ISAAC NEWTON &
ÉMILIE DU CHÂTELET

Principes mathématiques de la philosophie naturelle

La traduction française des
Philosophiae naturalis principia mathematica

Édition critique du manuscrit par
MICHEL TOULMONDE

TOME I

CENTRE INTERNATIONAL D'ÉTUDE DU XVIIIe SIÈCLE
FERNEY-VOLTAIRE
2015

Archives Émilie Du Châtelet, 1

Publié avec le soutien du Fonds de dotation Voltaire

© Michel Toulmonde et le Centre international d'étude du XVIII^e siècle, 2015

Diffusé par Amalivre, 62 avenue de Suffren, F-75015 Paris
pour le Centre international d'étude du XVIII^e siècle,
BP 44, F-01212 Ferney-Voltaire cedex

ISBN 978-2-84559-115-8

Imprimé en France

Avant-propos

Isaac Newton est le premier à expliquer la cause des mouvements des planètes et des comètes : c'est la gravitation universelle qui crée les forces nécessaires pour que ces astres se déplacent sur des orbites elliptiques autour du Soleil. Newton publie ce travail en 1687 dans sa grande œuvre, les *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, qu'il complète en 1713 puis en 1726.

Deux siècles plus tard, en 1915, Albert Einstein montre que les planètes se déplacent librement sur des orbites qui sont en fait des géodésiques d'un espace-temps, déformé par la présence de la masse du Soleil : la gravitation est alors la courbure de cet espace-temps. La théorie de la relativité générale d'Einstein explique un très grand nombre de phénomènes observés aujourd'hui dans l'Univers à grande échelle.

Il n'existe actuellement qu'une seule traduction française des *Philosophiæ naturalis principia mathematica* de Newton : elle date du XVIII^e^ siècle et on la doit à Gabrielle-Émilie Le Tonnelier de Breteuil, marquise Du Châtelet. Préparée dans les années 1740 sur la dernière édition des *Principia* parue à Londres en 1726, elle fut publiée à Paris en 1759, en deux volumes in-quarto. C'est une transcription fidèle et complète du manuscrit autographe de cette traduction de l'ouvrage magistral de Newton que la présente édition met à la disposition des lecteurs et des chercheurs.

Ce manuscrit porte le titre de *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*[1]. Il est conservé à la Bibliothèque nationale de France depuis 1749, Émilie l'ayant envoyé à la Bibliothèque du roi peu avant son décès. Les deux volumes sont accompagnés d'un troisième renfermant une partie des manuscrits de ses études sur les *Principia* de Newton qui, elles, seront publiées dans un volume ultérieur de cette collection.

La transcription présentée ici est mise en parallèle, paragraphe par paragraphe, avec le texte de la traduction imprimée à Paris entre 1747 et 1749 et publiée dix ans plus tard, en 1759. Le lecteur peut donc suivre les transformations apportées au texte entre sa première rédaction et l'impression, changements effectués soit lors de la révision du manuscrit qui a servi à l'impression (aujourd'hui perdu), soit lors de la correction des épreuves. Si nous savons que Clairaut a été responsable de la révision et de la mise sous presse du *Commentaire* d'Émilie Du Châtelet, publiée à la suite de la traduction, nous ignorons dans quelle mesure il est intervenu dans le texte même de la traduction des *Principes mathématiques*[2].

Émilie écrit dans les marges de son manuscrit de fréquentes remarques, qui enregistrent ses hésitations sur un mot latin, ou sur une traduction en français, ou ajoutent parfois un commentaire. Ces remarques sont publiées en note quand elles ont un intérêt particulier.

Nous avons actualisé l'orthographe de l'imprimé, simplifié la ponctuation et rendu plus lisibles les expressions mathématiques. Nous avons choisi de garder les quelques imparfaits

1. Dans cette édition, on désigne par *Principia* les éditions latines de Newton, et par *Principes mathématiques* (ou *Principes*) la traduction d'Émilie.

2. Voir ci-dessous, p. 23, note 102.

du subjonctif de 1759, qui fleurent bon la belle langue française des Lumières. Quelques rares phrases, pourtant traduites correctement par Émilie, n'ont pas été imprimées en 1759, sans doute par erreur : nous les avons restituées. À l'inverse, Émilie avait oublié de traduire un paragraphe, ce qui échappa à l'attention de l'éditeur : cela est maintenant réparé. L'édition de 1759 comportait enfin plus de quatre cents coquilles typographiques, surtout dans les mots et expressions mathématiques : elles sont rectifiées dans cette édition revue et corrigée. On trouvera la liste des errata ci-dessous, p. 105-121.

L'édition imprimée de 1759 contient près de 240 figures géométriques, regroupées en plusieurs planches gravées dépliantes. Ici, comme dans l'édition en latin des *Principia*, ces figures sont placées dans le corps du texte, ce qui rend la lecture plus aisée, les figures se trouvant rapprochées des démonstrations. Une cinquantaine de ces figures présentaient au moins une erreur de gravure : elles sont indiquées et corrigées dans la présente édition. Nous reproduisons ci-dessous les dessins originaux des figures des Livres II et III, t. II, p. 487-507.

Notre étude critique porte essentiellement sur le manuscrit d'Émilie et sur sa traduction du latin en français. Cependant, les raisonnements de Newton étant surtout géométriques, avec des démonstrations souvent difficiles à suivre ou à comprendre aujourd'hui (car Newton élude parfois quelques étapes), nous avons ajouté dans nos notes sur la transcription du manuscrit des justifications numériques ou mathématiques, ainsi que des compléments de physique et d'astronomie, de façon à aider le lecteur. Quelques développements plus longs sont présentés en annexe.

Introduction

Nous présentons ici successivement : la physique newtonienne des *Principia*, les manuscrits de la traduction d'Émilie, l'édition posthume des *Principes*, et notre méthode d'édition des manuscrits.

1. Newton et les *Principia*

1. Le système du Monde avant Newton

Parmi plus d'un millier d'étoiles, fixes les unes par rapport aux autres, on peut observer à l'œil nu sept astres se déplaçant plus ou moins lentement sur le fond du ciel : le Soleil, la Lune, et cinq planètes, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Chaque année, on voit ces planètes inverser leur sens de déplacement pendant quelques mois, avant de repartir en sens direct. Savants et astronomes ont mis des siècles à comprendre comment de telles rétrogradations pouvaient se produire. Au IV^{e} siècle avant notre ère, Platon avait formulé une recherche (appelée communément « le problème de Platon ») : il s'agissait de trouver des combinaisons de mouvements circulaires uniformes effectués par ces astres afin de « sauver les apparences » (*salvare apparentias*), c'est-à-dire de respecter assez correctement ce que l'on observe.

Du fait qu'on ne pouvait pas se rendre compte que la Terre tourne sur elle-même tout en se déplaçant dans l'espace, on la supposa immobile, le reste de l'Univers devant évoluer tout autour, constituant ainsi le système *géocentrique* du Monde : la Terre occupe la position centrale, et la Lune puis le Soleil tournent autour d'elle. Les planètes sont réparties en deux groupes : les inférieures (Mercure et Vénus qui, tout en tournant autour de la Terre, restent dans une direction assez voisine de celle du Soleil) et les supérieures (Mars, Jupiter et Saturne) sur des orbites situées au-delà de celle du Soleil, afin d'y effectuer leur rétrogradation annuelle, tout cela au moyen de combinaisons de mouvements circulaires, utilisant au moins deux cercles par astre, l'épicycle portant la planète, centré sur le déférent, lui-même centré sur la Terre.

Plus loin se situe la sphère céleste des étoiles fixes, tournant en un jour, entraînant toutes les orbites intérieures afin de décrire le mouvement diurne. En réalité, aucune distance relative n'est envisagée. Selon les auteurs, l'ordre d'éloignement de Vénus, de Mercure et du Soleil peut varier, mais Saturne est toujours la plus « lointaine » de la Terre car elle est la plus lente à faire le tour des constellations du zodiaque, en près de 30 ans.

Ce système du Monde, essentiellement descriptif, est amélioré de façon quantitative par Ptolémée au II^{e} siècle de notre ère. Il s'est rendu compte en effet que les mouvements observés ne sont pas vraiment uniformes et il corrige alors le modèle planétaire en faisant tourner ces astres d'un mouvement uniforme non pas autour de la Terre mais autour d'un point géométrique (le point équant) situé hors de la Terre, et différent pour chacun de ces astres. Cette astuce géométrique « sauve » un peu mieux les apparences ; mais Ptolémée n'arrive pas à rendre compatibles les rapports d'éclat maximal et minimal des planètes (dus aux variations des dis-

tances au Soleil et à la Terre) et les longueurs de leur arc de rétrogradation. Il est sans doute conscient des défauts de son modèle mais on ne trouvera pas mieux pendant quinze siècles.

Son livre, connu en Occident sous le nom d'*Almageste* par les traductions arabes retraduites ensuite en latin au XII^e^ siècle, est une sorte d'encyclopédie astronomique de son temps. Les rares schémas d'ensemble font apparaître une série de cercles concentriques autour de la Terre, sans échelle de distance. Le Monde est clos par la sphère des Fixes, centrée sur la Terre. La question « comment les planètes tournent-elles ? » semble résolue. L'autre question « pourquoi tournent-elles ainsi ? » ne reçoit aucune réponse rationnelle : Dieu est le moteur du système, il a créé les mouvements et les entretient indéfiniment.

Au XVI^e^ siècle, l'idée nouvelle du mouvement relatif permet à Copernic (1473-1543) de proposer une autre description du Monde, dans laquelle les planètes tournent autour du Soleil sur des orbites circulaires, parcourues de façon uniforme. La Terre devient une planète au même titre que les autres, elle effectue son tour en un an et, de plus, pivote sur elle-même en un jour. Seule la Lune évolue autour de la Terre. Ainsi, selon Copernic, les mystérieuses rétrogradations des planètes ne sont pas des mouvements *réels*, ils ne sont qu'*apparents* et résultent des mouvements simultanés de la Terre et des planètes à des vitesses différentes autour du Soleil : une planète extérieure rétrograde parce que la Terre, plus rapide, la dépasse.

Mais ce modèle *héliocentrique* nécessite que la Terre se déplace, ce qui est un non-sens pour l'époque, et de plus, en contradiction par rapport aux Écritures : il y est écrit que Josué fait arrêter le Soleil sur Gabaôn[1], et c'est bien la « preuve » que le Soleil se déplace, ce ne peut donc pas être la Terre[2]. Prudent, Copernic ne fait que formuler des hypothèses, il n'affirme pas que le système du Monde est ainsi constitué, il indique seulement qu'une telle disposition géométrique peut aussi décrire les mouvements observés en « sauvant » les apparences. Bien qu'il n'utilise pas l'expression dans son livre *De revolutionibus orbium cœlestium* (Des révolutions des orbes célestes) publié en 1543, le concept de *Système solaire* vient de naître. De plus, à partir des valeurs observées des périodes synodiques des planètes (durée entre deux oppositions successives par exemple), Copernic peut, pour la première fois, établir une échelle des distances relatives en prenant le rayon de l'orbite terrestre comme unité. Le résultat obtenu, comparé aux valeurs modernes, est remarquable. Cependant Copernic ne peut apporter de preuves de son modèle, car d'une part, le principe d'inertie du mouvement est encore ignoré, et d'autre part, on n'observe encore qu'à l'œil nu[3].

Dans le domaine de la physique terrestre, Galilée (1564-1642) découvre, par des expériences sur un plan incliné faites dès 1604, que le mouvement de chute libre est uniformément accéléré : la vitesse du corps qui tombe augmente proportionnellement à la durée de chute. Il constate également que les corps lourds tombent un peu plus vite que les corps légers à cause de la résistance de l'air qui ralentit davantage les corps légers, et il écrit[4] : « Il me vint à l'esprit

1. Livre de Josué, 10, 12-13.

2. Cet argument biblique sera encore utilisé lors du procès de Galilée en 1633.

3. Le mouvement de la Terre autour du Soleil engendre une parallaxe annuelle des étoiles mais, même pour les plus proches, elle est trop petite pour être décelée à l'œil nu. Ce n'est qu'en 1837 qu'on mettra en évidence une telle parallaxe : 0,13″ pour la brillante étoile Véga, mesurée par Friedrich Wilhelm Struve (1793-1864), soit près de 700 fois moins que le pouvoir séparateur de l'œil nu ; voir M. Toulmonde (2011).

4. Intuition géniale de Galilée, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove scienze* (1638), Salviati, Première journée (*Discours et démonstrations mathématiques concernant deux sciences nouvelles*, éd. Maurice Clavelin, Paris, PUF, 1995, p. 116).

– Fr. 12267 : 247 feuillets (19 × 13,5 cm) pour le Livre II[121], les trois préfaces de Newton et celle de Cotes, ainsi que la Table des chapitres et la Table analytique des matières[122].

Le papier est glacé, au bord doré.

Quelques rares feuillets de Fr. 12266 avaient été intervertis avant la foliotation du manuscrit, intervenue sans doute au XIX^e siècle : ces erreurs sont signalées dans notre édition.

Émilie écrit le numéro des cahiers (souvent de 24 pages, soit 6 feuillets pliés en deux et insérés les uns dans les autres), mais cette numérotation débute à 1 pour chacun des trois Livres : de 1 à 25 pour le Livre I, de 1 à 15 pour le Livre II, de 1 à 17 pour le Livre III, puis de 1 à 3 pour les cahiers des préfaces et de 1 à 2 pour ceux de la Table alphabétique des matières. À noter cependant une erreur commise lors de la reliure : dans le dernier Livre, le 16^e cahier se trouve entre le 13^e et le 14^e ce qui fausse la numérotation continue des feuillets et perturbe la lecture du manuscrit. L'imprimé de 1759 respecte l'ordre logique du texte.

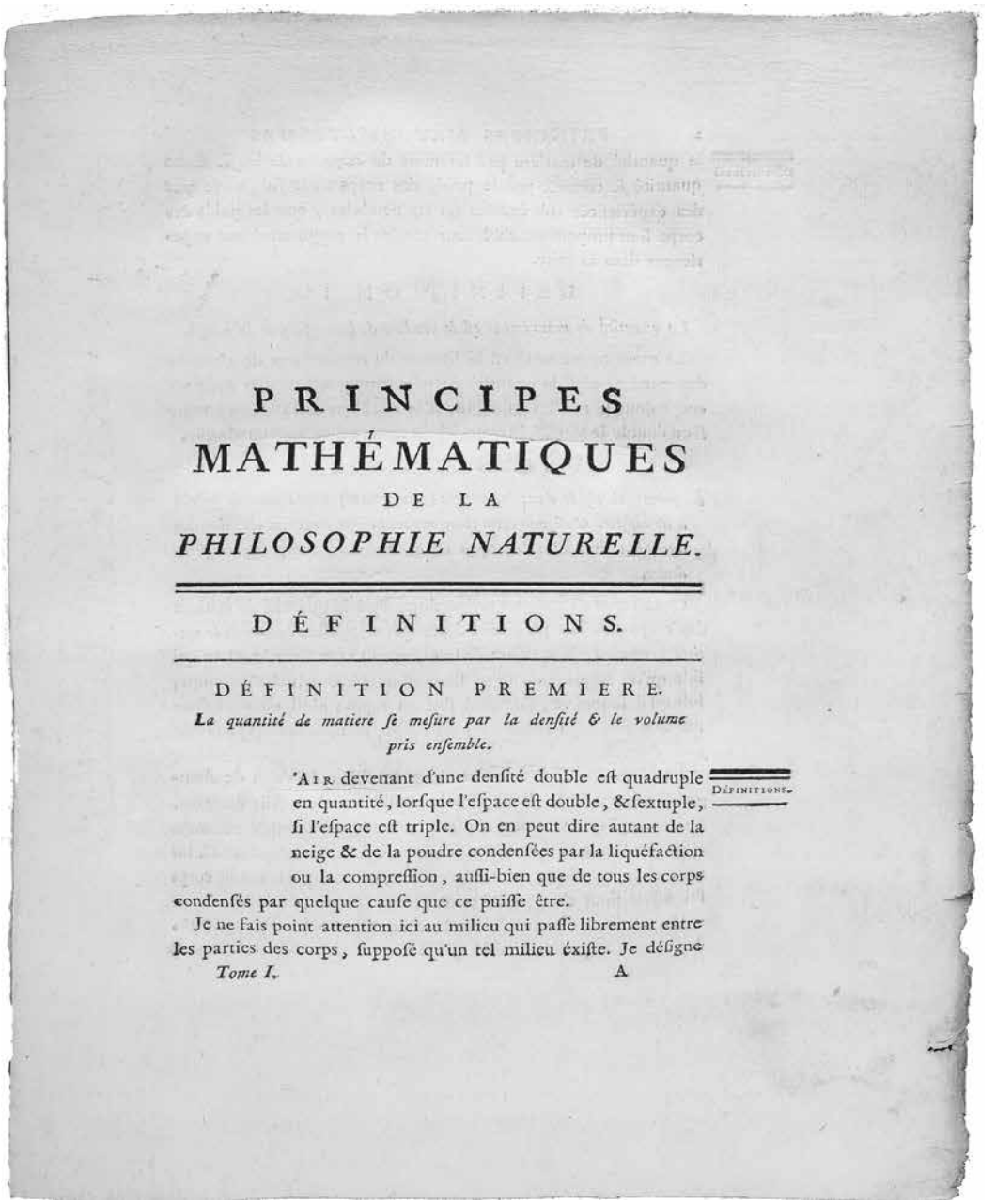
Le tableau qui suit présente la structure des manuscrits de la traduction des *Principia*, indiquant le numéro des cahiers, les folios, le nombre de pages dans chaque cahier et les feuillets conjoints, information qui permet de confirmer la structure des cahiers avant la reliure des volumes.

