

## L'article TABLES ASTRONOMIQUES de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert

Colette Le Lay, Centre François Viète, Université de Nantes

*Cet article relate certains épisodes et certaines controverses qui apparurent entre les grands scientifiques de l'époque comme Euler, Clairaut et d'Alembert à l'occasion de l'élaboration des Tables Astronomiques de l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert.*

Le XVIII<sup>e</sup> siècle offre une position surplombante d'où regarder l'histoire des tables astronomiques car il est le siège d'un changement de paradigme fondamental. Dès les origines, les hommes ont établi des tables du mouvement des astres à de multiples fins (religieuses, astrologiques, scientifiques). Elles reposaient essentiellement sur leurs observations et des modèles géométriques. Avec l'arrivée des *Principia* de Newton en 1687, la gravitation universelle fournit un cadre théorique qui permet désormais de calculer le cours des planètes, les observations servant à vérifier la conformité de la loi avec la nature. Conjointement, des outils mathématiques de calcul différentiel sont développés pour donner une solution approchée au « problème des trois corps » dont le cas emblématique est celui de la Lune qui subit deux influences gravitationnelles majeures : celle de la Terre et celle du Soleil. Les trois grands géomètres du siècle des Lumières s'attachent les services d'un astronome pour confronter leurs calculs de l'orbite de la Lune aux observations. Pour Leonhard Euler (1707-1783), c'est Tobias Mayer (1723-1762) ; pour Alexis Clairaut (1713-1765), c'est l'abbé Nicolas Lacaille (1713-1762) et pour d'Alembert (1717-1783), c'est Pierre Charles Le Monnier (1715-1799).

TABLES ASTRONOMIQUES, sont des calculs des mouvemens, des lieux & des autres phénomènes des planetes premieres & fécondaires. Voyez PLANETE, SATELLITE, &c.

Les tables astronomiques les plus anciennes sont celles de Ptolomée, que l'on trouve dans son *Almageste*; mais elles sont bien éloignées d'être conformes aux mouvemens des corps célestes. Voyez ALMAGESTE.

Fig.1. Le début de l'article de l'*Encyclopédie*.

J'ai choisi de passer l'histoire des éphémérides anciennes au crible de l'article TABLES ASTRONOMIQUES de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert dont nous verrons qu'il ne s'arrête que

sur les tables observationnelles.

### L'article de l'*Encyclopédie*

L'accès le plus simple à l'article est l'ENCCRE (Edition Numérique Collaborative Critique de l'*Encyclopédie*<sup>1</sup>).

L'ENCCRE donne accès gratuitement à tous les articles en double version originale / transcription et à toutes les planches en excellente définition. Quelques centaines d'articles sont annotés par les meilleurs spécialistes actuels et quelques dossiers thématiques (dont « L'astronomie dans l'*Encyclopédie* » et « Les planètes dans l'*Encyclopédie* ») sont d'ores et déjà disponibles, le travail s'inscrivant dans la longue durée...

Parallèlement, l'Institut de France a mis en ligne un dossier pédagogique dont le premier volet s'intitule « Les sciences dans l'*Encyclopédie* : l'exemple de l'astronomie »<sup>2</sup>.

Enfin, pour ceux d'entre vous qui souhaiteraient en savoir plus sur le monument des Lumières, un petit fascicule intitulé *Oser l'Encyclopédie Un combat des Lumières* a été publié en 2017 chez edpsciences, pour accompagner la mise en ligne de l'ENCCRE. Il est désormais gratuit en e-book sur le site de l'éditeur<sup>3</sup>

L'article figure au volume XV paru en 1765, comme tous les volumes de VIII à XVII, à la suite de l'interdiction qui frappe l'entreprise en 1759. Il ne porte pas de marque de contributeur. D'Alembert, qui a pris en charge la plupart des articles d'astronomie, a quitté le navire à la suite de l'interdiction et ne

1 L'article TABLES ASTRONOMIQUES est disponible à l'adresse <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/article/v15-2661-3/>

2 <http://www.institut-de-france.fr/fr/l-encyclopedie-un-combat-pour-la-connaissance>

3 <https://laboutique.edpsciences.fr/>

contribuera plus que rarement.

