

A PROPOS DE L'ŒUVRE ASTRONOMIQUE DE CLAIRAUT.

par Guy BOISTEL

(Centre François Viète, Laboratoire d'Histoire des Sciences et des Techniques
Faculté des Sciences et des Techniques de Nantes).

Mon mémoire de D.E.A. d'Histoire des Sciences et des Techniques, soutenu le 10 Octobre 1995, avait pour sujet les controverses autour du problème des trois corps et un exposé plus détaillé que couramment donné dans la littérature, des théories de la Lune et des comètes de Clairaut. J'avais proposé ce sujet à M. Jacques Gapaillard, mon directeur de recherches, lassé de me trouver devant un manque presque total de précisions sur l'œuvre de notre Clairaut, à force de lire toujours les mêmes généralités, banales à force d'être ressassées, concernant une relation de ses travaux : figure de la Terre, théorie de la Lune, comète de Halley. Les difficultés techniques n'expliquent pas tout. Il suffit de voir la bibliographie au XX^e siècle, maigre en comparaison de celles concernant d'autres mathématiciens du XVIII^e siècle, et qui est révélatrice d'un manque d'intérêt injustifiable pour ce scientifique et son œuvre, auquel on rend souvent hommage avant de passer à autre chose — ce n'est pas vrai pour Danjon, pour Pannekoek ; mais les références sont peu nombreuses — Les seules études savantes sont dues surtout à feu Pierre Brunet (biographie posthume), à René Taton (études plutôt biobibliographiques), et John Greenberg pour la géodésie et l'aspect histoire des mathématiques⁽¹⁾.

En quoi cet homme et ce savant est-il important dans l'histoire et l'essor de la mécanique céleste au XVIII^e siècle? Pourquoi les polémiques avec Buffon, d'Alembert? Quels rôles ont joué ces hommes, momifiés et statufiés de la littérature française ? Telles sont les questions qui ont animé ma pensée lors de mes recherches, et qui continuent à me travailler, virevoltant dans mon esprit et s'intégrant dans mes recherches pour la thèse de doctorat (la théorie de la Lune au XVIII^e siècle).

La relecture récente de l'article de K.Mizar paru dans nos Cahiers Clairaut (1991, C.C. n°55) m'a fait réagir, après toutes les recherches effectuées pour la rédaction de mon mémoire. Synthétique par nécessité, le texte de K.Mizar laisse apparaître quelques contrevérités et imprécisions caractéristiques d'une restitution de sources secondaires, dont souffre le souvenir de Clairaut depuis la fin du XVIII^e siècle. Il n'est qu'à lire les pages 130 à 134 de l'ouvrage récent *Le chaos dans le système solaire*, d'Ivars Peterson — ouvrage par ailleurs passionnant — pages consacrées à la théorie de la Lune. Dans ces pages, la plupart des interprétations de l'auteur sont particulièrement discutables et correspondent mal aux faits tels qu'on peut les établir en étudiant la correspondance entre Euler, d'Alembert et Clairaut, et les mémoires et textes divers de l'époque. Ayant épluché la plupart des mémoires de Clairaut (concernant ses études autour de la loi de l'attraction universelle) et effectué un dépouillement systématique des mémoires et autres articles parus dans le Journal des Sçavans, le Mercure de France, et l'essentiel de sa correspondance avec Gabriel Cramer⁽²⁾ et Leonhard Euler⁽³⁾, il m'est possible d'apporter quelques précisions au sujet des recherches théoriques de Clairaut en astronomie. Il est bien entendu que je ne pourrais pas non plus ici entrer dans les détails de ses recherches. Peut-être et c'est un vœu que je forme, à l'occasion d'une série d'articles dans nos cahiers, pourrais-je revenir sur ses travaux ?

Une remarque pour terminer cette introduction. L'article de K.Mizar est en partie à l'origine de mon désir de travailler sur Clairaut : je l'en remercie vivement. Ses articles sont toujours très intéressants, très instructifs et donnent toujours envie d'en savoir plus. Dans ce cas précis, c'est réussi!

¹. Greenberg, J.-L., 1995, *The problem of the Earth's shape from Newton to Clairaut : the rise of mathematical science in Eighteenth-Century Paris and the fall of "normal" science*, Cambridge University Press. (781 pages ; 60 £)

². Speziali, Pierre, 1955, *Une correspondance inédite entre Clairaut et Cramer*, Rev. Hist. Sci., VIII, pp. 193-237.