Cahiers	*Folio début*	*Folio fin*	*Nombre de pages*	*Feuillets conjoints*
Livre I (Fr. 12266)				
1	2	14	24+2	f. 7-8
2	15	26	24	f. 20-21
3	27	38	24	f. 32-33
4	39	50	24	f. 44-45
5	51	62	24	f. 56-57
6	63	70	16	f. 66-67
7	71	80	20	f. 75-76
8	81	88	16	f. 84-85
9	89	101	24	f. 94-95
10	102	113	24	f. 107-108
11	114	119	12	–
11 suite	120	125	12	–
12	126	137	24	f. 131-132
13	138	151	28	f. 144-145
14	152	155	8	f. 153-154
15	156	167	24	f. 161-162
16	168	179	24	f. 173-174

121. La note d'un bibliothécaire publiée ci-dessous, p. 101, indique que le manuscrit du Livre II n'avait pas été déposé avec les deux autres, fait qui pourrait expliquer sa présence dans le deuxième volume, là où on aurait pensé trouver le Livre III.

122. Un troisième volume, Fr. 12268, comporte la deuxième partie du *Commentaire*. La numérisation des volumes est accessible sur Gallica : Fr. 12266, <gallica.bnf.fr/ark :/12148/btv1b6000751d> ; Fr. 12267, <gallica.bnf.fr/ark :/12148/btv1b6000752t> ; Fr. 12268 <gallica.bnf.fr/ark :/12148/btv1b60007537>.

Cahiers	*Folio début*	*Folio fin*	*Nombre de pages*	*Feuillets conjoints*
17	180	194	24	f. 187-188
18	195	198	8	f. 195-196 et 197-198
19	199	210	24	f. 204-205
20	211	222	24	f. 216-217
21	223	236	24	f. 228-229
22	237	249	24	f. 242-243
23	250	262	24	f. 256-257
24	263	275	24	f. 269-270
25	276	279	8	f. 277-278
Livre II (Fr. 12267)				
1	43	54	24	f. 48-49
2	55	66	24	f. 60-61
3	67	78	24	f. 72-73
4	79	90	24	f. 84-85
5	91	102	24	f. 96-97
6	103	114	24	f. 108-109
	42		2	–
7	115	126	24	f. 120-121
8	127	140	24	f. 133-134
9	141	152	24	f. 146-147
10	153	164	24	f. 158-159
11	165	177	24	f. 170-171
12	178	189	24	f. 183-184
13	190	197	16	f. 193-194
14	198	209	24	f. 203-204
15	210	224	24+2	f. 215-216
Table des chapitres	225	226	4	f. 225-226
Table alphabétique 1	227	233	14	f. 229-230
Table alphabétique 2	234	247	24	f. 240-241
Livre III (Fr. 12266)				
1	280	296	32	f. 288-289
2	297	308	24	f. 302-303
3	309	323	30	–
4	324	335	24	f. 329-330
5	336	347	24	f. 341-342
6	348	359	24	f. 353-354



PRINCIPES
MATHÉMATIQUES
DE LA
PHILOSOPHIE NATURELLE.

DÉFINITIONS.

DÉFINITION PREMIERE.

La quantité de matiere ſe meſure par la denſité & le volume pris enſemble.

DÉFINITIONS.

L'Air devenant d'une denſité double eſt quadruple en quantité, lorſque l'eſpace eſt double, & ſextuple, ſi l'eſpace eſt triple. On en peut dire autant de la neige & de la poudre condenſées par la liquéfaction ou la compreſſion, auſſi-bien que de tous les corps condenſés par quelque cauſe que ce puiſſe être.

Je ne fais point attention ici au milieu qui paſſe librement entre les parties des corps, ſuppoſé qu'un tel milieu éxiſte. Je déſigne

Tome I. A

2. Première page non cartonnée du texte des *Principes mathématiques* de l'émission de 1756, où le bandeau et la lettrine sont absents
Médiathèque Jean-Jacques Rousseau, Chambéry, Per B 5372

Les *Principes mathématiques* d'Émilie paraissent alors en juin 1759, trois mois après le passage de la comète dite « de Halley », et presque dix ans après le décès de la « sçavante Dame qui en est l'Auteur »[152]. Vers 1757, Voltaire s'est exprimé sur cette longue gestation :

> Née pour la vérité, elle abandonna bientôt les systèmes, et s'attacha aux découvertes du grand Neuton. Elle traduisit en français tout le livre des *Principes mathématiques*, et depuis, lorsqu'elle eut fortifié ses connaissances elle ajouta à ce livre, que si peu de gens entendent, un commentaire algébrique qui n'est pas davantage à la portée du commun des lecteurs. M. Cleraut, l'un de nos meilleurs géomètres, a revu exactement ce commentaire. On en a commencé une édition ; il n'est pas honorable pour notre siècle qu'elle n'ait pas été achevée[153].

2. L'émission de 1755-1756

À part le remplacement des pages de titre, trois points distinguent cette émission[154] de la version définitive sortie en 1759 : un « Avertissement de l'éditeur » fautif qui sera remplacé par un carton[155] ; l'absence de la « Préface » de Cotes (ainsi que de l'avertissement sur les planches et de l'errata, imprimés à la suite de cette préface) ; et l'absence, nous l'avons vu, des bandeaux et lettrines sur quatre des pages.

Les exemplaires de cette émission sont relativement rares : 7 en France (Chambat et Varry), et autant ailleurs (Cohen)[156]. Sa parution n'a été annoncée ni dans la presse de l'époque ni par d'Hémery[157], et nous ne savons pas si des exemplaires en avaient été effectivement mis en vente[158]. À l'exception des différences que nous venons de noter, les deux émissions sont le résultat d'une seule composition et d'un seul tirage, commencé en 1747 et terminé à une date inconnue antérieure à 1755 [159].

152. « Avertissement de l'éditeur », p. iv.

153. *Mémoires pour servir à la vie de monsieur de Voltaire écrits par lui-même*, *OCV*, t. XLV C, p. 316. Non destinés à la publication, ces *Mémoires* ne furent imprimés qu'en 1784 ; ils n'entrent dans les œuvres complètes de Voltaire qu'en 1790, au tome LXX de l'édition de Kehl. Le titre du manuscrit original, transcrit de la main de Nicolas Ruault, est vraisemblablement de Beaumarchais.

154. Émission : « Ensemble des exemplaires d'une édition qui ont subi la même modification volontaire (suppression ou ajout de certains feuillets ou de certains cahiers, par exemple, ou remplacement de certains feuillets ou de certains cahiers par d'autres) » (*Dictionaire encyclopédique du livre*, t. II, p. 48).

155. Pour les deux états de ce texte, voir ci-dessous, p. 55-56.

156. Voir Frédéric Chambat et Dominique Varry, « Faut-il faire une description bibliographique des *Principes mathématiques* ? », dans *Éclairages*, p. 317-332. On consultera avec précaution la première étude bibliographique des *Principes mathématiques*, publiée par I. Bernard Cohen en 1968. Résultat de recherches importantes et novatrices, cet article noie l'essentiel dans des détails accessoires, notamment en ce qui concerne le fac-similé bâclé paru chez Blanchard en 1966.

157. Inspecteur de la Librairie, Joseph d'Hémery tenait un journal hebdomadaire de tout ce qui paraissait sur le marché parisien du livre. Ce n'est qu'en 1759, le 21 juin, qu'il note la parution des *Principes* : « Principes mathématiques de la philosophie naturelle, par feue Mad^e^ la marquise du Chastellet, 2 vol. in-4°. Imp. par Lambert avec privilege » (BnF, Fr. 22161, f. 25*r*).

158. Le catalogue de Desaint et Saillant de 1756 indique, p. 10, « Principes de Mathématiques de Neuton, *in*-4°, 2 *vol.*, figures, sous presse. » (BnF, 4 Q10 A 105) ; et celui de 1758, p. 4, « Principes mathémat. de Newton, nouvelle trad. par Voltaire, 4° 2 vol. *sous presse*. » (BnF, 4 Q10 A 106) ; un autre catalogue de 1758 portant, p. 20, « Principes de Mathématique de Neuton, par M *Clairaut*, *in*-4, 2 *vol*. Figures. *Sous presse*. » (BnF, Δ 1147)– voir Marie-Françoise Biarnais, *Les Principia de Newton et leurs traductions françaises au milieu du XVIII^e^ siècle*, thèse, Paris, EHESS, 1981, t. I, p. 15 et <clairaut.com/n1756p01pf.html>.

159. *Terminus ad quem* fixé par l'existence d'un exemplaire de l'émission dont la page de titre du premier volume est datée de 1755. Cet exemplaire a appartenu à Vladimir Seidel (1907-1981 ; voir Cohen, p. 268) et se trouve maintenant dans les collections de la Huntington, San Marino, cote 708019. Notons que l'exemplaire Burndy cité par Cohen à cause de la présence de pages de titre datées de 1756 et de 1759 se trouve, lui aussi, à la Huntington, cote 700623.

Préface historique[1]

Cette traduction que les plus savants hommes de France devaient faire, et que les autres doivent étudier, une femme [dame] l'a entreprise et achevée, à l'étonnement et à la gloire de son pays. Gabrielle-Émilie de Breteuil, marquise du Châtelet [épouse du marquis du Châtelet-Laumont, lieutenant-général des armées du roi], est l'auteur de cette traduction, devenue nécessaire à tous ceux qui voudront acquérir ces profondes connaissances, dont le monde est redevable au grand Newton.

C'eût été beaucoup pour une femme de savoir la géométrie ordinaire, qui n'est pas même une introduction aux vérités sublimes contenues [enseignées] dans cet ouvrage immortel. On sent assez qu'il fallait que Madame la marquise du Châtelet fût entrée bien avant dans la carrière que Newton avait ouverte, et qu'elle possédât ce que ce grand homme avait enseigné. On a vu deux prodiges : l'un, que Newton ait fait cet ouvrage ; l'autre, qu'une dame l'ait traduit et l'ait éclairci.

Ce n'était pas son coup d'essai ; elle avait auparavant donné au public une explication de la philosophie de *Leibnitz*[2] sous le titre d'*Institutions de Physique*[3], adressées à son fils, auquel elle avait enseigné elle-même la géométrie.

Le discours préliminaire qui est à la tête de ses [ces] *Institutions* est un chef-d'œuvre de raison et d'éloquence : elle a répandu dans le reste du livre une méthode et une clarté que Leibniz n'eut jamais, et dont ses idées ont besoin, soit qu'on veuille seulement les entendre, soit qu'on veuille les réfuter.

Après avoir rendu les imaginations de Leibniz intelligibles, son esprit, qui avait acquis encore de la force et de la maturité par ce travail même, comprit que cette métaphysique si hardie mais si peu fondée, ne méritait pas ses recherches : son âme était faite pour le sublime, mais pour le vrai. Elle sentit que les monades et l'harmonie préétablie devaient être mises avec les trois éléments de *Descartes*[4], et que des systèmes qui n'étaient qu'ingénieux, n'étaient pas dignes de l'occuper. Ainsi, après avoir eu le courage d'embellir Leibniz, elle eut celui de l'abandonner : courage bien rare dans quiconque a embrassé une opinion, mais qui ne coûta guère d'efforts à une âme passionnée pour la vérité.

Défaite de tout esprit de système, elle prit pour sa règle celle de la Société royale de Londres, *Nullius in verba*[5] ; et c'est parce que la bonté de son esprit l'avait rendue ennemie des partis et

1. Ce texte de Voltaire avait déjà paru en 1752 sous le titre « Eloge historique de Madame du Chastellet, pour mettre à la tête de la traduction de Newton, par M. de Voltaire », dans la *Bibliothèque impartiale*, t. V, janvier-février 1752, p. 136-146, alors éditée à Leyde. Le texte imprimé de 1759 (p. v-xiij) comporte quelques variantes, notamment le titre « Eloge historique » qui deviendra « Préface historique ». Ces variantes sont indiquées ici en note ou entre crochets de cette manière [texte de 1752]. Pour une édition critique de ce texte, comportant les quelques variantes d'une copie manuscrite et des éditions postérieures à 1759, voir *OCV*, t. XXXII A, p. 365-391.

2. Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716).

3. Émilie avait publié ses *Institutions de physique* en 1740, pour l'éducation de son fils Florent, né en 1727.

4. René Descartes (1596-1650), *Principia philosophiæ* (1644).

5. Cette devise de la Royal Society rappelle le vers d'Horace (*Épîtres*, I) : *Nullius addictus jurare in verba magistri* (= ne pas prêter serment d'allégeance à l'autorité d'un maître).

des systèmes qu'elle se donna tout entière à Newton. En effet, Newton ne fit jamais de système, ne supposa jamais rien, n'enseigna aucune vérité qui ne fût fondée sur la plus sublime géométrie ou sur des expériences incontestables. Les conjectures qu'il a hasardées à la fin de son livre sous le nom de *Recherches*[6], ne sont que des doutes : il ne les donne que pour tels, et il serait presque impossible que celui qui n'avait jamais affirmé que des vérités évidentes, n'eût pas douté de tout le reste.

Tout ce qui est donné ici pour principe est en effet digne de ce nom : ce sont les premiers ressorts de la nature, inconnus avant lui, et il n'est plus permis de prétendre à être physicien sans les connaître.

Il faut donc bien se garder d'envisager ce livre comme un système, c'est-à-dire comme un amas de probabilités qui peuvent servir à expliquer bien ou mal quelques effets de la nature.

S'il y avait encore quelqu'un d'assez absurde pour soutenir la matière subtile et la matière cannelée, pour dire que la Terre est un Soleil encroûté, que la Lune a été entraînée dans le tourbillon de la Terre, que la matière subtile fait la pesanteur, et [pour soutenir] toutes ces autres opinions romanesques[7] substituées à l'ignorance des anciens, on dirait : cet homme est cartésien. S'il croyait aux monades, on dirait : il est leibnitzien. Mais on ne dira pas de celui qui sait les *Éléments* d'*Euclide* qu'il est euclidien, ni de celui qui sait d'après *Galilée* en quelle proportion les corps tombent, qu'il est galiléiste. Aussi en Angleterre, ceux qui ont appris le calcul infinitésimal, qui ont fait les expériences de la lumière, qui ont appris les lois de la gravitation, ne sont point appelés newtoniens : c'est le privilège de l'erreur de donner son nom à une secte.

Si *Platon* avait trouvé des vérités, il n'y eût point [il n'y aurait point eu] de platoniciens, et tous les hommes auraient appris peu à peu ce que Platon avait [aurait] enseigné ; mais parce que, dans l'ignorance qui couvre la Terre, les uns s'attachaient à une erreur, les autres à une autre, on combattait sous différents étendards : il y avait des péripatéticiens, des platoniciens, des épicuriens, des zénonistes, en attendant qu'il y eût des sages.

Si on appelle encore en France newtoniens les philosophes qui ont joint leurs connaissances à celles dont Newton a gratifié le genre humain, ce n'est que par un reste d'ignorance et de préjugé. Ceux qui savent peu, et ceux qui savent mal, ce qui compose une multitude prodigieuse, s'imaginèrent que Newton n'avait fait autre chose que combattre *Descartes*, à peu près comme avait fait *Gassendi*[8]. Ils entendirent parler de ses découvertes, et ils les prirent pour un système nouveau. C'est ainsi que quand *Harvée*[9] eut rendu palpable la circulation du sang, on s'éleva en France contre lui : on appela harvéistes et circulateurs ceux qui osaient embrasser la vérité nouvelle que le public ne prenait que pour une opinion. Il le faut avouer, toutes les découvertes nous sont venues d'ailleurs, et toutes ont été combattues. Il n'y a pas jusqu'aux expériences que Newton avait faites sur la lumière qui n'aient essuyé parmi nous de violentes contradictions. Il n'est pas surprenant après cela que la gravitation universelle de la matière, ayant été démontrée, ait été aussi combattue.

