de l'*aphélie* de chaque planète. SP désigne la *distance* entre S et P, SA celle entre S et A

Ellipse orbitale ¹	Neptune			Pluton		
	Le Verrier	Observé	Erreur (%)	Lowell	Observé	Erreur (%)
Demi-grand axe a	36,1	30,0	20,3	43,0	39,6	8,6
Demi-petit axe b	35,9	30,0	19,6	42,1	38,4	9,6
$A = b/a$	0,99	1,00	1,0	0,98	0,97	1,3
Excentricité e	0,1076	0,00872	négligeable	0,202	0,246	17,9
SP	32,22	29,74	8,3	34,3	29,86	14,9
SA	39,98	30,26	32,1	51,7	49,34	4,8
$E = SP/SA$	0,81	0,98	10,8	0,66	0,60	10,0
Longitude du périhélie	284,1°	47,2°	34,2	203,8°	221,3°	4,9
Longitude du noeud	332,4°	334,2°	0,5	22,1°	19,4°	0,8
Inclinaison ²	(0°)	1°47'	–	(10°)	17°07'	–

¹Les % d'erreurs sur a , b , e , E sont calculés par la formule : $100(\text{observé} - \text{calculé})/(\text{observé})$; celles sur les *longitudes* sont données par : $100(\text{écart angulaire en degrés})/360^\circ$.

²La parenthèse indique une valeur approchée ; les éléments « *observés* » sont en réalité *calculés* mais à partir des *observations* de chaque planète.

Tableau 2

Comparaison des mesures, où P et X désignent respectivement Pluton, et la « planète X » de Lowell; LP la « longitude héliocentrique » de P; LX celle de X; DP la distance de P et DX celle de X au Soleil. (Cup désignant les deux conjonctions entre Uranus et Pluton)

Année	LP	DP		LX	DX	
1700	134,2°	36,6		183,8°	34,7	
1710	151,5°	34,1	(Cup)	<u>203,2°</u>	<u>34,3</u>	(SP = 34,3)
1720	172,0°	32,0		222,5°	34,6	
1730	195,3°	30,5		241,3°	35,5	
<u>1740</u>	<u>220,8°</u>	<u>29,9</u>	(SP = 29,9)	259,0°	36,9	
1750	245,4°	30,4		275,2°	38,7	
1760	268,1°	31,8		290,0°	40,7	
1840	18,3°	48,1		14,1°	51,5	
1850	27,9°	48,8	(Cup)	22,6°	51,7	(SA = 51,7)
1860	37,3°	49,3		31,2°	51,6	
...	(SA = 49,3)
1870	46,8°	49,3		39,9	51,2	
1880	50,0°	49,9		48,9	50,4	

Il a réussi à « prédire » en utilisant – comme Le Verrier et Lowell la *mécanique céleste, mais appliquée aux « résidus » modernes de Neptune – l'existence et même la position approximative de Pluton.*

Cela peut paraître paradoxal, car – plus chanceux en cela qu'Adams – Pickering avait obtenu que l'on cherche sa « perturbatrice de Neptune » à l'observatoire du Mont Wilson, dès 1919, dans la *région du ciel* indiquée par ses calculs.

Les images de Pluton se trouvaient bien sur quatre clichés, pris alors à cet observatoire, mais n'ont été reconnues comme étant celles de Pluton qu'après sa détection à Flagstaff. Echec dû – en partie – à un examen des clichés trop restreint par rapport au plan de l'écliptique, sans tenir compte du fait que le plan de l'orbite de Pluton, présente une très forte « inclinaison » (que Pickering, contrairement à Lowell, n'avait pas prévue), et surtout à l'absence – à l'époque – au Mont Wilson, d'un « blink-mikroskop ».

4. La part et la nature du hasard dans les découvertes de Neptune et de Pluton

À la Section 2 nous avons évoqué les attaques dont fut victime Le Verrier, qui attribuaient sa réussite au « pur hasard ».