³. Juskevic, A., Taton, R., 1980, *Leonhard Euler, Correspondance avec A.C. Clairaut, J. d'Alembert et J.L. Lagrange*, Opera Omnia, series quarta A, volume V : *Commercium epistolicum*. Birkhauser, Bâle.

QUELQUES COMPLEMENTS ET COMMENTAIRES A L'ŒUVRE ASTRONOMIQUE DE CLAIRAUT - I

La théorie de la Lune : premières recherches et première controverse

Les premières recherches présentables de Clairaut sur le problème des trois corps datent de 1743 avec le mémoire *De l'Orbite de la Lune dans le système de M. Newton*⁽⁴⁾ : il pose le problème et fait une critique des travaux de John Machin, de la Royal Society. Clairaut y donne déjà les expressions des forces perturbatrices mais il n'a pas encore trouvé le moyen d'exprimer le rayon-vecteur de l'orbite de la Lune en tenant compte de ces forces. A cette époque, Clairaut est au courant des travaux réalisés sur la matière par MacLaurin et Bernoulli, travaux qui ne déboucheront sur rien de concret. Ces premiers travaux engagent Clairaut dans une polémique très courtoise avec un ami très proche et collègue du mathématicien suisse Gabriel Cramer, Jean-Louis Calandrin⁽⁵⁾, professeur de mathématiques puis de philosophie à Genève, avant d' « être perdu pour les sciences » (cit. Cramer) et de devenir un bon administrateur.

Cette première polémique porte sur la prise en compte ou non de l'excentricité de l'orbite lunaire dans les équations à intégrer pour obtenir le mouvement du périhélie (ou de l'apogée), et sur les causes des erreurs de Newton dans la matière. Cette courtoise polémique prendra fin quand Clairaut révisera sa théorie en 1747-48. Mais elle a une réelle influence sur les travaux de Clairaut : dans ses premières recherches, en 1743, il ne semble faire aucun cas de l'excentricité de l'orbite lunaire. En 1747, après les quelques échanges épistolaires avec Calandrin, via Cramer — on ne connaît qu'une seule lettre directe entre Calandrin et Clairaut, et elle est datée du 19 février 1748 —, Clairaut tient compte de cette excentricité, et indique son importance dans l'expression du moyen mouvement lunaire. Il s'en fait lui-même l'écho dans une lettre adressée à Cramer le 3 juin 1749, puis dans une seconde datée du 26 juillet de la même année :

"Quant à M. Calandrin, il n'a toujours comme je vous l'ai dit rien à démêler avec moi parce que je ne trouve pas qu'une excentricité infiniment petite réduisit comme il le prétend, le mouvement des apsides à n'être que la moitié et que, de plus, la force perpendiculaire⁽⁶⁾ au rayon qu'il a négligée entre pour beaucoup dans cette moitié du mouvement cherché que je n'avais pas pu trouver d'abord."

Premier scandale : Clairaut propose de modifier la loi de Newton!

Ses recherches le conduisant à une incompatibilité de sa théorie avec les observations, il envisage de modifier la loi de l'attraction de Newton et lit à l'Assemblée publique du 15 novembre 1747 une partie de son premier long mémoire *Du Système du Monde dans les principes de la gravitation universelle*⁽⁷⁾ qui va lui attirer les foudres de Buffon et, en coulisses, de Le Monnier. Buffon, dans un premier mémoire datant du 20 janvier 1748, lui reproche de compliquer la loi de Newton par l'ajout d'un terme complémentaire et de perdre la simplicité de cette loi et, à l'aide d'arguments mêlant métaphysique et mathématiques, attaque Clairaut sur le non-sens de sa proposition. C'est ce dernier point qui va être cause du mauvais climat

4. Histoire et mémoires de l'Académie Royale des Sciences (ci-après H.A.R.S.), 1743, pp. 17-32.

5. Calandrin Jean-Louis, 1703-1758. Académie de Genève. Il est l'auteur de commentaires sur la théorie de la Lune, joints au tome III de l'édition latine des *Principia...* de Newton, réalisée par les Rév. PP. Th. Le Seur et F. Jacquier, de 1739 à 1742.

6. Il s'agit d'une composante de la force perturbatrice résultant d'une décomposition sur deux axes, l'un selon le rayon de l'orbite lunaire, l'autre perpendiculaire au rayon de cette orbite, des forces s'exerçant sur la Lune, de la part de la Terre et du Soleil.

7. H.A.R.S., 1745, pp. 329-364. Ce volume ne sera imprimé qu'en 1749 ; il contient en outre, toutes les pièces de la polémique entre Buffon et Clairaut.

entre les deux hommes, au cours des années 1748 et 1749.