Il a fallu, pour établir en France toutes les sublimes vérités que nous devons à Newton,

6. Il s'agit des *Queries* (Questions) que Newton écrit à la fin de son *Opticks* (1704).

7. Voir Descartes, *Principia philosophiæ* (1644).

8. Pierre Gassendi (1592-1655) critique Descartes dans ses *Objections aux Méditations* (1644). Il a aussi été le premier à observer le passage d'une planète devant le Soleil (Mercure, le 7 novembre 1631).

9. William Harvey (1578-1657) a découvert la circulation sanguine en 1628.

Table des chapitres de tout l'ouvrage

[225] [f. 225] Table des chapitres de tout l'ouvrage[1] pag.

Définitions 1

Axiomes ou Loix du mouvement 13

Du mouvement des corps, Livre Premier

Sect. I. De la méthode des premieres et dernieres raisons 28

Sect. II. De la determination des forces centripetes 38

Sect. III. Du mouvement des corps dans les sections coniques excentriques 54

Sect. IV. De la determination des orbes élliptiques, paraboliques, et hiperboliques, un foier étant doné 65

Sect. V. De la determination des orbites lorsqu'aucun des foiers n'est doné 73

Sect. VI. De la determination des mouvemens dans des orbes donés 104

Sect. VII. De l'ascension et de la descension rectiligne des corps 112

[f. 225*v*] pag.

Sect. VIII. De la determination des orbes dans lesquels des corps sollicités par des forces centripetes quelquonques se meuvent 123

Sect. IX. Du mouvement des corps dans des orbes mobiles, et du mouvement des apsides 129

Sect. X. Du mouvement des corps dans des superficies données, et du mouvement d'oscillation des pendules 142

Sect. XI. Du mouvement des corps qui s'attirent reciproquement par des forces centripetes 160

Sect. XII. Des forces attractives des corps spheriques 189

Sect. XIII. Des forces attractives des corps qui ne sont pas spheriques 210

1. Cette table occupe les feuillets 225 et 226 du manuscrit Fr. 12267. Émilie traduit l'*Index capitum totius operis* de Newton (*Principia*, juste avant la p. 1) en écrivant les numéros des pages de la 3e édition en latin mais elle n'indique pas ceux des feuillets de son manuscrit. L'édition de 1759 ne comporte pas de telle table des chapitres, seulement une « Table alphabétique des matières » à la fin du premier volume.

Sect. XIV. Des mouvemens des corps tres petits qui sont sollicités par des forces centripetes qui les font tendre vers toutes les parties de quelque corps dune masse beaucoup plus grande 222

[f. 226] Du mouvement des corps, Livre Second pag. [226]

Sect. I. Du mouvement des corps qui éprouvent une resistance en raison de la vitesse 230

Sect. II. Du mouvement des corps qui éprouvent une resistance en raison doublée de la vitesse 239

Sect. III. Du mouvement des corps qui éprouvent une résistance, partie en raison de la vitesse, et partie en raison doublée de la meme vitesse 265

Sect. IV. Du mouvement circulaire des corps dans les milieux résistans 274

Sect. V. De la densité et de la compression des fluides, et de l'hydrostatique 282

Sect. VI. Du mouvement et de la resistance qu'eprouvent les pendules 294

[f. 226*v*] pag.

Sect. VII. Du mouvement des fluides, et de la résistance qu'eprouvent les projectiles 318

Sect. VIII. Du mouvement propagé dans les fluides 357

Sect. IX. Du mouvement circulaire des fluides 374

Du sisteme du monde, Livre Troisieme

Regles qu'il faut observer en philosophant 387

Phenomenes 390

Propositions 395

Scholie[2] generalle 526

---

2. Émilie écrit trois lignes dans la marge « voir les titres pour les faire pareils ».

Table alphabétique des matières

[227] [f. 227][1] Table alphabetique des matieres[2]

_____[3]

Les citations[4] doivent s'entendre ainsi : III,10. 484,16 : signifient Prop.10 du 3[e] Livre, pag. 484. lig.16. [= ligne 16]

_____[5]

A

air, sa densité a une hauteur quelquonque se conclut de la Prop. 22 du Livre 2. On fait voir ce qu'elle est a la hauteur dun demi diametre de la Tere 512.24

—, a quelle cause on peut attribuer sa force élastique III. 23 [EE, lire[6] II.23]

—, comparaison de sa pesanteur avec celle de l'eau 512.17.

—, sa resistance, on la mesure par les experiences des pendules, 310.6.

—, —, et par la theorie des corps tombans[,] on [la] determine plus exactement 355.13

angles, de contact[:] ne sont pas tous de meme genre mais les uns sont infiniment plus petits que les autres 36.23.

apsides[,] on examine leur mouvement I. Sect.9. pag.129

aires[,] (comparaison des) que les corps qui circulent descrivent par des raions tirés au centre, avec les tems emploiés a les decrire I, 1,2,3,58,65,

[f. 227*v*]

attraction (démonstration de l') universelle des corps III. 7

—, certitude de cette démonstration 388.30.

—, l'auteur n'a jamais assigné la cause de cette attraction, ni la façon dont elle s'execute 6,2 : 160,18 : 88,12 : 530,2 : III

C

cieux[,] ils sont destitués de toute resistence sensible III,10 : 484,16 : 514,6 : et par consequent ils sont vides de tout fluide corporel 356,19 :

1. En haut à gauche, « 1[er] cahier de la Table ». Cette table occupe les feuillets 227 à 247 de Fr. 12267.
2. *Index rerum alphabeticus*, *Principia*, p. 531.
3. Un grand trait.
4. Émilie indique les numéros de page de la troisième édition en latin (1726) en remettant les entrées dans l'ordre alphabétique en français (avec quelques inversions). Elle écrit généralement les entrées dans la marge. Ici, pour la lisibilité, ces entrées sont soulignées et les entrées secondaires sont précédées de tirets «—» (Émilie ne le fait pas et ne va pas toujours à la ligne pour une nouvelle entrée secondaire).
5. Un grand trait.
6. Erreur d'Émilie, c'est **II**.23 (*Principia*, p. 531, *Aëris elastica*).

—, ils donnent pasage a la lumiere sans lui faire éprouver aucune refraction 510,2 :

chaleur[,] il est reconu que la chaleur allonge une bare de fer 420,25 :

—, quelle est la chaleur du Soleil a diferentes distances 508,25 :

—, quelle elle est dans Mercure 406,1 :

[f. 228] [228]

—, quelle elle etoit dans la comete de 1680 lorsque cette comete etoit dans son perihelie 508,27 :

centre[7], le comun centre de gravité de plusieurs corps ne change point son etat de repos ou de mouvement par l'action de ces corps entr'eux pag.19 :

—, le centre comun de gravité de la Terre[,] du Soleil et de toutes les planetes est en repos III,11 : c'est ce qui est confirmé par le Cor. 2 de la Prop. 14. Liv. 3.

—, le centre comun de gravité de la Terre et de la Lune parcourt en une année le grand orbe 410,16 :

—, a quelle distance ce comun centre est de la Lune, et de la Tere 469,16 : [EE, lire[8] 469,6]

—, centre des forces par lesquelles les corps qui tournent sont retenus dans leur orbite[,] par quel indice on trouve ce centre des aires 43,21 :

—, coment on trouve ce centre en conoissant les vitesses des corps qui tournent I,5 :

cercles[,] par quelle loi d'une force centripete tendante a un point quelquonque doné, un corps peut descrire en tournant la circonference d'un cercle I,4,7,8

[f. 228*v*]

cometes[,] elles sont du genre des planetes et non de celui des meteores 484,20 : 508,20.

—, elles sont placées au dessus de la Lune et elles sont dans la region des planetes pag. 478

—, coment on peut determiner a peu prés leurs distances par les observations, 478 avant deniere ligne.

—, on en a observé une plus grande quantité dans l'hemisphere vers le Soleil que dans l'hemisphere oposé, et pourquoi 484,2 :

—, elles brillent par la lumiere du Soleil quelles reflechisent 484,1

—, dans quelle proportion est ordinairement cette lumiere 481,4 :

—, elles sont entourées de grans atmospheres immenses 482,6 : 484,23 :

—, on croit que celles qui aprochent le plus prés du Soleil sont pour la plupart les plus petites 517,33 :

—, pourquoi elles ne sont point renfermées dans le zodiaque (come les planetes) mais [f. 229] [229] parcourent toutes les regions du ciel 525,14 :

—, elles peuvent quelquefois tomber dans le Soleil, et lui servir d'un nouvel aliment 525,21 :

—, on imagine quel est leur usage 515,19 : 526,25 :

—, elles se meuvent dans des sections coniques qui ont leur foier dans le centre du Soleil et elles descrivent des aires proportionelles au tems par un raion tiré au Soleil, et quoiqu'elles

7. Émilie place l'entrée « centre » (*Centrum*) après l'entrée « chaleur » (*Calor*).
8. Erreur d'Émilie, c'est 469,**6** (*Principia*, p. 531, *Centrum quibus*).

Table alphabétique des matières contenues dans les *Principes Mathématiques de la philosophie naturelle*

Avertissement.

On a mis à la fin de ce premier volume la table générale des matières[1] des Principes, quoique leur troisième livre soit contenu dans le second volume ; ainsi quand on trouvera le troisième livre indiqué, il faudra recourir à ce second volume. À l'égard des citations, elle doivent s'entendre ainsi : III.*x*.484 signifie Livre III, Prop. *X*, page 484. Les Propositions sont marquées en chiffres romains italiques, les pages en chiffres arabes.

A

AIR, sa densité à une hauteur quelconque se conclut de la Prop. 22 du Livre 2. On fait voir ce qu'elle est à la hauteur d'un demi-diamètre de la Terre. III. *xlj*. 153

—, à quelle cause on peut attribuer sa force élastique. II. *xxiij*.

—, comparaison de sa pesanteur avec celle de l'eau. III. *xlj*. 152

—, sa résistance : on la mesure par les expériences des pendules. II. *xxxj*.

—, —, et par la théorie des corps tombants, on la détermine plus exactement. II. *xl*. *Sch*.

AIRES (comparaison des) que les corps qui circulent décrivent par des rayons tirés au centre, avec les temps employés à les décrire. I. *ij, iij, lviij, lxv*.

ANGLES de contact : ne sont pas tous de même genre mais les uns sont infiniment plus petits que les autres. I. *Lem*. XI, Sch.

APSIDES, on examine leur mouvement. I. *Sect*. *9*.

ATTRACTION (démonstration de l') universelle des corps. III. *vij*.

—, certitude de cette démonstration. III. *Règ*. *III*. 4

—, l'auteur n'a jamais assigné la cause de cette attraction, ni la façon dont elle s'exécute. I. 7, 167, 200, III. 179

C

CENTRE, le commun centre de gravité de plusieurs corps ne change point son état de repos ou de mouvement par l'action de ces corps entre eux. I. 25

1. Dans son manuscrit (voir p. 71), Émilie traduit l'*Index Rerum alphabeticus* de Newton (*Principia*, p. 531-536) mais conserve les références des pages et des lignes de l'édition en latin (voir ci-dessus, p. 71). L'édition imprimée de 1759 fournit les références utiles pour les deux tomes : numéros des Propositions et/ou des pages. Un très grand nombre de coquilles typographiques nuisent à la fiabilité de cette table : nous l'avons corrigée ici, la liste des erreurs se trouve en annexe. Afin de faciliter la lecture, nous avons ajouté un tiret « — » pour les entrées secondaires.

—, le centre commun de gravité de la Terre, du Soleil et de toutes les planètes est en repos. III. *xj*. C'est ce qui est confirmé par le Cor. 2 de la Prop. 14. Livre 3.

—, le centre commun de gravité de la Terre et de la Lune parcourt en une année le grand orbe. III. 31

—, à quelle distance ce commun centre est de la Lune et de la Terre. III. 101

—, centre des forces par lesquelles les corps qui tournent sont retenus dans leur orbite :

—, —, par quel indice on trouve ce centre des aires. I. *iij*. 54

—, —, comment on trouve ce centre en connaissant les vitesses des corps qui tournent. I. *v*.

CERCLES, par quelle loi d'une force centripète tendante à un point quelconque donné, un corps peut décrire en tournant la circonférence d'un cercle. I. *iv*, *vij*, *viij*.

CHALEUR, il est reconnu que la chaleur allonge une barre de fer. III. *xx*. 44

—, quelle est la chaleur du Soleil à différentes distances. III. *xlj*.

—, quelle elle est dans Mercure. III. *viij*. *Cor*. 4.

—, quelle elle était dans la comète de 1680, lorsque cette comète était dans son périhélie. III. *xlj*.

CIEUX, ils sont destitués de toute résistance sensible. III. *x*., *Lem*. *IV*. *Cor*. 3., *xlj*. 155 ; et par conséquent ils sont vides de tout fluide corporel. II. *xl*. 393

—, ils donnent passage à la lumière sans lui faire éprouver aucune réfraction. III. *xlj*.

COMÈTES, elles sont du genre des planètes et non de celui des météores. III. *Lem*. *IV*. *Cor*. 3, *xlj*. 146

—, elles sont placées au-dessus de la Lune et elles sont dans la région des planètes. III. *Lem*. *IV*.

—, comment on peut déterminer à peu près leurs distances par les observations. III. *Lem*. *IV*. 110

—, on en a observé une plus grande quantité dans l'hémisphère vers le Soleil que dans l'hémisphère opposé, et pourquoi. III. 117

—, elles brillent par la lumière du Soleil quelles réfléchissent. *ibid*.

—, dans quelle proportion est ordinairement cette lumière. III. 113

—, elles sont entourées de grandes atmosphères immenses. III. 114 et 118

—, on croit que celles qui approchent le plus prés du Soleil sont pour la plupart les plus petites. III. 160

—, pourquoi elles ne sont point renfermées dans le zodiaque (comme les planètes) mais parcourent toutes les régions du ciel. III. 171

—, elles peuvent quelquefois tomber dans le Soleil, et lui servir d'un nouvel aliment. III. 172

—, on imagine quel est leur usage. III. 157, 172

—, elles se meuvent dans des sections coniques qui ont leur foyer dans le centre du Soleil, et elles décrivent des aires proportionnelles au temps par un rayon tiré au Soleil, et quoiqu'elles se meuvent dans des ellipses si leur orbe rentre en lui-même, cependant ces orbes approchent infiniment d'être paraboliques. III. *xl*.

—, on trouve leur trajectoire parabolique par le moyen de trois observations données. III. *xlj* ; et on corrige cette trajectoire trouvée. III. *xlij*.