Mais s'il était abusif d'interpréter ainsi son succès, il est vrai que si la loi de Bode, utilisée par Le Verrier, n'était plus exacte au-delà de Saturne, il s'est trouvé – par un *heureux hasard* – qu'en lui suggérant une distance de Neptune au Soleil erronée *seulement* de 20,1 %, elle ne le conduisait pas à une erreur trop grave, pour l'ensemble de ses calculs.

De plus il se trouve, par un *hasard encore plus heureux*, que parmi les deux séries d'observations d'Uranus dont disposait Le Verrier – les « anciennes », faites entre 1690 et 1781, (année de la découverte d'Uranus par W. Herschel) et les « modernes », surtout celles faites après 1812, englobèrent justement les 30 années d'une *proximité* entre Uranus et Neptune suffisante pour engendrer des « perturbations » notables, comme l'avait expliqué Le Verrier lui-même :

« Uranus n'a été influencée par l'action de Neptune que depuis 1812 et jusqu'en 1842, c'est-à-dire pendant 30 années seulement. Or, ce n'est que quand il y a des « perturbations » que je puis dire où est Neptune ».

Mais, même ces observations « modernes » d'Uranus, riches d'informations, utilisées par Le Verrier, auraient pu *ne pas permettre* une prévision très précise, et auraient pu être entachées d'erreurs si considérables, que l'erreur sur la position prédite soit nettement supérieure à 52', et continue à s'accroître à mesure que l'on *tarderait* à chercher Neptune parmi les étoiles.

Comme Le Verrier l'écrivait, en 1848 :

« J'ai en effet exposé, le 31 août 1846, avant la découverte de Neptune, qu'il serait peut-être nécessaire de pousser les recherches jusqu'à 18,5° au-delà de la position la plus probable que j'avais assignée ».

On ne peut pas être plus honnête, et avouer plus franchement la *part* du heureux hasard dans la précision de 52', que l'on cite partout à tout propos !

Enfin, Le Verrier a bénéficié de la très faible excentricité (0,009) de l'orbite de Neptune. Ainsi, les « puissances » élevées de ce paramètre – qui interviennent dans les calculs de ce genre – n'ont pas compliqué son travail.

Donc – sans que le succès de Le Verrier ait été dû à « un hasard fortuit » – il est manifeste qu'il *bénéficia* de hasards très favorables, sans lesquels – comme le montre l'histoire des sciences – aucune recherche *audacieuse* ne peut réussir.

Cependant, ce n'est pas parce que les techniques d'observations vont en se perfectionnant avec le temps, que des observateurs particulièrement habiles ne puissent pas obtenir des résultats d'une *précision supérieure* à la *précision moyenne* d'une époque. C'est justement cette forme particulière du « heureux hasard » qui favorisa les recherches de Lowell.

Lowell pouvait certes craindre que les observations « anciennes » d'Uranus, qu'il eut le courage d'utiliser, fussent entachées d'erreurs très considérables.

Mais, comme nous l'avons montré à la Section 3, la part et la *nature* du « heureux hasard », pour Lowell, étaient que les observations « anciennes » d'Uranus ont été *suffisamment* précises pour lui permettre une prévision valable de la plupart des « éléments » de l'orbite de sa « planète X ».

Rien n'illustre mieux cet aspect du problème, que les critiques de E.W. Brown – déjà évoquées *brèvement* dans la même Section 3 – attribuant le succès de Lowell, au « pur hasard ».

Certes, c'est seulement *après* la découverte de Pluton – et cela à 6° seulement de la position prédite par Lowell – que Brown, l'a trouvée « impossible »¹.

Il prétendait montrer que non seulement les calculs de Lowell, mais aussi ceux de Pickering, n'étaient pas valables. Accumulant argument sur argument, et s'accrochant aux moindres détails, avec un acharnement, comparable à celui déployé jadis par les détracteurs de Le Verrier, Brown développe sa thèse du « pur hasard ».