Dans son mémoire, Clairaut présente comme une hypothèse utile et un simple expédient mathématique, la modification de la loi de Newton par l'ajout d'un terme en $1/\text{distance}^4$, afin de retrouver le vrai mouvement du périhélie de la Lune. Clairaut sait très bien et il le démontre, que l'ajout d'un terme supplémentaire à cette loi serait cause d'un mouvement séculaire de la ligne des apsides ; mais Clairaut l'estime inobservable, même au bout de plusieurs siècles (c'est d'ailleurs ceci qu'on devrait lui reprocher !). Quoiqu'il en soit, Clairaut ne supporte pas que Buffon lui reproche d'avoir avancé une hypothèse invraisemblable et de mettre en doute ses capacités de "géomètre", d'autant plus qu'entre-temps, il l'avoue à Cramer, il a revu sa théorie en ne négligeant pas certains termes dans les approximations nécessaires de l'expression de la fonction perturbatrice entrant dans l'expression du rayon-vecteur. Curieusement, il donne lui-même la bonne méthode pour trouver le résultat dans son mémoire de novembre 1747 mais il ne la suit pas, n'ayant pas très envie de faire tous les calculs nécessaires (autre reproche à lui faire!). Il faut aller chercher dans les travaux de jeunesse et dans les traductions d'ouvrage anglais de Buffon, les motivations de ce dernier dans cette querelle. Avec *La statique des végétaux* de Hales traduite en 1735, et *La méthode des fluxions* de Newton traduite en 1738, Buffon se montre un newtonien convaincu, presque fanatique. Ses propres théories sont bâties sur les idées de Newton (développées dans son *Optique*) ou empruntées aux newtoniens anglais. La prise de position de Clairaut est alors une occasion pour Buffon de monter au créneau et de prendre les armes contre ceux qui veulent remettre en cause ce qui est devenu pour lui un dogme, renonçant par-là à la sobriété, à l'observation et même à la logique⁽⁸⁾. De plus, depuis quelques temps déjà les liens de Buffon avec les mathématiques se sont distendus : il existe chez Buffon une prédominance de l'explication verbale sur les raisonnements ou les calculs proprement mathématiques. On en trouve un lointain écho dans son *Essai d'arithmétique morale* ⁽⁹⁾:

"[...] ceci n'est point un discours de morale vague, ce sont des vérités métaphysiques que je soumets au calcul ou plutôt à la force de la raison ; des vérités que je prétends démontrer mathématiquement à tous ceux qui ont l'esprit assez net et l'imagination assez forte pour combiner sans géométrie et calculer sans algèbre."

Second scandale : Clairaut se rétracte!

La rétractation de Clairaut survient le 17 mai 1749, au cours de la lecture d'un mémoire où sans autre précision, il indique qu'il a trouvé le moyen de concilier théorie et observations, et ceci d'un point de vue totalement nouveau, en conservant la loi de Newton, en $1/\text{distance}^2$. Euler, qui était arrivé au même point que Clairaut en 1747, le presse de lui communiquer ses résultats ; il ne les obtiendra que deux ans plus tard, à l'occasion du prix proposé par lui-même et l'Académie de St-Petersbourg. D'Alembert, engagé dans une âpre compétition avec ces deux hommes, et se trouvant devant la même impasse, critique très vite ce retournement de Clairaut. La polémique entre les deux hommes allait bientôt s'envenimer, surtout du fait de d'Alembert, et durer jusqu'en 1763. Cette rétractation ne fait qu'entretenir la hargne de Buffon, qui produit plusieurs mémoires et notes, lesquelles à leur tour suscitent autant de réponses et mémoires de Clairaut. Cette vive et courte querelle ne prend fin qu'avec la publication par l'Académie, lors de l'impression en 1749 du volume de 1745, d'un avertissement de Clairaut signifiant qu'ayant revu ses travaux, toutes ces discussions sont sans objet. Ces hésitations de Clairaut, les seules survenues au cours de sa carrière scientifique, lui valurent donc de sérieuses inimitiés. Il aurait sans doute pu s'en passer s'il ne s'était pas montré aussi hâtif et quelque peu négligent. Mais la compétition était rude entre lui et d'Alembert ; leurs travaux aboutis sur la théorie de la Lune furent déposés le même jour à

⁸. Lire par exemple Lesley Hanks, *Buffon avant l'« Histoire naturelle »*, PUF, 1966.

⁹. Buffon, *Supplément à l'Histoire naturelle générale...*, tome IV, 1777, p. 68.

l'Académie, le 17 mai 1749, le jour même de la lecture de la déclaration de Clairaut!