Deux hypothèses sont plausibles. Peut-être l'article a-t-il été rédigé très tôt par d'Alembert. Deux indices accréditent cette supposition, validée par l'ENCCRE. Le premier est l'existence dans le volume I de l'*Encyclopédie* d'un article de deux lignes, ALPHONSINES, *tables Alphonsines*, signé par d'Alembert et renvoyant à TABLE. Cela prouve qu'à l'origine, d'Alembert entendait rédiger un article général consacré aux tables. Le second est la mention de Le Monnier dont j'ai dit plus haut qu'il est « son » astronome. Mais l'article qui nous occupe pourrait aussi avoir été composé par Jaucourt qui prit en charge plus de 17 000 articles, et assura, avec Diderot, la responsabilité éditoriale des derniers volumes. L'article résulte essentiellement de la traduction de l'homologue anglais, la *Cyclopædia* de Chambers, d'où la présence de plusieurs sources anglo-saxonnes<sup>4</sup>. Les seules différences sont les mentions dans l'*Encyclopédie* de Le Monnier et Lacaille et l'absence d'un dernier paragraphe de la *Cyclopædia* consacré à l'apport de Halley.

## Les différentes tables mentionnées

À tout seigneur tout honneur, l'article débute par les célèbres tables de Ptolémée (orthographié « Ptolomée » dans l'*Encyclopédie*) publiées dans l'*Almageste* au II<sup>e</sup> siècle. Le regard du siècle des Lumières sur Ptolémée est toujours critique car l'époque milite encore pour l'adoption du système de Copernic et la sortie de l'*Index des livres prohibés* de l'œuvre de Galilée<sup>5</sup>.

**COMPOSITION MATHÉMATIQUE, LIVRE VI. 381**

**TABLE DES PLEINES LUNES.**

N. DE LA LUNE	JOURS DE LA MOIS TRIVALE			DEGRÉS DE LA DISTANCE DE SOLAIRE DE LA LUNE			DEGRÉS DE L'INCLINAISON DE LA LUNE			DEGRÉS DE LA LATITUDE DE LA LUNE		
	Années	Jours	Minutes	Degrés	Minutes	Secondes	Degrés	Minutes	Secondes	Degrés	Minutes	Secondes
1	9	58	33	074	5	58	06	9	45	112	57	15
10	9	55	35	067	58	19	83	14	39	105	10	5
11	9	52	48	061	60	46	140	48	15	98	22	55
20	9	50	1	055	63	31	198	7	57	104	33	45
101	9	47	14	049	65	55	255	39	41	99	48	35
106	9	44	27	043	68	39	312	51	25	93	1	25
151	9	41	40	037	71	3	370	13	9	88	14	14
176	9	38	52	031	73	38	427	24	53	83	27	4
201	9	35	5	025	76	19	484	35	37	78	39	51
226	9	32	18	019	78	46	541	46	21	73	52	44
251	9	29	31	013	81	28	598	57	4	68	5	34
276	9	27	44	007	83	54	655	1	49	63	18	24

Fig.2. Table des pleines lunes dans l'*Almageste* de Ptolémée, traduction de M. de Halma. On y trouve aussi les éléments de calcul des longitudes et latitudes des planètes. (image BnF).

Pour les hommes des Lumières, dénigrer le système de Ptolémée, encore soutenu par la hiérarchie

4 L'édition de 1743 de la *Cyclopædia* est disponible sur Google Books. L'article *Astronomical Tables* est situé à la page 113 du volume II.

5 Voir à ce sujet mon annotation de l'article Copernic : <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/article/v4-343-0/>.

catholique, est un passage obligé pour valoriser le système de Copernic.

La recherche actuelle se garde bien d'un tel jugement dépréciatif sur les magnifiques travaux de Ptolémée.

Viennent ensuite les Tables Alphonsines. Jalon fondamental dans l'astronomie médiévale, elles auront cours jusqu'à la Renaissance. La mention d'un astronome juif rappelle l'importance d'Al Andalus dans la vie culturelle et scientifique de la période<sup>6</sup>.