Errata à l'édition de 1759

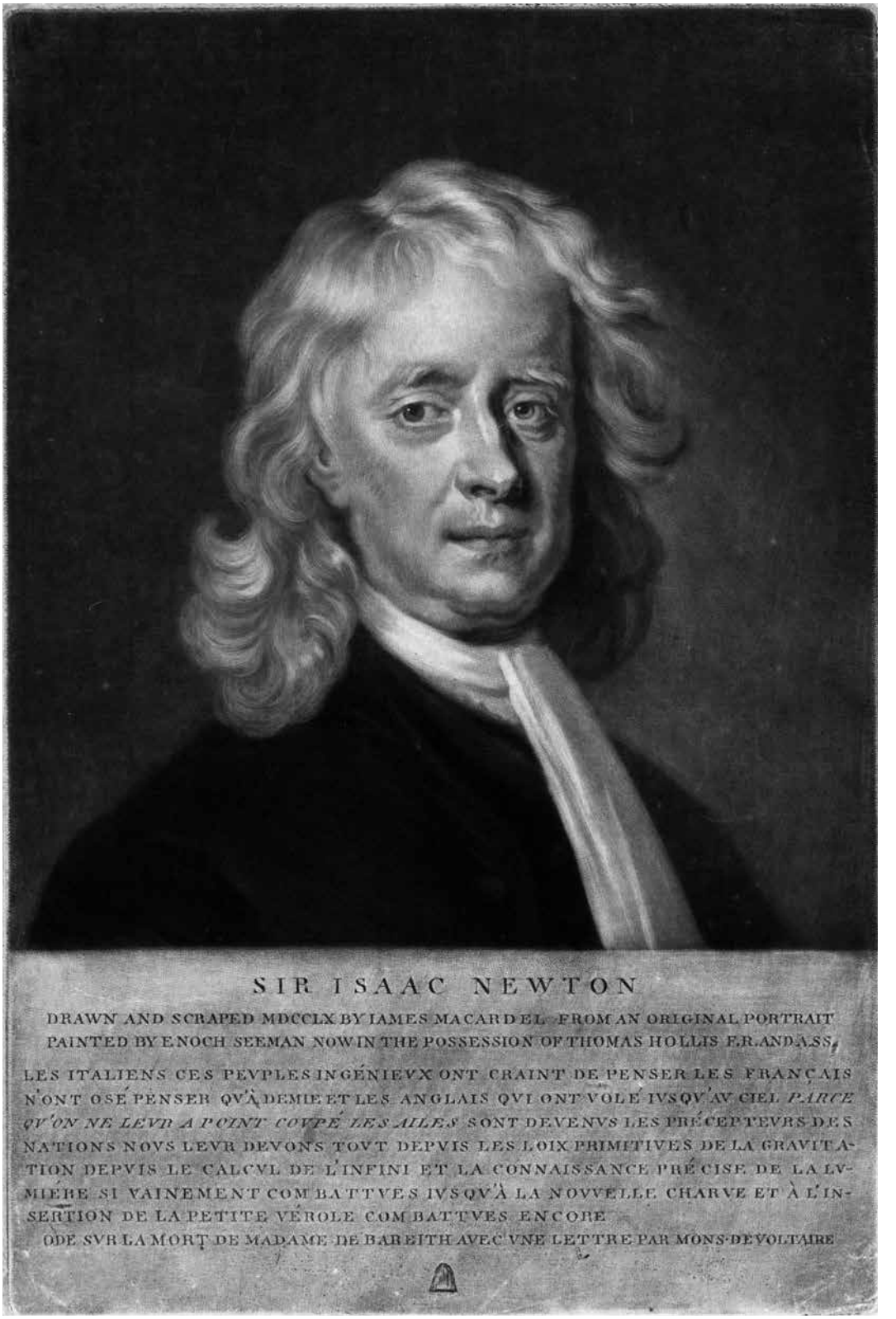
Cet errata complète ceux déjà donnés dans l'édition originale de 1759 – en tête du t. I, p. [xl] (nous suivons la version cartonnée) puis à la fin du t. II, page 297 –, coquilles marquées ici par le signe *. Celles indiquées **en gras** concernent des relations mathématiques ou des nombres : elles ne peuvent être décelées qu'en reprenant les calculs. La notation L. –n signifie « n^e ligne à partir du bas ».[1]

Parmi ces erreurs, 36 ont leur origine dans le manuscrit : Livre I : aucune ; Livre II : p. 251, L.13,14,–3 ; p. 264, L.–6,–3 ; p. 270, L.–9 ; p. 284, L.5 ; p. 288, L.6,9 ; p. 295, L.1 ; p. 311, L.15 ; p. 325, L.–3 ; p. 327, L.19 ; p. 329, L.–11 ; p. 330, L.5 ; p. 351, L.–13 ; p. 357, L.21 ; p. 365, L.2 ; p. 375, L.14,–10,–1 ; p. 376, L.3,7,–7 ; p. 418, L.20 ; p. 427, L.2,3 ; Livre III : p. 13, L.–7 ; p. 53, L.–7 ; p. 77, L.14 ; p. 80, L.–6 ; p. 81, L.15,–8 ; p. 98, L.–4 ; p. 126, L.–6 ; p. 148, L.–2.

Tome I. Préfaces		
p. xvi	L. 5	force élastique [au lieu de force électrique]
p. xvi	L. 7	soit impulsives [soit répulsives]
p. xviij*	L. 8	propositions [oppositions]
p. xix	L. 17	le 28 [ee 28]
p. xx*	L. 4	M. Pemberton [Camberton]
p. xxi	L. 5	M. Newton [M. de Newton]
p. xxiv	L. –17	Il y a encore [Il y encore]
p. xxiv*	L. –2	cet excellent ... vraiment [cette ... vraiement]
p. xxv	L. 14	seront réciproquement comme [seront comme]
p. xxv	L. 21	quand bien même [quand même]
p. xxvij	L. 6	lorsqu'il sera question [lorsqu'il est question]
p. xxix	L. –12	même ceux [ceux même]
p. xxx	L. –13	que si l'on n'exclue [que l'on n'exclue]
p. xxxij	L. 3	que l'attraction universelle des corps [que l'attraction des corps]
p. xl	L. –16	(Errata, page 39) : Fig. 6 & 7 [Fig. 7 & 8]
p. xliii	note	la précession [pression]
p. xliv	note	Algarotti [Algaroti]

1. Corrections à apporter à l'errata paru dans les *Éclairages* (2006), p. 334-335. Tome I : p. 102, L. 8, dans le second radical, il est écrit « $+\sqrt{(lb\times lb)}$ », alors qu'il faut lire « $+\sqrt{(al\times lb)}$ » (sans virgule après le 1^er radical). Tome II : p. 62, L. –1, c'est bien un signe « + » devant la 1^re fraction 16 824/100 000 $CT^2\times AT$; p. 135, tableau (ligne Déc. 26, col. 1) c'est bien « 5.21 » qu'il faut lire ; p. 135 tableau (ligne Fév. 5, col. 3), c'est bien « 16.58.25 » qu'il faut lire.

Tome I. Livre I (des *Principes*)		
p. 1	titre	Principes mathématiques [Principes mathémathiques]
p. 27	L. 12	expliqués [expliqué]
p. 28	L. 13 et 20	*Wren* [*Wrenn*]
p. 28	L. 14 et 20	*Huygens* [*Hugens*]
p. 29	L. 3	après « que $RS = VT$, » ajouter « avec $RS/ST = 3/2$, alors » ST exprimera
p. 30	L. −4	avait perdues [perdu]
p. 32	L. 17	se mouvra [se mouvera]
p. 34	L. 3	moufle [mouffle]
p. 35	L. 13	multipliée par [multipliées par]
p. 38	L. 6	*aKbl* [*akbl*] (*K* majuscule)
p. 38*	marge	(face Lemme II) ajouter Fig. 6
p. 39*	marge	(face Lemme IV) ajouter Fig. 6 et 7
p. 40*	marge	(face Lemme VI) ajouter Fig. 8
p. 40	L. 9	raison doublée [raison doublées]
p. 46	L. −13	deux quelconques [deux quelconque]
p. 49	L. −3	$Bc = AB$ [$BC = AB$] (*c* minuscule)
p. 60	L. −11	RP^2 (c'est-à-dire $QR \times RL$) : QT^2 : : [RP^2, c'est-à-dire, $QR \times RL$: QT^2 : :] (parenthèses)
p. 68	L. −9	ajouter deux points (:) devant QT^2
p. 70	**L. −7**	: : PS^2 : SN^2 [: : PS : SN^2] (exposant 2 peu visible)
p. 76	L. 10	(dans la marge) Fig. 28 [27]
p. 77	L. 6	(dans la marge) Fig. 28 [27]
p. 79	L. 18	Problème XI [Problème II]
p. 83	L. 3	la figure *apb* [*aph*]
p. 84	L. 4	*AZ* & *BZ* [*AZ* & *BC*]
p. 91	L. 12	une ellipse [un]
p. 92	L. −11	: : *PR* : *Pt* [: : *pR* : *Pt*] (*P* majuscule)
p. 93	L. −11	*NCM* & *PCR* [*NCM* & *TCR*]
p. 94*	L. 3	le point *M* coïncide [le point coïncide]
p. 94	L. 6	lieu des point *D* déterminés [déterminé]
p. 94	L. −12	deux pôles *B*, C [*BC*] (virgule)
p. 94*	L. −9	la droite *tr* [*trp*]
p. 94	L. −5	s'évanouissant [s'évanouissants]



SIR ISAAC NEWTON

DRAWN AND SCRAPED MDCCLX BY IAMES MACARDEL FROM AN ORIGINAL PORTRAIT PAINTED BY ENOCH SEEMAN NOW IN THE POSSESSION OF THOMAS HOLLIS F.R.AND A.SS.

LES ITALIENS CES PEVPLES INGÉNIEVX ONT CRAINT DE PENSER LES FRANÇAIS N'ONT OSÉ PENSER QV'À DEMIE ET LES ANGLAIS QVI ONT VOLÉ IVSQV'AV CIEL *PARCE QV'ON NE LEVR A POINT COVPÉ LES AILES* SONT DEVENVS LES PRÉCEPTEVRS DES NATIONS NOVS LEVR DEVONS TOVT DEPVIS LES LOIX PRIMITIVES DE LA GRAVITATION DEPVIS LE CALCVL DE L'INFINI ET LA CONNAISSANCE PRÉCISE DE LA LVMIÈRE SI VAINEMENT COMBATTVES IVSQV'À LA NOVVELLE CHARVE ET À L'INSERTION DE LA PETITE VÉROLE COMBATTVES ENCORE

ODE SVR LA MORT DE MADAME DE BAREITH AVEC VNE LETTRE PAR MONS. DE VOLTAIRE

[Lettre d'Émilie Du Châtelet à Claude Sallier]

[f. 4][1] J'use de la liberté que vous m'avés donné Monsieur de remettre entre vos mains des [4]
manuscrits que j'ay grand interet qui restent aprés moi[2],[.] Jespere bien que je vous remercierai encore de ce service et que mes couches, dont je n'attens que le moment, ne seront pas aussi funestes que je le crains, je vous suplierai de vouloir bien mettre un numero a ces manuscrits et les faire enregistrer afin qu'ils ne soient pas perdus,[.] M^r^ de Voltaire qui est ici avec moi vous fait les plus tendres complimens, et moi je vous reitere Monsieur les asurances des sentimens avec lesquels je ne cesserai jamais d'etre votre tres humble et tres obeissante servante[.]

Breteuil du Chastellet[3]

[f. 4*v*-5, bl.] [f. 5*v*] [adresse[4]] A Monsieur / Monsieur L'abbé Salier a la / Biblioteque du Roy. / A Paris

1. Cette lettre est insérée au début du manuscrit Fr. 12267, avant la traduction des Préfaces.

2. Début septembre 1749, quelques jours avant d'accoucher, Émilie décide de confier le manuscrit de sa traduction à la Bibliothèque du roi. L'abbé Claude Sallier (1685-1761) est garde des imprimés à la Bibliothèque du roi, de 1726 à sa mort. Professeur d'hébreu au Collège royal, il sera membre de l'Académie française en 1729.

3. Émilie ne date pas la lettre.

4. L'adresse n'est pas de la main d'Émilie.

Dans cette édition, le texte de 1759 est imprimé en retrait, en petits caractères. Chaque paragraphe précède ainsi le texte correspondant du manuscrit d'Émilie, en caractères plus gros, avec l'indication des feuillets placée dans la marge.

PRÉFACE DE MONSIEUR NEWTON

à la première édition[1] *des Principes en 1686*

Les Anciens (comme nous l'apprennent *Pappus* [en note : Coll. Math. Liv. 8. *proœm*]) firent beaucoup de cas de la mécanique dans l'interprétation de la nature, et les modernes ont enfin, depuis quelque temps, rejeté les formes substantielles et les qualités occultes pour rappeler les phénomènes naturels à des lois mathématiques. On s'est proposé dans ce traité de contribuer à cet objet, en cultivant les mathématiques en ce qu'elles ont de rapport avec la philosophie naturelle.

[7] [f. 7] Préface[2] de l'auteur au lecteur

Les anciens faisoient grand usage de la mechanique dans la recherche des choses naturelles[,] et les modernes ayant bani [banni] les qualités occultes et les formes substantielles ont taché [tâché] de raporter les phenomenes de la nature a des loix matematiques,[.] Jay eü en vue dans ce traité, les mathematiques en tant quelles peuvent sapliquer a la phisique, ¶

Les anciens partagèrent la mécanique en deux classes : l'une théorique, qui procède par des démonstrations exactes, l'autre pratique. De cette dernière ressortent tous les arts qu'on nomme mécanique, dont cette science a tiré sa dénomination. Mais comme les artisans ont coutume d'opérer peu exactement, de là est venu qu'on a tellement distingué la mécanique de la géométrie, que tout ce qui est exact s'est rapportée à celle-ci, et ce qui l'était moins à la première. Cependant les erreurs que commet celui qui exerce un art sont de l'artiste et non de l'art. Celui qui opère moins exactement est un mécanicien moins parfait, et conséquemment, celui qui opérera parfaitement sera le meilleur.

Les anciens distinguoient deux sortes de méchanique, la mechanique rationelle qui procede par des demonstrations exactes, et la mechanique pratique,[.] Tous les arts manuels se raportent a la mechanique pratique[,] et c'est meme d'eux qu'elle tire son nom, [f. 7*v*] et come ordinairement les ouvriers n'operent pas avec beaucoup d'exactitude[,] la mechanique est separée de la geometrie[,] de sorte qu'on raporte tout ce qui est exact a la geométrie, et tout ce qui ne demande pas tant d'exactitude a la mechanique,[.] Mais les defauts d'exactitude ne viennent pas de l'art, mais des ouvriers,[.] Celui qui opere le moins éxactement est le mechanicien le plus imparfait, et celui[,] si quelquun [*sic*] pouvoit operer avec une éxactitude entiere, il seroit le plus parfait de tous les mechaniciens,[.]

La géométrie appartient en quelque chose à la mécanique, car c'est de cette dernière que dépend la description des lignes droites et des cercles sur lesquels elle est fondée. Il est effectivement nécessaire que celui qui veut s'instruire dans la géométrie sache décrire ces lignes avant de prendre les premières leçons de cette science, quoi on lui apprend comment les problèmes se résolvent par le moyen de ces opérations. On emprunte de la mécanique leur solution, la géométrie enseigne leur usage, et se glorifie du magnifique édifice qu'elle élève en

1. L'imprimatur est daté du 5 juillet 1686 (calendrier julien), la publication eut lieu un an plus tard en 1687.

2. Il s'agit de la préface écrite par Newton pour la première édition des *Principia* (1687). Le texte manuscrit d'Émilie a été assez remanié avant d'être imprimé.

> empruntant si peu d'ailleurs. La géométrie est donc fondée sur une pratique mécanique, et elle n'est autre chose qu'une branche de la mécanique universelle qui traite et qui démontre l'art de mesurer. Mais comme les arts usuels s'occupent principalement à remuer les corps, de-là il est arrivé que l'on a assigné à la géométrie, la grandeur pour objet, et à la mécanique, le mouvement : ainsi la mécanique théorique sera la science démonstrative des mouvements qui résultent de forces quelconques, des forces nécessaires pour engendrer des mouvements quelconques.

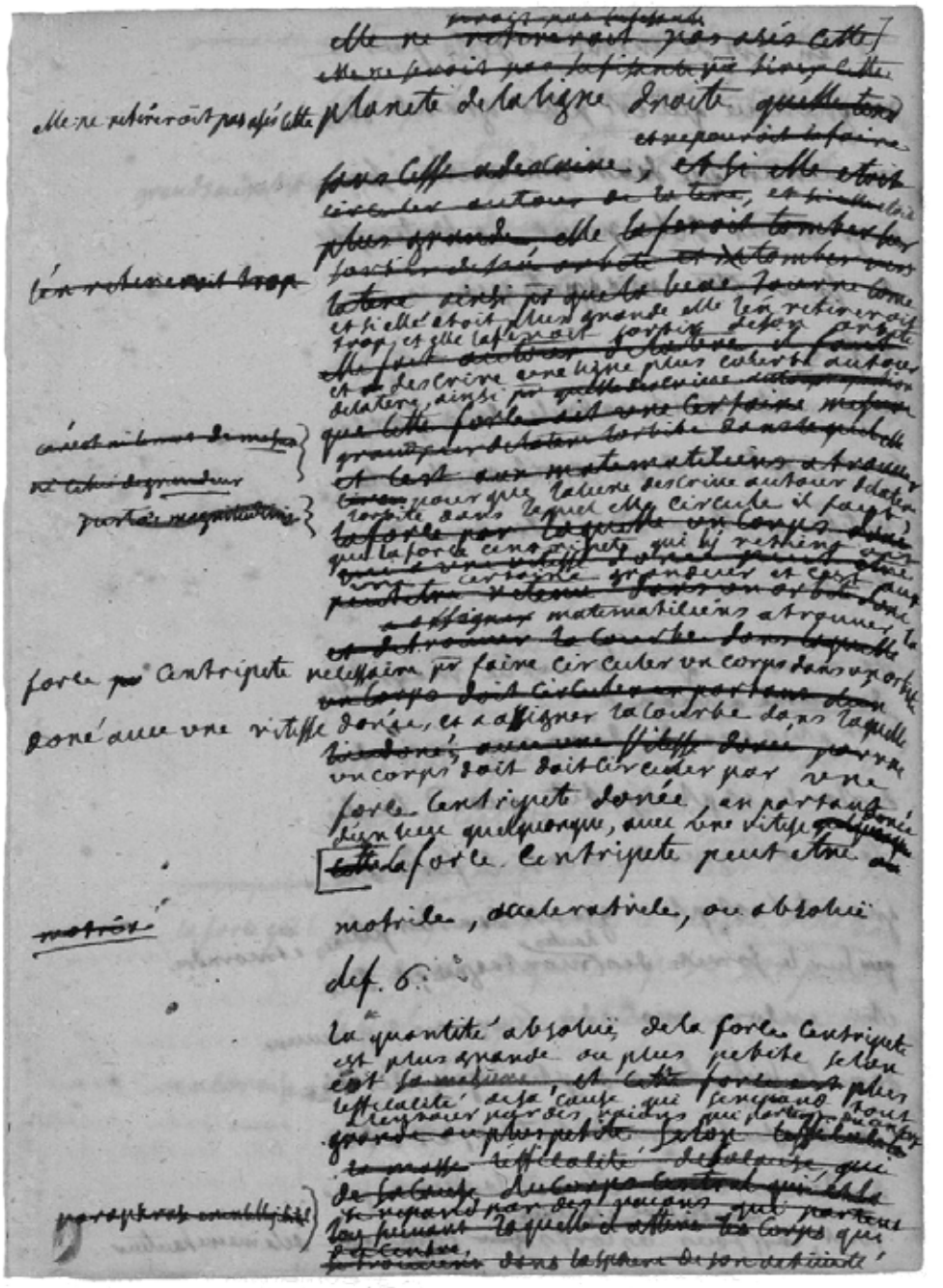
Car les descriptions des cercles et des lignes droites sur lesquelles la geometrie est fondée apartient a la mechanique, car la geometrie nenseigne point a tracer ces lignes, mais [f. 8] elle [8]
demande qu'elles soient tracées[.] Il faudroit meme que ceux qui l'etudient sussent auparavant les descrire avec exactitude,[.] Ensuite la geometrie enseigne coment on resout les problemes par leur moien, car de tracer des lignes droites et des cercles, ce sont a la verité des problemes, mais ce ne sont pas des problemes de géometrie,[.] Dans la mechanique, on cherche la solution de ces problemes, et la geometrie enseigne leur usage,[.] La geometrie se glorifie[,] il est a la gloire de la geometrie de tirer tant de verités d'un si petit nombre de principes empruntés ailleurs[.] La géométrie est donc fondée dans la méchanique pratique, et n'est autre chose que cette partie de la [f. 8*v*] mechanique universelle dans laquelle on propose l'art de mesurer exactement et on demontre qu'on y est parvenu[.] Mais come les arts manuels sexercent principalement a mouvoir les corps, on raporte comunément la geométrie a la grandeur, et la mechanique au mouvement,[.] Dans ce sens[,] la mechanique rationelle sera la seule qui enseigne a trouver exactement et a demontrer les mouvemens, qui resultent de forces quelquonques, et a trouver les forces necessaires pour produire des mouvemens quelquonques[.]