Ainsi, dans cette première querelle intestine, et malgré ce qu'en dit Laplace⁽¹⁰⁾, les reproches de Buffon et de Le Monnier ne jouèrent aucun rôle dans la révision de ses travaux par Clairaut : il savait très bien où se situaient ses propres défaillances. Le mauvais esprit de Buffon et la remise en cause de ses capacités de "géomètre" suffisaient amplement à fâcher Clairaut. Le Monnier ne pardonnera pas à Clairaut de ne pas reconnaître une certaine influence sur son revirement, influence qui est pourtant inexistante, et n'hésitera pas à reprendre ses attaques contre Clairaut à l'occasion du retour de la comète de Halley.

Clairaut, d'Alembert et Euler verront leurs théories de la Lune⁽¹¹⁾, trois oeuvres majeures de l'époque, publiées au cours de la décennie 1750. Cette émulation les aura obligés à développer des méthodes originales d'approximation nécessaires à la résolution de ce problème particulier de perturbations : histoire de l'astronomie et histoire des mathématiques s'entrecroisent et sont intimement liées.

Le retour de la comète

Je ne reviendrai pas sur l'histoire du retour en 1759 de la comète de Halley que tout le monde connaît. C'est peut-être sur le rôle des personnages tels que Lalande, et Mme Lepaute que l'on peut insister. Dans son *Astronomie*, Lalande s'est attribué un beau rôle dans cette histoire ; et comme Clairaut n'était plus là pour le contredire... Dans son ouvrage *Théorie du mouvement des Comètes* de 1760, Clairaut indique lui-même les rôles qu'ont pu jouer ces personnages. Par recoupements avec d'autres sources, on peut avoir une idée de la place de tout ce petit monde.

Lalande joua un rôle très important, qu'il n'a pas eu de mal à grossir : réalisation de calculs longs et pénibles relatifs aux positions de Jupiter et de la comète au cours des trois révolutions depuis 1531, et aux calculs des forces perturbatrices, à partir de formulaires près à l'emploi fournis par Clairaut⁽¹²⁾. D'autre part, Lalande se fit expliquer en long et en large la théorie par Clairaut, ce qui motiva ce dernier pour aller jusqu'au bout de la tâche, et en fit des applications dès 1759 aux inégalités de Mars (applications que Clairaut qualifie de "curieuses"...), puis en 1760, pour Vénus, complétant la théorie et démontrant certains théorèmes énoncés par Clairaut. Ce dernier délégua un ensemble de calculs routiniers et simples à des "arithméticiens". Sans doute Nicole-Reine Lepaute fut-elle mandée par Lalande, les deux familles étant liées, après avoir logé au Palais du Luxembourg quelques années auparavant (vers 1753-55). Ses capacités reconnues n'avaient pas manqué de séduire Clairaut qui réclamait de l'aide, même s'il se réservait les opérations délicates et les vérifications de certains calculs. Je n'ai pas encore trouvé les informations sur les autres aides dont a pu bénéficier Clairaut (la légende voudrait que la servante de Clairaut, formée par ce dernier ait participé aux calculs. Ce n'est pas invraisemblable pour l'époque. Il suffit de voir, par exemple, les relations de complicité entre Buffon et un de ses laquais chargé de le réveiller tous les matins).

Qu'il me soit permis une parenthèse : l'origine du nom *Hortensia*, attribué à Legentil est aussi discutable et semble être aussi l'effet d'une réplique de sources secondaires, sans vérification, et fonctionnant sur un principe d'autorité. Les références consultées⁽¹³⁾ concordent : c'est Legentil qui a ramené cette plante en 1771, mais le nom n'a pas été donné en hommage à Nicole-Reine Lepaute, bien que son troisième prénom semble être Hortense.

¹⁰ Laplace. *Exposition du système du monde*, 1796, livre IV, chap. V, p. 281, Fayard, 1984 : "[...] Quoi qu'il en soit, le Métaphysicien eut raison, cette fois, vis-à-vis du Géomètre qui reconnut lui-même son erreur [...]".

¹¹ Clairaut, *Théorie de la Lune*, 1752, Saint-Petersbourg ; Euler, *Theoria motus Lunae...*, 1753, Berlin ; d'Alembert, *Recherches sur différents points importants du système du monde*, 1754, tome I, Paris.

¹² Clairaut, *Théorie du mouvement des comètes*, 1760, pp. 67-69.