Fig.3. Extrait des tables alphonsines. Au XIII<sup>e</sup> siècle, Alphonse X, roi de Castille, fait établir de nouvelles tables astronomiques pour mettre à jour les tables de Tolède, du XI<sup>e</sup> siècle. Souverain érudit, il faisait travailler des savants et traducteurs juifs, chrétiens et musulmans. (Document bibliothèque nationale d'Espagne).

Le même paragraphe mentionne les deux pré-coperniciens Peurbach (1423-1461) et Regiomontanus (1436-1476) qui contribuèrent au perfectionnement des Tables Alphonsines. De nos jours, les historiens de l'astronomie ont à cœur de mettre à bas la figure de savant génial et solitaire de Copernic, véhiculée par les images d'Épinal de la vulgarisation scientifique du XIX<sup>e</sup> siècle. Il ne s'agit en aucune façon de diminuer le mérite de l'astronome polonais mais de montrer qu'il est ancré dans une époque, la Renaissance, au cours de laquelle l'univers centré sur la Terre subit des coups de boutoir de la part de nombreux savants.

Copernic n'est mentionné que par deux lignes, sans renvoi à l'article éponyme. Les tables contenues dans le *De Revolutionibus* contribuent à une meilleure connaissance des mouvements de la Lune, de Jupiter et de Saturne. Pour le reste, les progrès par rapport aux dernières versions des Tables Alphonsines sont minimes.

6 Pour en savoir plus sur les tables alphonsines, on pourra se reporter à un article d'Emmanuel Poulle en accès libre sur [https://www.persee.fr/doc/crai\\_0065-0536\\_1987\\_num\\_131\\_1\\_14461](https://www.persee.fr/doc/crai_0065-0536_1987_num_131_1_14461). Sur les tables astronomiques médiévales, voir la bibliographie réalisée par Matthieu Husson de l'équipe d'histoire du Syrtre <http://www.sphere.univ-paris-diderot.fr/spip.php?article634>.

L'article passe aussi très rapidement sur Erasmus Reinhold (1511-1553) dont les Tables Pruteniques eurent pourtant un important retentissement. Toutefois deux mots sont à retenir du paragraphe : « Copernic », car il s'agit d'une des premières mises en œuvre de la nouvelle théorie, et « imprimées » car l'irruption de l'imprimerie change la donne. Aux tables manuscrites vont se substituer des tables imprimées à la diffusion plus vaste, en dépit des coûts prohibitifs des premiers ouvrages.

Viennent ensuite deux astronomes que l'histoire réunit souvent, Tycho Brahe (1546-1601) et Kepler (1571-1630). L'article y adjoint Longomontanus (1562-1647), astronome danois, qui, à l'image de Kepler, s'appuya sur les merveilleuses observations de Tycho pour compiler ses tables. La différence majeure entre les deux disciples de Tycho réside dans le cadre théorique : Longomontanus est un propagateur du système géo-héliocentrique de Tycho (dans lequel le Soleil tourne autour de la Terre pendant que les autres planètes tournent autour du Soleil) tandis que Kepler est copernicien. Les tables modernes sont héritières des Tables Rudolphines de Kepler comme le rappelle Guy Boistel dans son introduction à l'histoire de la *Connaissance des temps*<sup>7</sup>.