> Les anciens qui ne considérèrent guère autrement la pesanteur que dans le poids à remuer, cultivèrent cette partie de la mécanique dans leurs cinq puissances qui regardent les arts manuels, mais nous qui avons pour objet, non les arts, mais l'avancement de la philosophie, ne nous bornant pas à considérer seulement les puissances manuelles mais celles que la nature emploie dans ses opérations, nous traitons principalement de la pesanteur, la légèreté, la force élastique, la résistance des fluides et les autres forces de cette espèce, soit attractives, soit impulsives. C'est pourquoi nous proposons ce que nous donnons ici comme les Principes mathématiques de la philosophie naturelle.

Les anciens ont cultivé cette partie de la mechanique en traitant des cinq puissances qui ont raport aux art [*sic*] manuels et (quoi que la gravité ne soit pas une puisance manuelle) et[3] a peine consideroient ils la gravité autrement que dans les poids a mouvoir par ces puisances [f. 9] mais nous, qui nous attachons aux matieres philosophiques et non pas aux arts, et qui [9]
ne comptons pas traiter des forces manuelles, mais de celles de la nature[,] nous parlerons principalement de la gravité, de la force élastique[4], de la legereté[5], de la resistance des fluides, et de la [là] des autres forces de meme espece telles que l'attraction et l'impulsion[6],[.] Et voila pourquoi nous avons intitulé cet ouvrage Principes mathematiques de la philosophie[7][.]

> En effet, toute la difficulté de la philosophie parait consister à trouver les forces qu'emploie la nature par les phénomènes du mouvement que nous connaissons, et à démontrer ensuite par là les autres phénomènes.

3. Émilie oublie de rayer « et ».
4. Newton écrit « *vim elasticam* » (*Principia*, p. ix, L.9). Il sera imprimé force « électrique » en 1759 (p. xvi).
5. Émilie écrit dans la marge « legereté métone » (m'étonne).
6. Newton écrit *impulsivas* (*Principia*, p. ix, L.10). Il sera imprimé « répulsives ».
7. Newton n'ajoute pas ici le mot « naturelle » (*philosophiæ principia mathematica*, *Principia*, p. ix, L.11).



9. Exemple de réécriture par Émilie
Bibliothèque nationale de France, Fr. 12266, f. 7r

on le prouvera dans la suite) dans de plus grandes distances du centre de la Tere, et a des distances egales elle est la meme par tout [= partout], car elle accelere également[24] tous les corps qui tombent de la meme hauteur [f. 8] soit qu'ils soient legers ou pesans[,] grands ou petits, [8]
pourvu que la resistence de l'air soit otée[.]

Définition 8

DÉFINITION VIII

La quantité motrice de la force centripète est proportionnelle au mouvement qu'elle produit dans un temps donné.

Déf. 8.

La quantité motrice[25] *de la force centripete est proportionelle au mouvement qu'elle produit en un tems doné*[.]

Le poids des corps est d'autant plus grand qu'ils ont plus de masse ; et le même corps pèse plus près de la surface de la Terre, que s'il était transporté dans le ciel. La quantité motrice de la force centripète est la force totale avec laquelle le corps tend vers le centre, et proprement son poids ; et on peut toujours la connaître en connaissant la force contraire et égale qui peut empêcher le corps de descendre.

Les corps sont d'autant plus pesans quils ont plus de masse et le meme corps peze [pèse] plus auprés de la surface de la Tere que s'il etoit transporté dans le ciel,[.] Toute la centripetence[26] du corps[,] cest a dire toute la force qui le porte vers le centre de la Tere[,] est donc ce qui compose son poids[,] lequel on peut toujours conoitre en conaisant la force contraire et egale qui empecheroit ce corps d'obeir a sa force centripete et de tomber vers le centre de la Tere[.] ¶

J'ai appelé ces différentes quantités de la force centripète, *motrices*, *accélératrices*, et *absolues*, afin d'être plus court.

[f. 8*v*] J'ay apellé ces diferentes quantités de la force centripete, motrices, accélératrices, et absoluës[27] afin d'etre plus court,[.] ¶

On peut, pour les distinguer, les rapporter *aux corps* qui sont attirés vers un centre, *aux lieux* de ces corps, et *au centre* des forces.

On peut pour les distinguer les raporter aux corps qui sont attirés vers un centre, au lieu ou [où] ils se trouvent, pendant qu'ils sont attirés, et au centre meme des forces,[.] ¶

On peut rapporter la force centripète motrice au corps, en la considérant comme l'effort que fait le corps entier pour s'approcher du centre, lequel effort est composé de celui de toutes ses parties.

On peut raporter la force centripete motrice aux corps attirés, en tant que la force qui porte ces corps vers le centre est composée de le [= du] tout que font chacune de leurs parties pour y ariver,[.] ¶

24. Lire : de la même façon, de la même valeur.

25. Émilie souligne deux mots dans cette page. La quantité motrice est proportionnelle à la quantité de mouvement produite pendant un temps donné, ce que l'on traduit aujourd'hui par $F = \mathrm{d}(m \times v)/\mathrm{d}t$. Dans le cas des graves, le poids est cette force motrice.

26. Émilie souligne (*centripetentia*, *Principia*, p. 5, L.6).

27. Émilie souligne.

LEMME IV

Lemme 4

Si dans deux figures AacE, PprT (figures 6 et 7), *on inscrit, comme ci-dessus, deux suites de parallélogrammes dont le nombre soit le même, et que lorsque leurs largeurs diminuent à l'infini, les dernières raisons des parallélogrammes de l'une des figures aux parallélogrammes de l'autre, chacun à chacun, soient les mêmes, ces deux figures* AacE, PprT *seront entre elles dans cette même raison.*

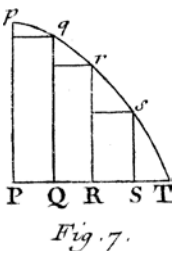


Fig. 7.

[Figure 7]

[54] [f. 54][6] Lemme 4.

Si dans deux figures AacE, PprT [figures 6 et 7] *on inscrit (come ci devant) deux suites de paralelogrames, que l'eur* [*sic*] *nombre soit le meme, et que leurs largeurs diminuent a l'infini, et que les dernieres raisons des paralelogrames dans l'une des figures aux paralelogrames de lautre chacun a chacun soient les memes*[,] *je dis que ces 2 figures* AacE, PprT *seront entr'elles dans cette meme raison*[.]

Car la proportion qu'un des parallélogrammes de la première figure a avec celui qui lui répond dans la seconde, est la même que celle de la somme de tous les parallélogrammes de la première figure, à la somme de tous les parallélogrammes de la seconde, et par conséquent la même que celle qui est entre les deux figures, en supposant toutefois que, selon le Lemme 3, la raison de la première figure à la somme de tous les parallélogrammes qu'elle renferme soit une raison d'égalité, aussi bien que celle de la seconde figure à la somme de tous les parallélogrammes qui y sont renfermés. (C.Q.F.D.)

Come chaque paralelogramme est a chaque paralelograme, ainsi, (en composant) la somme de tous les paralelogrames dans lune de ces figure est a la some [de[7]] tous les paralelogrames dans l'autre, et ainsi la figure entiere sera a lautre figure, en suposant toutesfois que, (selon le Lemme 3) la raison de la premiere de ces figures a la somme de tous les par. [= parallélogrammes] inscrits, et la raison de la seconde a la somme des par. [= parallélogrammes] qui y sont inscrits, soit la raison d'egalité[.]

Cor. D'où il suit que si deux quantités d'un genre quelconque sont partagées dans un même nombre de parties quelconques, et que ces parties, lorsque leur nombre augmente et que leur grandeur diminue à l'infini, soient entre elles en raison donnée, la première à la première, la seconde à la seconde, et ainsi de suite : les touts seront entre eux dans cette même raison donnée. Car si on représente les parties de ces touts par les parallélogrammes des figures de ce Lemme, les sommes de ces parties seront comme les sommes des parallélogrammes ; et par conséquent, lorsque le nombre de ces parties et des parallélogrammes augmente, et que leur grandeur diminue à l'infini, les touts seront dans la dernière raison d'un parallélogramme à l'autre, c'est-à-dire, par l'hypothèse, dans la dernière raison d'une partie à l'autre.

6. Émilie dessine deux figures dans la marge mais sans y inscrire de lettres : ce seront les figures 6 et 7 dans l'imprimé de 1759.

7. Émilie raye « de » par erreur.

[f. 54*v*] Cor.

D'ou [d'où] il suit que si deux quantités d'un genre quelquonque sont partagées dans un meme nombre de parties quelquonques et que ces parties, dont le nombre augmente et la grandeur diminuë a l'infini, soient entr'elles dans une certaine raison, chacune a chacune, la premiere a la prémiere, la seconde a la seconde et ainsi des autres selon leur ordre[,] les touts seront entr'eux dans cette meme raison,[.] Car si dans les 2 figures de ce Lemme on supose que les paralelogrames inscrits soient entr'eux come ces parties dans lesquelles on supose deux quantités quelquonques divisées, les sommes de ces parties seront toujours come les sommes de ces paralélogrames, donc dans le cas ou [où] le nombre de ces parties et des paralelogrames augmente et ou [où] leur grandeur diminuë a l'infini[,] les touts seront dans la derniere raison d'un par. [= parallélogramme] a lautre[,] cest a dire dans la suposition presente, dans la derniere raison d'une de ces parties a une autre partie[.]

Lemme 5

LEMME V

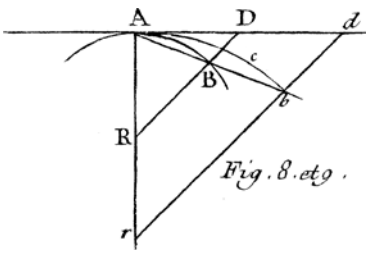
Tous les côtés homologues des figures semblables sont proportionnels, tant dans les figures curvilignes que dans les rectilignes, et leurs aires sont en raison doublée de ces côtés.

[f. 55] Lemme 5 [55]

Tous les cotés des figures semblables qui se repondent ou qui sont homologues sont proportionels tant dans les figures curvilignes que dans les rectilignes, et leurs aires sont en raison doublée de ces cotés.

Lemme 6

LEMME VI



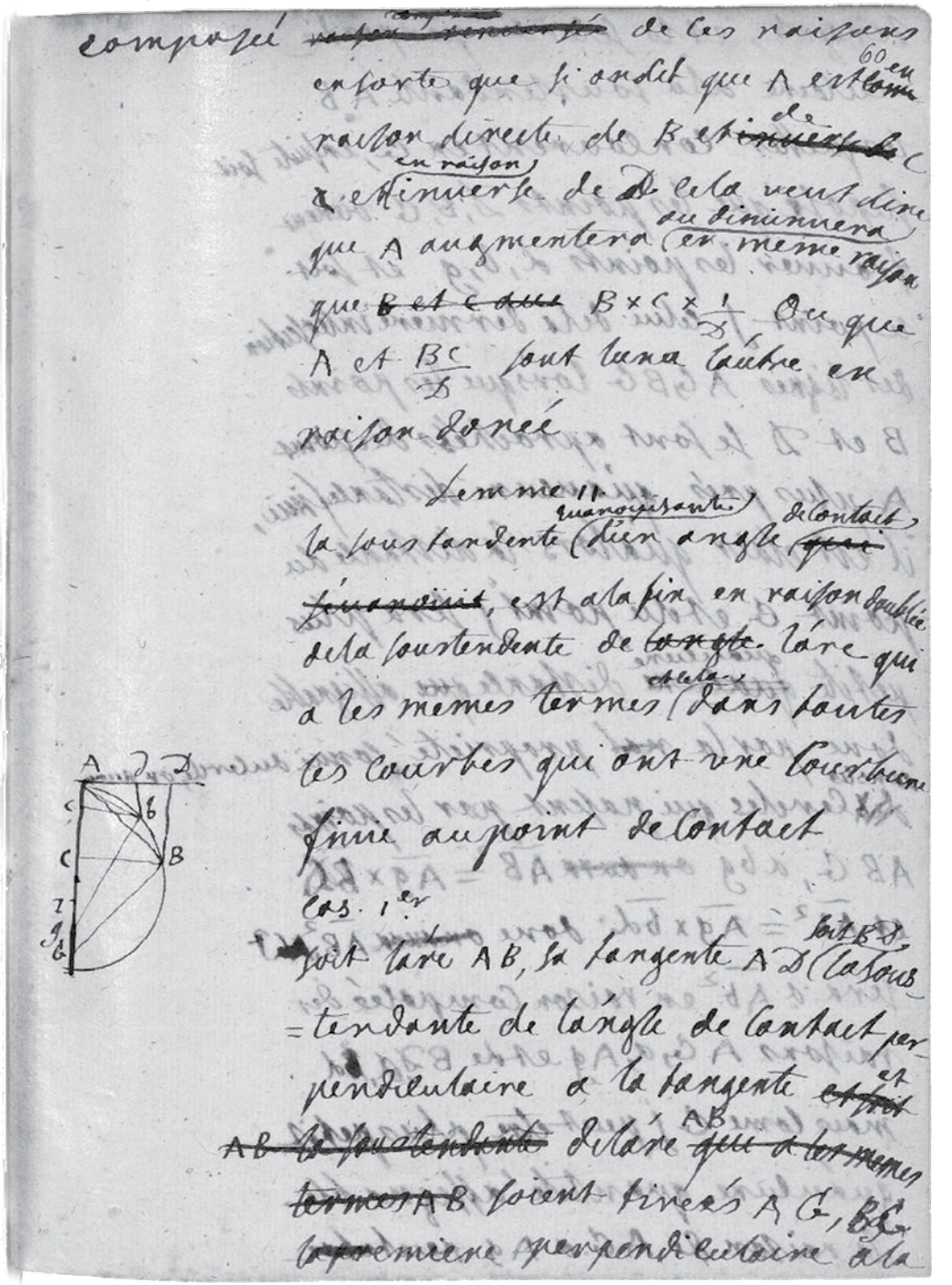
[Figure 8]

Si un arc de cercle quelconque ACB *donné de position* (figure 8)*, est soutenu par la corde* AB*, et qu'au point* A *placé dans le milieu de sa courbure continue, il soit touché par une droite* AD *prolongée des deux côtés, et que les points* A *et* B *s'approchent l'un de l'autre jusqu'à ce qu'ils coïncident, l'angle* BAD*, compris sous la tangente et la corde, diminuera à l'infini et s'évanouira à la fin.*

Lemme 6[8]

Si un arc de cercle quelquonque ACB [figure 8] *doné de position est soustendu par la corde* AB *et qu'au point* A *dans le milieu de sa courbure continuë il soit touché par une droite* AD *prolongée*

8. Émilie dessine la figure 8 à la page suivante, avec le Lemme 7 (voir illustration 13). Dans l'imprimé de 1759, planche I, p. 82, il manque la lettre *c* pour désigner l'arc *Ab*, nous la rajoutons.