¹³ Lacroix, A., 1938, *Figures de savants*, tome IV, pp. 1-13 ; *Les voyageurs naturalistes XVII^e - XVIII^e siècles*, publ. du Mus. d'Hist. Nat. de Nantes, Nantes, 1992 ; Michaud, *Bibliographie universelle, ancienne et moderne*, Paris, 1843.

C'est le naturaliste Philibert Commerson (ami d'enfance de Lalande), membre de l'expédition de Bougainville et qui a lui aussi ramené l'*Hortensia*, qui aurait donné ce nom en hommage à Hortense de Nassau, sœur du botaniste prince Charles de Nassau-Siegen, son compagnon d'expédition sur le navire *L'Etoile*. Commerson est mort en 1773 à l'île Maurice (alors île de France) sans être rentré en France.

Le succès populaire que connaît Clairaut fut à la hauteur du taux d'acidité avec lequel d'Alembert l'attaqua. Clairaut dut aussi subir la mauvaise foi de Le Monnier. Cette polémique fut d'autant plus vive qu'elle se doublait de querelles entre Le Monnier et Lalande, son ancien élève mais passé au "camp adverse", celui de Lacaille, et d'une querelle sans objet entre le Chevalier d'Arcy et d'Alembert, concernant la précession des équinoxes — dans laquelle d'Arcy eut le mauvais rôle — querelles qui avaient leurs racines plusieurs années auparavant.

Je n'ai pas pour objet ici de reproduire des extraits des différents articles où Clairaut est attaqué, dans les écrits "anonymes" de d'Alembert et de Le Monnier, et où il est défendu par Lalande, d'Arcy, et peut-être Jean Baptiste Le Roy, « Homme de la société civile, non point ridicule dans les meilleures compagnies savantes ». Cela pourrait faire l'objet d'une série d'articles ultérieurs. Mais on reste effaré et dubitatif devant la piètre qualité des arguments déployés par d'Alembert et ses partisans. L'intérêt de cette polémique et de son étude réside dans les justifications que doit apporter Clairaut pour se défendre : il est obligé de clarifier ses idées, nous les faisant ainsi partager et nous permettant de nous en imprégner. Notre Alexis mettra fin dignement à cette querelle dans un article paru en juin 1762, dans le *Journal des Sçavans* ; il préférera accorder à d'Alembert une supériorité infinie plutôt que de combattre sans cesse pour « les petits domaines [des] amours propres [de d'Alembert]. »

Dans son ouvrage, *La Théorie du mouvement des comètes*, Clairaut est pleinement conscient des insuffisances de sa méthode, de l'influence des hypothèses drastiques qu'il utilise pour développer ses calculs : il néglige l'excentricité de l'orbite de la planète perturbatrice, l'inclinaison de l'orbite de la comète sur l'orbite de la planète perturbatrice (18° pour Jupiter, 19° pour Saturne), des approximations parfois drastiques. Toutefois, avec les données dont il disposait (16% d'erreur sur la masse de Saturne, éléments de la comète pour les trois précédents périhélie erronés, ceux de Halley), c'est un véritable exploit de Clairaut que d'avoir pu aller jusqu'au bout de ses calculs et de sa prévision. Il indiquera lui-même les moyens à suivre pour effectuer des calculs plus rigoureux ; mais il écrit :

"Or le prodigieux travail qu'exigerait l'exécution complète de cette seconde approximation me paraît si propre à dégoûter les calculateurs les plus intrépides, que je me trouve tout dégoûté moi-même d'entrer dans des détails trop difficiles à bien exposer pour en prendre la peine sans espérance de déterminer personne."⁽¹⁴⁾

Comme la précédente, cette polémique aura pour effet d'aiguiser le goût de la recherche et d'amener Clairaut à réviser sa théorie des comètes ; il publiera en 1762 ses *Nouvelles recherches sur le mouvement des Comètes* que je n'ai pas encore étudié.

Une remarque encore : l'historien de l'Académie écrit en 1760, en présentant l'ouvrage cité, que Clairaut envisage de mettre sur le compte de la résistance de l'éther les décalages entre les prévisions et l'avance de la comète. Il faut noter que Clairaut ne fait aucune remarque de ce genre et qu'il est loin de l'envisager ! En 1762, il montrera même (d'après la partie Histoire de H.A.R.S. et faisant référence à Lalande) que « la résistance de l'éther n'est pas sensible, même pour la comète, et [que] cette cause n'entre point dans l'inégalité des périodes qu'on observe. » Ainsi Clairaut enterre définitivement le sujet...

¹⁴. Clairaut, *Théorie des Comètes...*, p. 241.