Or, même si Brown avait découvert une *faute* quelconque dans les calculs de Lowell et *ce n'était nullement le cas*, il paraîtrait incroyable que Lowell soit arrivé par « pur hasard » à déterminer les très nombreux *éléments de l'orbite de Pluton* avec une précision au moins aussi bonne que celle de Le Verrier pour l'orbite de Neptune, comme le montrent les Tableaux 1 et 2 de la Section 3.

Les principaux arguments de Brown peuvent se résumer ainsi :

La solution de Lowell dépend beaucoup des « résidus » *anciens* d'Uranus ; or l'erreur *probable* (sic !) des résidus *anciens* est si considérable qu'on doit leur attribuer *un poids nul*. Une prédiction fondée sur des « résidus » *anciens* n'a donc aucune valeur.

La solution de Lowell prédit une *conjonction* entre Pluton et Uranus au voisinage de 1853, *simplement* parce que cette date se situe au milieu de l'intervalle des observations *modernes*.

La *masse* attribuée par Lowell à Pluton (6 fois celle de la Terre) est trop grande.

Ces critiques – et d'autres moins sérieuses – appellent les remarques suivantes :

Pourquoi les « éléments » de la « planète X » de Lowell, ressemblant « par hasard » à ceux de Pluton, réduisent de 99 % les « résidus » d'Uranus (comme Lowell l'a montré dans son mémoire consacré à « Une planète trans-neptunienne »).

Lowell ne pouvait pas savoir que les observations « anciennes » étaient *moins inexactes* qu'on ne pouvait le craindre ; leur exactitude n'était pour lui qu'une « hypothèse de travail », dont nous savons aujourd'hui qu'elle était valable.

Mais il s'est trouvé *de plus* – comme on l'a vu sur le Tableau 2 de la Section 3 – que, par *une chance doublement heureuse*, la *conjonction* Cup entre Uranus et Pluton a eu lieu vers 1710 et le *passage* de Pluton à son *périhélie* (donc alors près d'Uranus, à orbite presque circulaire) a eu lieu vers 1740, c'est-à-dire précisément à l'époque de ces observations « anciennes ».

Quant à la critique de Brown relative à la masse attribuée par Lowell à Pluton, il s'agit d'un problème – il faudrait dire plutôt d'un *mystère* – non encore élucidé, qui n'est pas celui de la masse *particulière* trouvée par Lowell, mais celui de la *baisse systématique*, de la masse attribuée à Pluton par les *différents chercheurs* qui se sont penchés sur ce problème, depuis 1846 jusqu'à la *découverte*, en 1978, de son satellite Charon.

Un problème auquel nous consacrons notre prochaine section.

5. Le mystère de la diminution progressive de la masse attribuée à Pluton

Comme signalé à la Section 4, *un seul* des arguments – apparemment sérieux – invoqués par E.W. Brown, pour attribuer au « pur hasard » la découverte de Pluton à 6° seulement de la position prévue par les calculs de Percival Lowell, était la *trop grande valeur* de la *masse* attribuée par ce dernier à sa « planète trans-neptunienne », à partir des « résidus » d'Uranus.

Mais en réalité le *problème* dépasse de loin celui évoqué par Brown. Le vrai problème est celui de l'*énorme* décroissance *progressive* de la *masse attribuée à Pluton*, par les nombreux chercheurs qui se sont consacrés à ce problème en utilisant soit les « résidus » des observations d'Uranus, soit les *observations* de Pluton lui-même.

Notons d'abord que, *T* désignant la masse de la Terre, les chercheurs qui se sont penchés avant Lowell sur l'interprétation des « résidus » d'Uranus par l'action d'une planète « trans-neptunienne » ont attribué à cette planète une masse de l'ordre de $10T$.

¹ C'est le cas de citer A. Sakharov qui écrit : d'abord le plus éminent des « spécialistes » dit que cela est impossible et apporte des arguments de poids en faveur de sa thèse. Puis apparaît un « ignorant » qui passe outre et c'est lui qui fait la découverte. Mais Sakharov corrige aussitôt cette boutade en ajoutant : il est évident que le prétendu « ignorant » doit être au niveau de la science de son temps. Il faut qu'il ait connaissance des principales difficultés du problème, mais qu'il ose les affronter, avec persévérance, jusqu'au succès final.