15. Figure tracée par Émilie
Bibliothèque nationale de France, Fr. 12266, f. 60*r*

clair que la distance *GI* peut être moindre qu'aucune distance assignable ; mais à cause qu'on peut faire passer des cercles par les points *A*, *B*, *G* et par les points *A*, *b*, *g*, on a $AB^2 = AG \times BD$ et $Ab^2 = Ag \times bd$; donc AB^2 est à Ab^2 en raison composée des raisons de *AG* à *Ag* et de *BD* à *bd*. Mais comme on peut supposer la distance *GI* plus petite qu'aucune longueur assignable, la différence entre la raison de *AG* à *Ag* et la raison d'égalité peut être moindre qu'aucune différence assignable, donc la différence de la raison de AB^2 à Ab^2 à la raison de *BD* à *bd*, peut être moindre que toute différence assignable. Donc (par le Lemme 1) la dernière raison de AB^2 à Ab^2 sera la même que la dernière raison de *BD* à *bd*. (C.Q.F.D.)

Cas 1^er^

Soit l'arc *AB* [figure 12][21], sa tangente *AD*[,] soit *BD* la soustendante [*sic*, ante] de l'angle de contact perpendiculaire a la tangente[.] Et de l'arc *AB* soient tirées *AG*, *BG*[,] la premiere [étant] perpendiculaire a la [f. 60*v*] tangente, et la seconde perpendiculaire a la soustendante *AB*[,] lesquelles concourent en *G*,[.] Ensuite soit suposé que les points *D*, *B*, *G* vienent trouver les points *d*, *b*, *g* et soit le point[22] *j* celui de la derniere intersection des lignes *AG*, *BG* lorsque les points *B* et *D* se sont aprochés du point *A* plus prés qu'aucune distance finie,[.] Il est clair qu'alors la distance du point *G* et du point *j* [= *I*] sera plus petite qu'aucune distance assignable[.] Donc par la proprieté conüe du cercle, on aura dans les cercles qui pasent [passent] par les points *ABG*, *Abg* [:] $AB^2 = Ag \times BD$ [EE, lire[23] $AG \times BD$] et $Ab^2 = Ag \times bd$[,] donc AB^2 sera a [à] Ab^2 en raison composée des raisons *AG*, a [à], *Ag* et de *BD*, a [à], *bd*[.] Mais come *Gj* [= *GI*] peut etre plus petit qu'aucune quantité assignable[,] la raison de *AG* a *Ag* peut [f. 61] diferer moins de la raison d'egalité que d'aucune diference finie[,] donc la diference de la raison de AB^2 a [à] Ab^2 a [à] la raison de *BD* a [à] *bd* sera moindre que toute diference assignable[.] Donc par le Lemme 1.[,] la derniere raison de AB^2 a [à] ab^2 [EE, lire[24] Ab^2] sera la meme que la derniere raison de *BD*, a [à], *bd*,[.] C.q.f.d. [61]

Cas 2. Supposé que *BD* soit incliné sur *AD* selon un angle quelconque donné, la dernière raison de *BD* à *bd* restera toujours la même et sera, par conséquent, la même que la raison de AB^2 à Ab^2. (C.Q.F.D.)

Cas 2.[25]

Suposé que *B* [EE, lire[26] *BD*] soit inclinée sur *AD* selon un angle doné[,] la derniere raison de *BD* a [à] *bd* restera toujours la meme et sera par consequent toujours egale a la raison de AB^2 a [à] ab^2 [EE, lire AB^2 à Ab^2][.]

Cas 3. Quand même l'angle *D* ne serait point donné, et que la droite *BD* convergerait vers un point donné, ou qu'elle serait tirée suivant une loi quelconque, les angles *D* et *d*, formés selon la même loi, tendraient toujours à devenir égaux, et à la fin leur différence deviendrait moindre que toute différence donnée, c'est-à-dire (par le Lemme 1) qu'ils seraient égaux à la fin, et par conséquent, les lignes *BD*, *bd* seraient entre elles dans la même raison qu'auparavant. (C.Q.F.D.)

Cas 3.

21. Émilie dessine une figure dans la marge (la future figure 12 imprimée) mais elle remplace la lettre J (de Newton) par la lettre I. Voir ci-dessus, illustration 15.

22. Newton écrit J majuscule dans le texte (*Principia*, p. 35, L.5) mais c'est I sur la figure 12.

23. Car $BD/AB = AB/AG$.

24. Erreur d'Émilie, c'est un *A* majuscule (*Principia*, p. 35, L.19).

25. Émilie dessine la même figure dans la marge (figure 12) mais écrit bien la lettre *J* comme Newton.

26. Erreur d'Émilie qui oublie la lettre *D*, c'est *B**D*** (*Principia*, p. 35, L.–17).

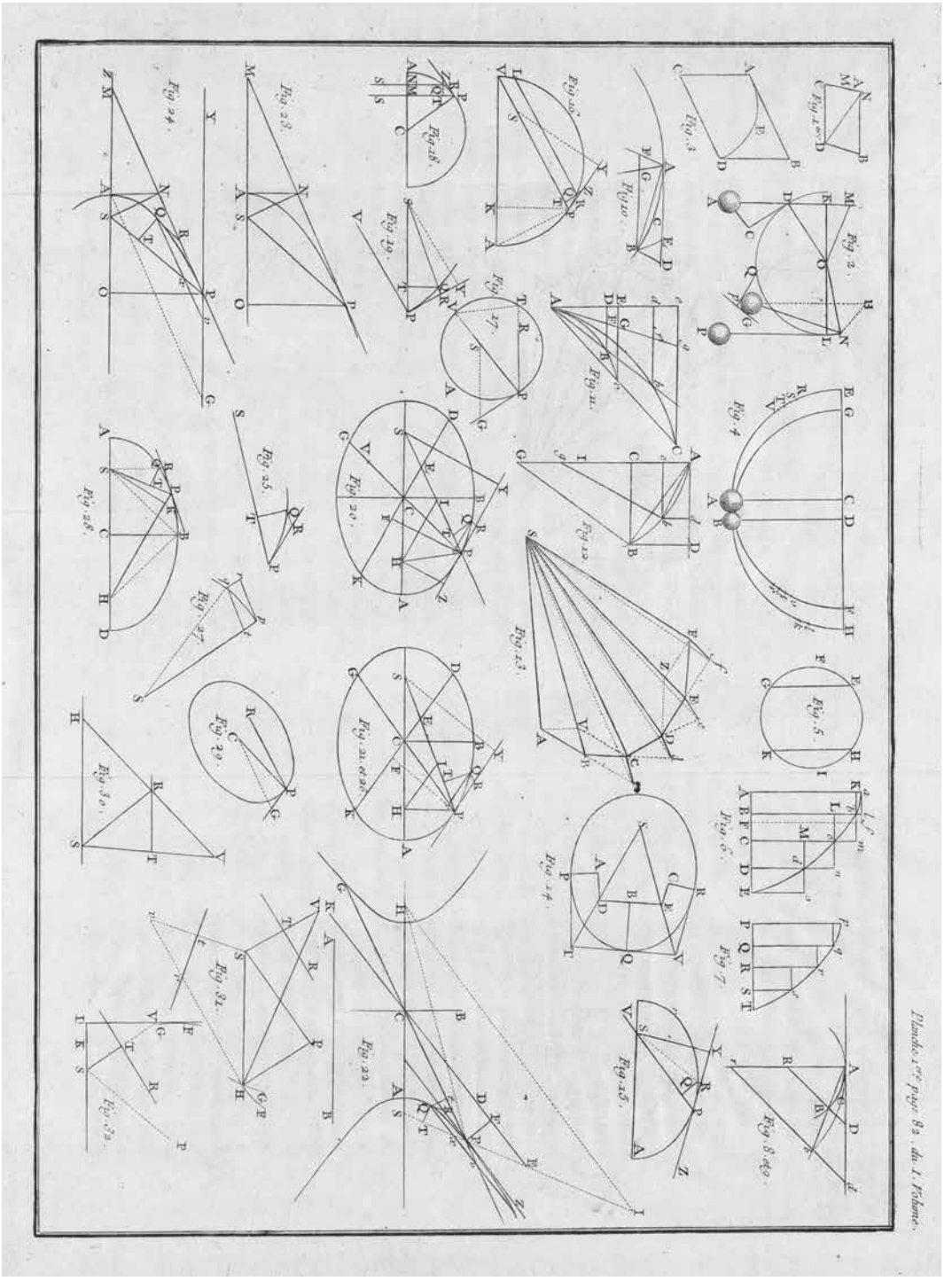
Figures manuscrites

Nous avons vu (t. I, p. 26, 38-39) que la perte des figures avait été avancée par les responsables de l'édition pour expliquer le retard dans la publication des *Principes mathématiques*. La découverte en 2010 des dessins des figures des livres II et III, égarés dans une chemise mal libellée dans les archives de la famille Du Châtelet, est venue appuyer cette explication. Nous supposons que les figures pour le Livre I étaient, à la mort d'Émilie Du Châtelet, déjà entre les mains du graveur ou de l'imprimeur, et que Clairaut et les éditeurs, et la famille d'Émilie, n'ont pas su retrouver celles des deux autres Livres.

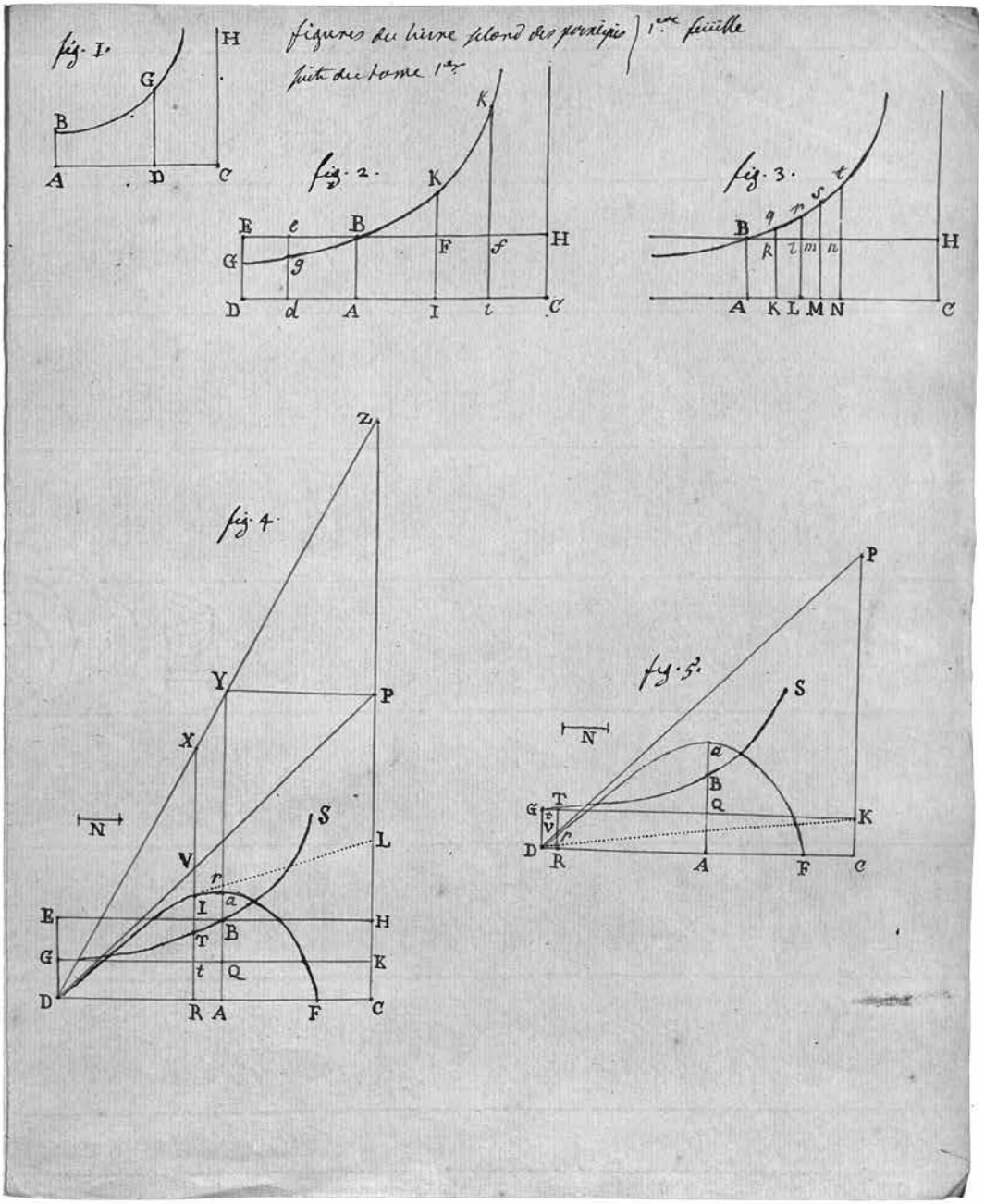
Les figures sont dessinées par un professionnel, les numéros des figures et les titres des planches étant de la main d'Émilie Du Châtelet. Nous les reproduisons ci-après. Il avait été dans les intentions d'Émilie d'imprimer les figures sur des planches au format du livre imprimé, avec en moyenne cinq figures par feuille, solution couteuse. Sa famille, ou ses éditeurs, ont décidé des les rassembler plutôt sur onze feuilles dépliantes, une vingtaine de figures par feuille. Nous en reproduisons la première sur la page suivante.

Sauf indication contraire, ce sont les figures des feuilles dépliantes qui sont reproduites dans le texte de cette édition. Un certain nombre ont été corrigées afin de rectifier des erreurs du graveur tandis que huit ont été remplacées par les figures des *Principia* de 1726 – il s'agit des figures 20, 30 et 133 du Livre I, 12, 15, 26 et 57 du Livre II et 11 du Livre III.

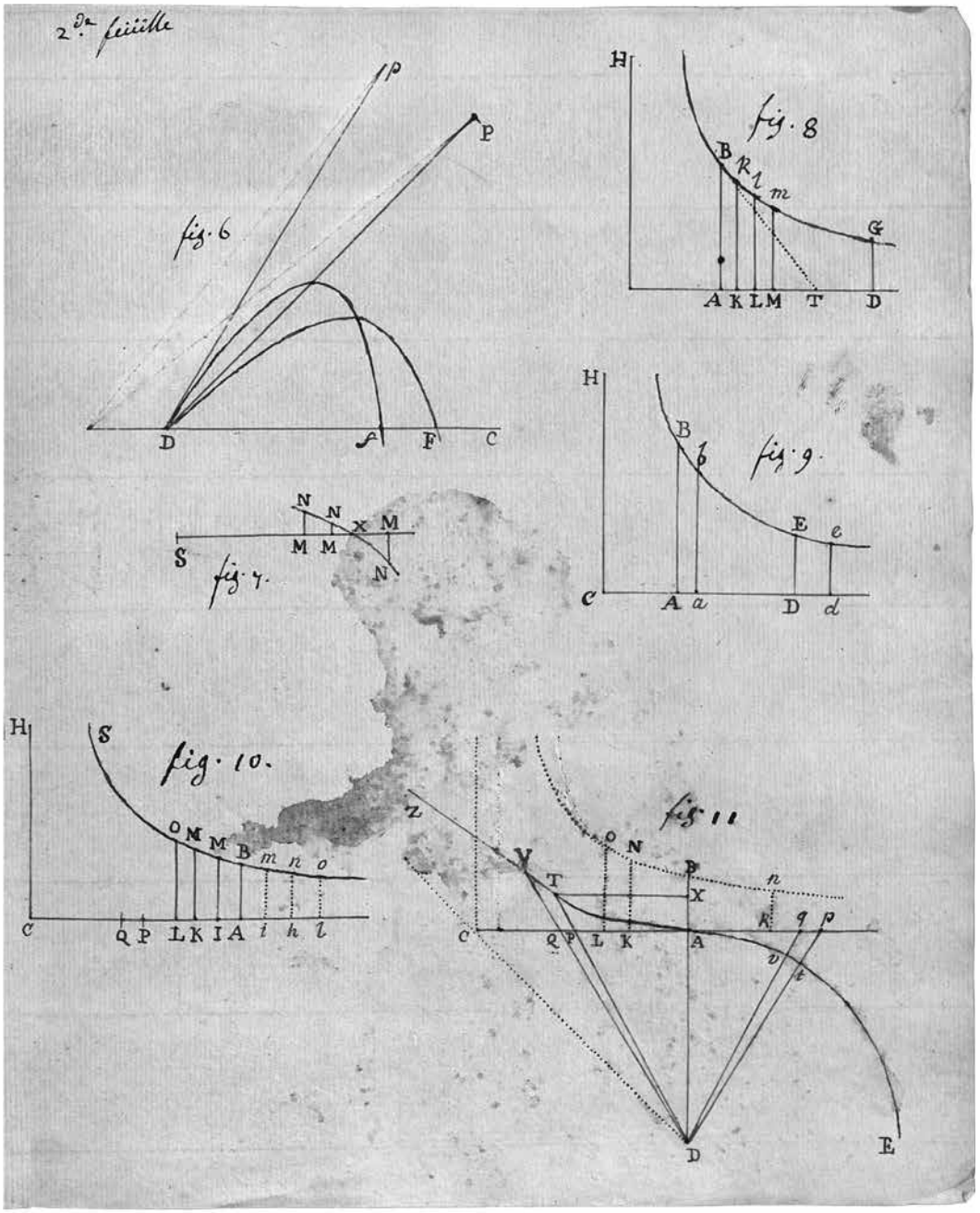
Un feuillet comportant deux figures pour le Livre I se trouve dans le même dossier, il s'agit probablement d'un double. Il est reproduit ci-dessus, t. I, p. 305.