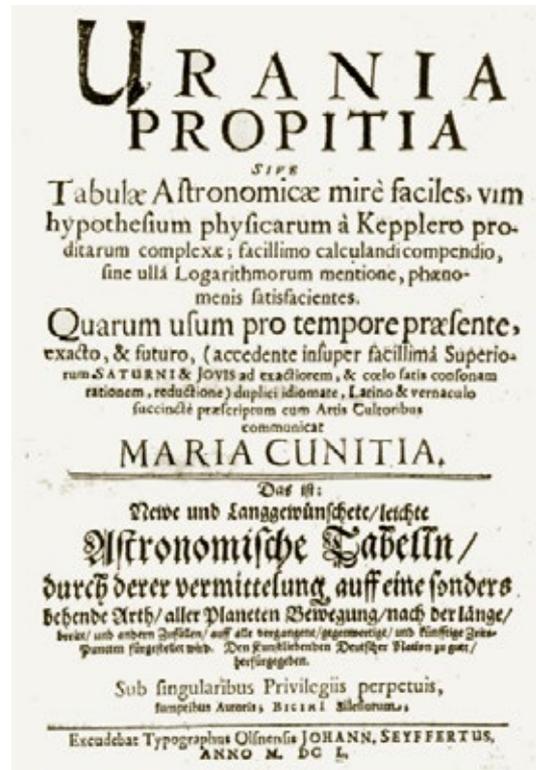


**Fig.4.** Frontispice et page de titre des tables rudolphines de Johannes Kepler. Basées sur ses lois du mouvement des planètes, elles sont nettement plus précises que les précédentes. Elles permettront en particulier de prévoir les passages de Mercure ou de Vénus devant le Soleil. Ces tables contiennent également un catalogue d'étoiles issu des observations de Tycho Brahe. Leur nom provient de l'empereur Rodolphe II (image wikimedia/NOAA).

Les hommes des Lumières font une place aux femmes ; aussi je ne suis pas étonnée de voir figurer le nom de Maria Cunitz (1610-1664) dans l'article. Il était déjà présent, avec quelques-unes de ses

<sup>7</sup> <https://cdt.imcce.fr/exhibits/show/introduction----1---histoire-d/introduction>

consœurs dans l'article ASTRONOMIE. Dans son *Urania propitia*, publié en latin et en allemand, Maria Cunitz propose une simplification des tables de Kepler. Son œuvre, connue au XVIII<sup>e</sup> siècle comme en atteste l'article, fut longtemps oubliée pour n'être redécouverte que récemment et mise en valeur par le courant des *gender studies*.



**Fig.5.** Frontispice des tables astronomiques de Maria Cunitz, de 1650, écrites en latin et en allemand. Pour réaliser ces tables, elle a simplifié la résolution de la fameuse équation de Kepler :

$$M = E - e \sin E.$$

Attention au Mercator mentionné au paragraphe suivant ! Il ne s'agit pas du célèbre cartographe Gérard Mercator (1512-1594) mais de son homonyme Nicolas Mercator (1620-1687), aujourd'hui plus connu pour ses travaux sur les logarithmes que pour ses tables astronomiques.

Un inventaire de plusieurs tables, dont une bonne part sont anglaises, suit. Nous y reconnaissons quelques noms : Newton (il s'agit ici de John et non pas d'Isaac), mais aussi Riccioli (1598-1671) resté fidèle à Ptolémée qu'il défend dans son *Almagestum novum*, et Flamsteed (1646-1719), le premier Astronome royal officiant à Greenwich. D'autres figures sont moins connues qui eurent toutefois une importante aura à l'époque. Ainsi en est-il d'Ismaël Boulliau (1605-1694) (ici orthographié Bouillaud), ami de Gassendi, Mersenne, Pascal, dont l'*Astronomia philolaïca*, accompagnée de tables, fut lue et commentée par tous les contemporains dont Newton.

Les Tables Carolines du Britannique Thomas Street (1621-1689) sont également méconnues de nos jours mais elles furent très utilisées par les astronomes d'outre-Manche, tels Flamsteed déjà évoqué et Halley.

La *Cyclopædia* de Chambers utilise plusieurs sources continentales et en particulier les Mémoires de l'Académie royale des sciences de Paris. Cassini y est fréquemment cité, comme Philippe de la Hire (1640-1718) dont il est question ici à propos de ses tables astronomiques dédiées à Louis XIV.

Comme je l'ai écrit plus haut, l'article se conclut par quelques lignes ne figurant pas dans l'encyclopédie anglaise. Elles sont l'occasion de rendre hommage à Le Monnier dont les *Institutions astronomiques*, source fondamentale de d'Alembert pour ses articles d'astronomie dans l'*Encyclopédie*, ne seront détrônées que par l'*Astronomie* de Lalande vingt ans plus tard. Les tables de Lacaille n'ont pas le droit à semblable mise en avant. Il faut y voir une trace de la controverse qui oppose à l'époque Clairaut et d'Alembert sur la théorie de la Lune. Lacaille étant l'astronome proche de Clairaut en fait les frais.