Donc déjà plus grande que celle de $6T$, trouvée en 1915 par Lowell. Ensuite, après la découverte de Pluton en 1930, toutes les déterminations de la masse de Pluton, effectuées entre 1941 et 1955, en appliquant la mécanique céleste aux « résidus » d'Uranus, ont donné une valeur de cette masse *proche* de T .

Mais, déjà dès 1949, en mesurant à l'Observatoire McDonald, le *diamètre angulaire* de Pluton, et en tenant compte de sa *distance*, G.P. Kuiper obtenait une première estimation de son *rayon*. Puis, en faisant l'hypothèse, que la *densité moyenne* de Pluton était – comme celle de certaines planètes – voisine de celle de la Terre, il *retrouvait* une valeur de la masse de Pluton proche de T .

Or, de nouvelles mesures du diamètre angulaire de Pluton, effectuées en 1950, avec le télescope, plus puissant, du Mont Palomar, réduisaient *de moitié* la valeur précédente du *rayon* de Pluton, de sorte que, avec la *même hypothèse* sur la densité, on ne trouvait plus qu'une masse de Pluton de l'ordre de $0,12T$.

Ce résultat avait incité certains à essayer – en 1968 – d'évaluer la masse de Pluton au moyen des « résidus » de *Neptune* d'après les observations *postérieures* à sa découverte. Ce qui donnait une masse de Pluton, *un peu plus grande*, mais toujours aussi faible, de $0,18T$. Une nouvelle détermination de la masse de Pluton, effectuée en 1971, redonnait une masse de Pluton de $0,11T$. Mais en 1976, on trouvait par l'analyse spectrale très fine de la lumière du Soleil réfléchie par Pluton, une *estimation* de son « *pouvoir réflecteur* », d'où – compte tenu de son *éclat* – une nouvelle détermination de son rayon, et en ajoutant l'hypothèse d'une composition *interne* analogue à sa composition *superficielle*, on arrivait à une masse de Pluton de $0,004T$.

La diminution des estimations de la valeur de la masse de Pluton, allait culminer avec la découverte – en 1978 – du satellite Charon de Pluton, dont l'observation donnait une masse de seulement $0,002T$. D'où l'empressement de certains, (comme pour les détracteurs de Le Verrier, à propos de la masse de Neptune, après la découverte de son satellite Triton), d'annoncer que – définitivement – aussi bien les recherches de Lowell que celles de Pickering, et *même les mesures relativement modernes décrites ci-dessus*, n'avaient aucune valeur !

Une hypothèse expliquant l'évanescence progressive des valeurs assignées à la masse de Pluton serait celle d'une diminution de cette masse par *sublimation* des gaz – *congelés* – dont il serait initialement formé. Mais une telle explication, situerait le processus de la diminution de la masse de Pluton, entre le début du 18^e siècle et nos jours, une *durée un peu trop courte* à l'échelle cosmique. Sans oublier pourtant que quelques *noyaux de comètes* ont disparu par évaporation, après *un seul tour* – même lointain – *du Soleil*.

On peut enfin remarquer qu'avec une masse ($0,002T$) de Pluton déduite de l'observation de Charon, les perturbations dans le mouvement de *Neptune* par une masse *aussi faible*, n'auraient pas pu être utilisées avec succès (rappelé à la Section 3) par *W.H. Pickering*.

Références

- [1] Bulletin Astronomique de l'Observatoire de Paris, XII, Fasc. IV, pp. 220–222. Les valeurs numériques des deux tableaux, un peu différentes des données plus récentes – d'ailleurs toutes différentes entre elles – n'ont aucune incidence sur nos conclusions.
- [2] Voir aussi là-dessus le résumé de mes recherches par G. Reaves dans Publications of the Astronomical Society of the Pacific 63 (371) 49–60.