25. Une planche dépliante de l'édition de 1759
Bibliothèque de Genève, Kb 332



26. Livre II, figures 1 à 5, dessinées pour le graveur
Musée des lettres et manuscrits, 72389, 0001



27. Livre II, figures 6 à 11, dessinées pour le graveur
Musée des lettres et manuscrits, 72389, 0002

D. *Le solide de moindre résistance*

Voir Section 7, Livre II.

Newton détermine la forme d'un cône tronqué présentant une résistance minimale à l'avancement, mais ne fournit pas de démonstration de son résultat.

On peut l'obtenir par une méthode d'extremum (calcul d'une dérivée, ci-après). Ce problème de la recherche du solide de moindre résistance est sans doute le premier problème de calcul des variations, comme celui de la courbe brachistochrone, posé par Johann Bernoulli (1667-1748) dans *Acta Eruditorum* (juin 1696), et résolu par Newton dès qu'il en eut connaissance, en janvier 1697.

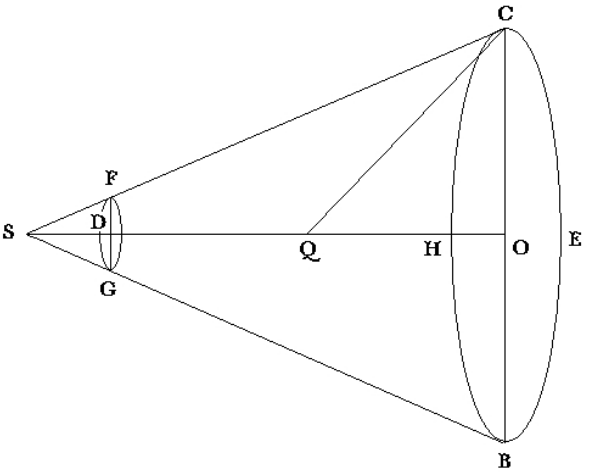


Figure 41, Livre II.

En reprenant la méthode utilisée par Newton dans la Proposition 34, la résistance du fluide contre le cylindre de section *CEB* et de hauteur *OS* (figure 41) est proportionnelle à l'aire (CEB), d'où $F_1 = p \times (CEB)$ où p est une constante homogène à une pression et F_1 est parallèle à l'axe *OS*.

Soit a l'angle d'ouverture du cône (angle *OSC*). La résistance exercée perpendiculairement à la surface conique *CSB* est $F_2 = F_1 \times \sin a$, et la composante de F_2 parallèle à l'axe *OS* est alors $F_C = F_2 \times \sin a = F_1 \times \sin^2 a = p \times (CEB) \times \sin^2 a$.

De même, la résistance exercée contre le petit cône *FGS* est $F_3 = p \times (FG) \times \sin^2 a$. Celle exercée contre l'aire *FG* directement (quand le petit cône est supprimé) est $F_4 = p \times (FG)$, car *FG* est normale à l'axe *OS*. Finalement, la résistance totale est

$$F = (F_C - F_3) + F_4 = p \times [(CEB) - (FG)] \times \sin^2 a + p \times (FG).$$

En posant $OC = R$, $DF = r$, $OD = h$ et $DS = x$, on a successivement :

$$\frac{(CEB)}{(FG)} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2}\,;\ \frac{R}{r} = \frac{h+x}{x} \text{ et } \sin a = \frac{R}{\sqrt{R^2+(h+x)^2}};$$

d'où en remplaçant :

$$F = p \times (CEB) \times \frac{R^2+x^2}{R^2+(h+x)^2}.$$

On cherche la longueur DS rendant cette résistance minimale : un calcul simple de dérivée montre que c'est quand $x^2 + xh - R^2 = 0$, donc pour $x = x_1 = -h/2 + \sqrt{R^2+(h/2)^2}$.

Mais Q est le milieu de OD alors $QS = QD + DS = h/2 + x_1 = \sqrt{R^2+(h/2)^2} = QC$ et aussi $x_1 = R \times \tan a$. Comme l'écrit Newton, c'est donc bien quand $QS = QC$ que la résistance à l'avancement de ce tronc de cône est minimale. Par exemple, avec $h/R = 3/2$ on obtient $x_1 = R/2$ et $a = 26,6°$.

Si h tend vers 0, alors $x_1 = R$ et $a = 45°$: le tronc de cône de résistance minimale se réduit alors à un cône entier, de rayon de base R, de hauteur $x_1 = R$ et de demi-angle d'ouverture $45°$. C'est pour cela que Newton évoque ensuite (figure 42) un angle de $135°$, la courbe cherchée coupant BG sous un angle de $45°$, le cône de rayon de base BG (et de même hauteur) se plaçant à l'avant du solide de révolution, sur la partie plane GBH.

Selon Newton, cette Proposition 34 sera utile pour améliorer la forme de la proue des navires afin de minimiser leur résistance à l'avancement dans l'eau. Il écrit la relation

$$\frac{MN}{GR} = \frac{GR^3}{4BR \times GB^2}$$

mais n'en présente pas de démonstration dans les *Principia*.

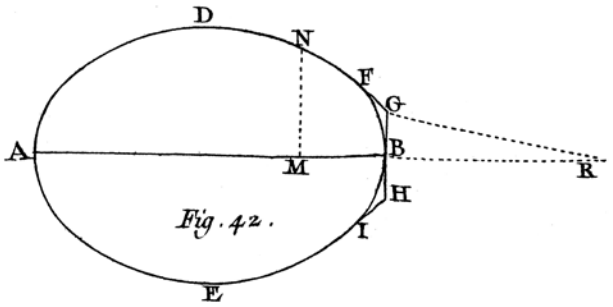


Figure 42, Livre II.

En posant (figure 42) $BG = a$, $MN = y$, $BM = x$, puis $y' = dy/dx = BG/BR$ (car GR est parallèle à la tangente en N), cette relation se transforme en une équation différentielle du premier ordre :

$$y = a \times \frac{(1+y'^2)^2}{4y'^3},$$

Liste des ouvrages cités

Émilie Du Châtelet, éclairages & documents nouveaux, éd. Ulla Kölving et Olivier Courcelle, Ferney-Voltaire, Centre international d'étude du XVIII^e siècle, 2008. [*Éclairages*]

Émilie Du Châtelet, ses travaux scientifiques & le château de Cirey, Paris, Christie's France SAS, 2012 (catalogue de la vente du 29 octobre 2012). [Christie's]

La Figure de la Terre du XVIII^e siècle à l'ère spatiale, éd. H. Lacombe et P. Costabel, Paris, Gauthier-Villars, 1988.

Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences, Paris, 1699-1797. [*HMARS*]

Histoire générale des sciences, t. II : *La science moderne de 1450 à 1800*, éd. René Taton, Paris, PUF, 1961 ; réédition Paris, PUF, coll. Quadrige, 1995.

Philosophical transactions, London, Royal Society, 1665-.

La Science classique, XVI^e-XVIII^e siècle. Dictionnaire critique, éd. Michel Blay et Robert Halleux, Paris, Flammarion, 1998.

Alembert, Jean Le Rond d', *Œuvres complètes*, éd. Irène Passeron *et al.*, Paris, CNRS Éditions, 2002-.

—, *Recherches sur la précession des équinoxes, et sur la nutation de l'axe de la Terre, dans le système newtonien*, Paris, David, 1749.

—, —, éd. Michelle Chapront-Touzé et Jean Souchay, dans d'Alembert, *Œuvres complètes*, t. I/7, 2006.

—, *Théorie de la Lune*, éd. Michelle Chapront-Touzé, dans d'Alembert, *Œuvres complètes*, t. I/6, 2002.

—, *Traité de dynamique*, Paris, David, 1743.

Algarotti, Francesco, *Il Newtonianismo per le dame, ovvero dialoghi sopra la luce e i colori*, Napoli, 1737.

—, —, *Le Newtonianisme pour les dames, ou entretiens sur la lumière, sur les couleurs et sur l'attraction*, Paris, Montalant, 1738.

Badinter, Élisabeth, *Émilie, Émilie, l'ambition féminine au XVIII^e siècle*, Paris, Flammarion, 1983.

—, *Les Passions intellectuelles*, t. I : *Désirs de gloire (1735-1752)*, Paris, Fayard, 1999.

—, « Portrait de madame Du Châtelet », dans *Éclairages*, p. 13-23.

Balibar, Françoise, *Galilée, Newton lus par Einstein. Espace et relativité*, Paris, PUF, « Philosophies », 1984.

Barber, W. H., « Le Newton de Voltaire », dans *Cirey dans la vie intellectuelle. La réception de Newton en France*, *SVEC* 2001 : 11, p. 115-125.

Bernoulli, Johann, « De motu corporum, gravium, pendulorum, et projectilium », *Acta eruditorum*, Lipsiæ, février 1713, p. 77-95, 115-132.

—, —, *Opera omnia*, Lausannæ & Genevæ, Bousquet, 1742, t. I, p. 744, n° XLVIII.

Blay, Michel, « Le traitement newtonien du mouvement des projectiles dans les milieux résistants », *Revue d'histoire des sciences* 40, 1987, p. 325-355.

—, *Les Principia de Newton*, Paris, PUF, « Philosophies », 1995.

—, *La Science du mouvement. De Galilée à Lagrange*, Paris, Belin Sup, 2002.

Bretagnon, Pierre, « Théorie du mouvement de l'ensemble des planètes. Solution VSOP 82 », *Astronomy and astrophysics* 114, 1982, p. 278-288.

— et Gérard Francou, « Planetary theories in rectangular and spherical variables. VSOP87 solutions », *Astronomy and astrophysics* 202, 1988, p. 309-315.

Brown, Andrew, « "Minerve dictait et j'écrivais" : les archives Du Châtelet retrouvées », *Cahiers Voltaire* 11, 2012, p. 7-26.

— et Pierre Leufflen, « Voltaire et Émilie Du Châtelet dans la rue Traversière (II) », *Cahiers Voltaire* 11, 2012, p. 27-46.

Brunet, Pierre, *L'Introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle*, Paris, Blanchard, 1931.

Cassini de Thury, César-François, *La Méridienne de l'Observatoire royal de Paris, vérifiée dans toute l'étendue du royaume par de nouvelles observations*, Paris, Guérin, 1744.

Cavendish, Henry, « Experiments to determine the density of the Earth », *Philosophical transactions* 88, 1798, p. 469-526.

Chambat, Frédéric et Dominique Varry, « Faut-il faire une description bibliographique des *Principes mathématiques* ? », dans *Éclairages*, p. 317-332.

Chandrasekhar, Subrahmanyan, *Newton's Principia for the common reader*, Oxford, Clarendon Press, 1995.

Chapront-Touzé, Michelle et Jean Chapront, « ELP 2000-85 : a semi-analytical lunar ephemeris adequate for historical times », *Astronomy and astrophysics* 190, 1988, p. 342-352.

Clairaut, Alexis, « Avertissement », *HMARS* 1745, 1749, p. 577-578.

—, « De l'orbite de la Lune dans le système de M. Newton », *HMARS* 1743, 1746, p. 17-32.

—, « Du système du Monde dans les principes de la gravitation universelle », *HMARS* 1745, 1749, p. 329-364.

—, « Mémoire sur la comète de 1682 », *Journal des savants*, janvier 1759, p. 38-45.

—, *Théorie de la figure de la Terre, tirée des principes de l'hydrostatique*, Paris, David, 1743.

—, *Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction réciproquement proportionelle aux carrés des distances*, dans *Pièce qui a remporté le prix de l'Académie impériale des sciences de St. Petersbourg proposé en M. DCCL*, St. Petersbourg, Acad. impériale des sciences, 1752.

—, —, 2^e édition, avec des tables de la Lune, Paris, Dessaint & Saillant, 1765.

Clavelin, Maurice, *La Philosophie naturelle de Galilée*, Paris, Armand Colin, 1968.

Cohen, I. Bernard, *The Birth of a new physics*, New York, Norton, 1960.

—, —, *Les Origines de la physique moderne*, Paris, Seuil, « Points sciences », 1993.

Copernic, Nicolas, *De revolutionibus orbium cœlestium*, Norimbergæ, Petreius, 1543.

—, —, édition critique du texte latin avec traduction française et commentaire par Michel-Pierre Lerner, Alain-Philippe Segonds et Jean-Pierre Verdet, Paris, Belles Lettres, 3 vol., à paraître.

Courcelle, Olivier, « La publication tardive des *Principes mathématiques* », dans *Éclairages*, p. 301-308.

— et Judith Zinsser, « A remarkable collaboration : the marquise Du Châtelet and Alexis Clairaut », *SVEC* 2003 : 12, p. 107-120.

— *Chronologie de la vie de Clairaut (1713-1765)*, <clairaut.com>.

D'Alembert, *voir* Alembert.

Débarbat, Suzanne, « Newton, Halley et l'Observatoire de Paris », *Revue d'histoire des sciences* 39, 2, 1986, p. 127-154.

Debever, Robert, « La marquise du Châtelet traduit et commente les *Principia* de Newton », *Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Classe des sciences. Bulletin*, 5^e série, 73, 12, 1987, p. 509-527.

De Gandt, François, « Un moment de grâce », dans *Cirey dans la vie intellectuelle. La réception de Newton en France*, *SVEC* 2001 : 11, p. 1-5.

—, « Qu'est-ce qu'être newtonien en 1740 ? », dans *Cirey dans la vie intellectuelle. La réception de Newton en France*, *SVEC* 2001 : 11, p. 126-147.

Delambre, Jean-Baptiste, *Histoire de l'astronomie au dix-huitème siècle*, Paris, Bachelier, 1827.

Descartes, René, *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences*, Leyde, 1637.

—, *Principia philosophiæ*, Amstelodami, apud Ludovicum Elzevirium, 1644.

—, —, *Principes de la philosophie*, trad. par Claude Picot, Paris, Le Gras, 1647.