Au final, les références fournies par l'article sont toutes largement antérieures au premier volume de l'*Encyclopédie*. Rien d'étonnant puisque la source anglaise *Astronomical TABLES* est un article publié dans l'édition de 1728 de la *Cyclopædia* qui ne subit pas de modifications dans les éditions ultérieures. L'auteur de l'article de l'*Encyclopédie* n'y ajoute que la mention plus récente aux tables de Le Monnier (1746).

### Quelques autres titres de l'*Encyclopédie*

Les procédés de traduction et de compilation sont très naturellement à la base de l'*Encyclopédie*. Par essence, celle-ci regroupe des connaissances produites ailleurs. Dans les articles d'astronomie, d'Alembert, qui est généralement à la manœuvre, traduit l'article correspondant de l'encyclopédie anglaise puis procède à une actualisation des savoirs en puisant largement dans les *Institutions astronomiques* de Le Monnier. Quelques articles sortent de ce schéma et sont des œuvres originales du grand géomètre. Tel est le cas de COPERNIC déjà évoqué plus haut. C'est le cas également de l'article LUNE<sup>8</sup>.

Toute la deuxième partie, datée du 15 novembre 1759, de ce très long article est de la plume de d'Alembert qui y cite ses propres travaux et lance

<sup>8</sup> <http://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/article/v9-2074-0/>

des flèches acérées en direction de Clairaut avec lequel il est en guerre ouverte. Il y fait référence à de nombreuses reprises aux tables de la Lune composées par ses concurrents et lui-même, avec le concours de « leurs » astronomes respectifs. Ces tables lunaires représentent un double enjeu : scientifique, d'une part, puisqu'elles montrent la puissance de la gravitation newtonienne, pratique et politique, d'autre part, puisqu'elles servent de base aux méthodes lunaires de détermination des longitudes en mer qui auront cours jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. L'article LUNE offre un témoignage incomparable, bien que très partial, de la quête des meilleures tables lunaires au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle. On ne peut réécrire l'histoire mais il est fort vraisemblable que, si d'Alembert n'avait pas abandonné l'entreprise encyclopédique à la suite de la censure de 1759, il aurait complété l'article TABLES ASTRONOMIQUES par une partie consacrée aux nouvelles tables déduites des lois de la gravitation.

### Les évolutions de l'*Encyclopédie*

Qu'advient-il dans les suites et métamorphoses de l'*Encyclopédie* ? Dans l'*Encyclopédie* d'Yverdon publiée par De Felice entre 1770 et 1780, l'article TABLES ASTRONOMIQUES est entièrement réécrit par l'astronome Jérôme Lalande (1732-1807) qui précise en introduction « les tables sont le résultat de toutes les observations, de toutes les recherches, de tous les calculs des astronomes ». L'article est bien plus technique, décrivant tous les paramètres des mouvements planétaires que l'on trouve dans les tables. Un bref paragraphe cite les tables anciennes de Ptolémée, alphonsines, de Copernic, de Kepler, de Halley et de Cassini, et se conclut par « les dernières tables sont les miennes qui ont paru dans la seconde édition de mon astronomie en 1771, & qui sont le résultat des observations & des calculs les plus récents & les plus exacts. » Lalande y montre une nouvelle fois sa propension à faire son autopromotion.

Dans ses contributions encyclopédiques (au *Supplément*, à l'*Encyclopédie* d'Yverdon, à l'*Encyclopédie méthodique*), Lalande ne se prive pas de critiquer son illustre devancier d'Alembert avec lequel il a peu d'atomes crochus (c'est un euphémisme...) et, plus généralement, les articles d'astronomie. S'il a souvent tort, nous ne pouvons que reconnaître que l'article TABLES ASTRONOMIQUES ne fait pas partie des pages les plus originales de l'*Encyclopédie*. Toutefois, il nous a permis de poser quelques jalons essentiels dans l'histoire des tables astronomiques anciennes.