Index des notions

aberration chromatique, **I** 7, 520

aberration de la lumière, **I** 166 ; **II** 471

aberration sphérique, **I** 11, 520

air (masse volumique), **I** 47, 169 ; **II** 84, 92, 126, 130, 170, 176, 186, 189-191, 216-218, 281, 282, 452

aires (loi des), **I** 5, 8, 11, 12, 144, 149 ; **II** 237, 251-259, 285, 311, 328, 333, 342, 347, 407, 481

albédo, **II** 401

aphélie, **II** 237-238, 258, 261, 274, 286-289, 312, 366-370, 380, 384, 475-477

aplatissement, **I** 13-15, 19 ; **II** 297, 299, 394-396, 530

apogée, **I** 20 ; **II** 262, 311-317, 334, 366-373

apside, **I** 11, 145, 149, 370, 375, 380-392, 436-439, 444 ; **II** 238, 262-263, 314, 331

attraction, **I** 3, 5, 8, 11-21, 40, 134, 143, 150, 154, 178, 209, 248, 263, 390, 392, 415, 425-434, 458, 461-478, 484-515 ; **II** 98, 252, 268, 271-275, 295, 313, 315, 329, 370, 441, 526-529, 537, 538

brachistochrone (courbe), **II** 523

calendrier (julien, grégorien), **II** 299, 421, 513-514

centre de force, **I** 9, 255, 406, 411

centre de gravité, **I** 198-200, 416-428, 451-456, 494-498 ; **II** 156, 266, 284, 287, 323, 381-382

chaleur, **II** 216, 218, 279-280, 306-308, 445-447

choc, **I** 5, 171, 196-198, 201-209 ; **II** 5, 380

chute libre, **I** 2, 6-8, 11-13, 147, 157, 202, 252, 351, 357, 410 ; **II** 36, 69, 84, 149-155, 162, 170, 214-215, 294, 329, 382-383, 516, 520

chute ralentie (dans l'air), **I** 9, 11, 12, 39, 159, 165 ; **II** 33, 34, 114-127, 172-175, 185-193, 516-521

chute ralentie (dans l'eau), **I** 9, 12, 39 ; **II** 34, 170, 172-184

comète, **I** 4, 9, 12, 13, 16, 20, 39, 56, 63, 135-137, 149, 155-161, 165 ; **II** 192, 248, 283, 287, 397-487

comète de 1682 (de Halley), **I** 16, 21, 40-42 ; **II** 401, 472-476, 538, 542

conjonction, **I** 434-436, 441-446 ; **II** 256, 268, 286-287, 316, 324, 351, 369, 375

Cx (coefficient de traînée), **II** 170, 517, 521-522

cycloïde, **I** 33, 341, 395-407 ; **II** 99-101, 104-109, 115-117, 203-204, 213

degrés de méridien, **I** 7, 13, 19 ; **II** 264, 292-293, 301-304, 384, 530-531

diffraction (lumière), **I** 11, 509, 515 ; **II** 252-255, 277, 298-299, 541, 542

ellipse (aire), **II** 409

ellipsoïde, **I** 49, 500 ; **II** 526, 529

ellipticité (d'une planète), **I** xiii ; **II** ix, 291-309, 531

épicycloïde, **I** 73, 89, 395-399, 407

équation de Kepler, **I** 11, 342-346

équation du temps, **I** 10, 181 ; **II** 421

équation semestre, **II** 353, 368-372

équinoxes, **I** 64 ; **II** 309, 317-318, 387-396, 400, 537

espace (absolu, relatif), **I** 10, 178-188, 376

éther, **I** 140, 152, 161, 211, 458 ; **II** 129, 142, 193, 273, 403, 455, 456

étoiles fixes, **I** 1, 13, 63, 151, 182, 186, 188 ; **II** 257, 264, 288, 402, 423-424, 439, 448, 477, 479

excentricité (orbite), **I** 3, 343, 347, 435, 438-440 ; **II** 286, 289, 290, 311-312, 334-335, 351, 366-372, 433, 476, 528

expériences (chocs), **I** 203-210

expériences (chute ralentie), **II** 175-193, 520-522

expériences (masses), **II** 269-270

expériences (pendules), **II** 114-131, 269, 300-309

flèche (d'un arc), **I** 8, 233, 241-242, 251-252 ; **II** 36, 418

fluide (définition), **II** 77-78

fluide (mouvement), **II** 148-160, 161-175

fluxions, **I** 4, 9, 12, 19, 228, 404 ; **II** 23, 27, 391-392, 527, 541

force, **I** 5-8, 14, 17, 133-520 ; **II** 3-488, 515-531

force centrifuge, **I** 7, 8, 15, 158, 171, 249, 261, 267, 371, 448 ; **II** 85, 138, 227-228, 266, 267, 294-298, 375, 382, 383

force centripète, **I** 7-12, 144-148, 171-177, 239-261, 263-272, 276-280, 349, 359-363, 365-373, 381-394, 401-413, 423, 435-438, 442, 448-451, 472-475, 480-485 ; **II** 18-20, 66-72, 85, 263, 269, 323

force d'inertie, **I** 8, 15, 158-160, 170 ; **II** 178, 247-249

force imprimée, **I** 171 ; **II** 235

g (accélération de la pesanteur), **I** 7, 476 ; **II** 98, 99, 176, 186, 216, 302, 383, 530, 531

G (constante de gravitation), **I** 12

gravitation universelle, **I** 6, 12-13, 16, 20, 40, 58, 154 ; **II** 248-249, 252, 259, 269-274, 315

gravité (nom), **I** 12-13, 15 ; **II** 269

gravité, **I** 6, 12-13, 15, 134-136, 141-143, 146-153, 157-158, 165, 172-174, 177, 189, 202, 210-211, 249, 407, 458, 476 ; **II** 3-4, 6-14, 19, 28-31, 34-50, 54-63, 80-92, 99, 101-112, 149, 248-249, 259, 263, 265-281, 285-287, 291, 294-302, 308, 323, 329, 366-369, 374-375, 378-385, 452, 457, 479, 482-483, 487-488

hydraulique, **II** 148-160

hydrostatique, **I** 12, 19 ; **II** 77, 118, 380, 538

hyperbole, **I** 9, 11, 33, 257-261, 264-292, 299, 315, 346, 351, 355, 358, 371, 482-484, 507 ; **II** 5-12, 17-20, 28-32, 41-42, 45-51, 54, 56-59, 88, 90, 104, 146-147, 171, 519

hyperbole équilatère, **I** 264, 350-359 ; **II** 18, 30-32, 57, 519

hypocycloïde, **I** 399

hypothèse, **I** 2, 8, 12-14, 16, 141, 160, 236 ; **II** 22, 221, 237-239, 249, 283, 307, 327, 393, 481, 487

impulsion, **I** 5, 14, 134, 147, 171, 177-178, 279, 415, 438, 450, 458, 510-514 ; **II** 4-5

inertie (principe), **I** 2, 5, 6, 10, 189

infinitésimal (calcul), **I** 10, 12, 23, 58, 235-236, 338, 482, 498, 500, 505 ; **II** 6, 27, 38, 88, 110, 141, 147, 223, 392

interpolation, **II** 383, 409

isochronisme, **I** 11, 402-409 ; **II** 100-103, 204, 304-308, 384

Jupiter (forme), **I** 3, 13, 165 ; **II** 252-253, 278, 279, 291, 298, 299

libration (Lune), **II** 289-290

lieu (absolu, relatif), **I** 10, 180, 182

limite, **I** 10, 35, 217, 220, 224, 236-238

livre (romaine, troy), **I** xiii, 39 ; **II** ix, 114, 176, 188, 521

lois de Kepler, **I** 3, 5, 8, 11, 12, 14, 18, 35, 158, 239-240, 247, 272, 443, 505 ; **II** 71, 234-237, 252, 254, 257, 259, 266, 407, 417, 432, 476, 481

lois de Newton, **I** 10, 11, 20, 189-196, 201-203, 209, 210, 213, 239, 456, 509 ; **II** 7, 14, 28, 79, 97, 134, 139, 168, 171, 173, 197, 245-246, 265, 268, 274, 289, 516, 518

lumière (nature, propagation), **I** 7, 11, 14, 19, 21, 58, 64, 166, 509, 512-516 ; **II** 192, 215, 245, 253, 255, 277, 299, 449, 471, 540, 541

Lune (apsides), **I** 391-392, 436-437 ; **II** 263

Lune (densité), **II** 279, 381

Lune (mouvement), **I** 3, 6, 8-16, 20-21, 52, 63, 173 ; **II** 259, 262-272, 277, 289-291, 311-385, 482, 537, 538

Lune (nœuds), **I** 9, 433, 440-441, 444-451 ; **II** 312-314, 319, 335-369, 373, 393, 396

Lune (parallaxe), **II** 264, 279, 329, 332, 384

lunette astronomique, **I** 3, 7, 520 ; **II** 253, 255, 299, 401, 402, 422, 442, 445, 448, 449

marées, **I** 11-13, 15, 55, 445-451 ; **II** 314-324, 373-385, 396, 540

Mars, **I** 3, 347 ; **II** 238, 255-257, 288-289, 304, 400, 442, 478-479

masse, **I** 7, 10-15, 39, 150, 169-170, 176-177, 190, 199-200, 206, 252, 416, 420, 421, 443, 456, 467, 471, 493, 495 ; **II** 21, 35, 98, 124, 270-273, 277-279, 284, 289, 316, 381, 389, 446, 516, 517, 521, 532, 542

matière (quantité de), **I** 10-12, 14, 15, 47, 142-143, 150, 155, 169-173, 446, 465, 470, 492-494, 503 ; **II** 97-99, 136, 139, 173, 192, 238, 248, 269-275, 278, 296, 394, 446, 455, 487

matière subtile éthérée, **I** 3, 13, 14, 18, 58, 153, 154, 156-161 ; **II** 129, 131, 142, 192, 193, 228-239

Mercure, **I** 1, 58 ; **II** 255-258, 267, 268, 280, 288

méthode (approximations successives), **I** 11, 342-344 ; **II** 292, 371, 516, 539

Index des noms

Alembert, Jean Le Rond d' (1717-1783), **I** 17, 19-20, 56, 217 ; **II** 393, 396, 537

Algarotti, Francesco (1712-1764), **I** 19, 22, 64 ; **II** 537

Alphonse X le Sage (1221-1284), **I** 163

Ango, Pierre (1640-1694), **II** 435, 437-440

Apollonius de Perga (262-180 av. J.-C.), **I** 11, 258, 267, 290, 293, 300

Archimède (287-212 av. J.-C.), **I** 477, 478, 488 ; **II** 84, 144, 170, 172, 176, 517

Aristote (384-322 av. J.-C.), **I** 5, 13, 139 ; **II** 273, 460, 477

Auzout, Adrien (1622-1691), **II** 467-470

Badinter, Élisabeth, **II** 537

Bailly, Jean-Sylvain (1736-1793), **II** 313

Bayer, Johann (1572-1625), **II** 423, 431, 435, 443

Bentley, Richard (1662-1742), **I** 163, 164

Bernoulli, Johann I (1667-1748), **I** 18, 19, 22 ; **II** 523, 531, 537

Bernoulli, Johann II (1710-1790), **I** 22

Bernoulli, Daniel (1700-1782), **I** 55, 56 ; **II** 154

Bessel, Friedrich (1784-1846), **II** 288

Black, Joseph (1728-1799), **II** 307

Blay, Michel, **I** 17 ; **II** 537, 540

Borelli, Gian-Alfonso (1608-1679), **II** 251, 252

Bonche, Élisabeth, **II** 228

Bouguer, Pierre (1698-1758), **I** 18 ; **II** 308

Boulliau, Ismaël (1605-1694), **II** 256-257

Boyle, Robert (1627-1691), **I** 142, 143 ; **II** 218, 481, 482

Bradley, James (1693-1762), **I** 165, 166 ; **II** 252, 309, 396, 471, 473-474

Brahé, Tycho (1546-1601), **II** 264, 313, 477-478

Bretagnon, Pierre (1943-2002), **I** 52 ; **II** 537

Breteuil, Louis-Nicolas Le Tonnelier, baron de Preuilly et de (1648-1728), **I** 21

Brown, Andrew, **I** 22, 24, 25 ; **II** 537

Brunet, Pierre (1893-1950), **I** 17 ; **II** 538

Buffon, Georges Louis Leclerc, comte de (1707-1788), **I** 19 ; **II** 27, 527, 541

Cajori, Florian (1859-1930), **II** 541

Calandrini, Jean-Louis (1703-1758), **I** 19

Cassini (I), Jean-Dominique (1625-1712), **I** 3, 15, 16 ; **II** 251-254, 277, 290-293, 298, 299, 304, 434, 435, 482

Cassini (II), Jacques (1677-1756), **I** 15

Cassini (III), César-François (1714-1784), **I** 19 ; **II** 538

Cavendish, Henry (1731-1810), **I** 12 ; **II** 538

Celsius, Anders (1701-1744), **I** 18

Cervantès, Miguel de (1547-1616), **I** 60

Chambat, Frédéric, **I** 42, 44 ; **II** 538

Chandrasekhar, Subrahmanyan (1910-1995), **II** 538

Chapront-Touzé, Michelle, **I** 20, 52 ; **II** 537, 538

Clairaut, Alexis-Claude (1713-1765), **I** xv, 16-26, 32, 38, 40, 42, 47, 55-59, 65, 101, 143, 392 ; **II** 297, 489, 514, 538, 542

Cohen, Isaac-Bernard (1914-2003), **I** 18, 42 ; **II** 228, 277, 353, 368, 383, 538, 541

Colepresse, Samuel (? -1669), **II** 319, 376

Collins, John (1625-1683), **II** 27

Conduitt, Catherine, née Barton (1679-1739), **I** 6, 17

Conduitt, John (1688-1737), **I** 17

Copernic, Nicolas (1473-1543), **I** 2 ; **II** 237, 263-264, 538

Cotes, Roger (1682-1716), **I** 9, 27, 42, 101, 139, 143, 164 ; **II** 535

Couplet, Claude-Antoine (1642-1722), **II** 305

Couplet des Tortreaux, Pierre (1668-1744), **II** 305, 306

Courcelle, Olivier, **I** 40 ; **II** 537, 538

Cysat, Jean-Baptiste (1585-1657), **II** 404

De Gandt, François, **I** 8 ; **II** 538, 541

Delambre, Jean-Baptiste (1749-1822), **II** 538

Desaguliers, Jean Théophile (1683-1744), **I** 9 ; **II** 187-188

Descartes, René (1596-1650), **I** 3, 5, 6, 9, 14, 18, 57-59, 140, 152-153, 514, 517 ; **II** 129, 192, 273, 455, 538, 540

Du Châtelet, Gabrielle-Émilie Le Tonnelier de Breteuil, marquise (1706-1749), 4, 18, 19, 21-26, 40, 48, 55, 57-62, 101 ; **II** ii, 489, 537-542

Du Châtelet, Florent-Claude de Lomont, marquis (1695-1765), **I** 21, 57

Du Châtelet, Florent Louis-Marie, duc (1727-1793), **I** 21, 22, 57

Du Châtelet, Gabrielle-Pauline (1726-1754), **I** 21

Einstein, Albert (1879-1955), **I** xv, 15 ; **II** 270, 537, 539

Euclide (III^e av. -III^e av. J.-C.), **I** 5, 10, 36, 58, 238, 243, 270, 300, 342, 481 ; **II** 55, 209, 326, 327

Euler, Leonhard (1707-1783), **I** 10, 19-21 ; **II** 516, 539

Feuillée, Louis (1660-1732), **II** 306

Flamsteed, John (1646-1719), **I** 4, 165 ; **II** 252, 278, 401, 405, 421, 427, 431, 442, 443, 471-473

Fontenelle, Bernard Le Bovier de (1657-1757), **I** 17

Frisius, Gemma (1508-1555), **II** 477

Galilei, Galileo (1564-1642), **I** 2, 3, 5, 7, 8, 58, 156-157, 202, 252, 261, 268, 507, 510, 513, 514 ; **II** 35, 36, 40, 41, 149, 153, 185, 186, 252, 482, 514, 537-539

Gallet, Jean Charles (1637-1713), **II** 435, 439-440

Gascoigne, William (1612-1644), **II** 252

Gassendi, Pierre (1592-1655), **I** 58 ; **II** 256

Gauss, Carl Friedrich (1777-1855), **I** 461

Gemma, Cornelius (1535-1578), **II** 477

Godin, Louis (1704-1760), **I** 18

Gottignies, Gilles François de (1630-1689), **II** 468, 470

's Gravesande, Willem Jacob (1688-1742), **I** 17, 19 ; **II** 539

Gregory, James (1638-1675), **II** 354

Grimaldi, Francesco Maria (1618-1663), **I** 514, 515

Guicciardini, Niccolò, **II** 540

Halley, Edmond (1656-1743), **I** 4, 8, 9, 13, 16, 21, 40, 42, 56, 73, 136, 165-166, 248 ; **II** 91, 305, 321, 370, 401, 421, 429-432, 435-436, 464, 471-476, 514, 540, 542

Harvey, William (1578-1657), **I** 58

Hauksbee, Francis (? -1713), **II** 185

Herivel, John William (1918-2011), **I** 4 ; **II** 540

Herschel, William (1738-1822), **I** 13

Hevelius, Johannes Hewel, dit (1611-1687), **II** 401-404, 458-460, 463, 470

Hipparque (161-127 av. J.-C.), **II** 400, 479

Hooke, Robert (1635-1703), **I** 4, 7, 8, 248 ; **II** 185, 188, 438-440, 467-470

Horrocks, Jeremiah (1619-1641), **II** 256, 369

Hudde, Johann van Waveren (1628-1704), **II** 27

Huygens, Christiaan (1629-1695), **I** 3, 7, 8, 11, 14, 146, 147, 171, 203-204, 208, 209, 249, 400, 402, 406, 516 ; **II** 101, 254, 255, 263-265, 276-277, 482, 540

Jacquier, François (1711-1788), **I** 19, 22-24, 277 ; **II** 540, 541

al-Kashi, Ghiyath ad-Din Jamshid Masud (vers 1380-1429), **I** 481

Keill, John (1671-1721), **I** 20 ; **II** 540

Kepler, Johannes (1571-1630), **I** 3, 5, 8, 11, 12, 14, 18, 239, 240, 247, 272, 342-346, 443, 505 ; **II** 71, 234, 237, 252, 254, 256-259, 266, 369, 404, 417, 432, 455, 476-479, 540

Kirch, Gottfried (1639-1710), **I** 165 ; **II** 430

Kölving, Ulla, **I** 25, 48 ; **II** 537, 540

König, Samuel (1712-1757), **I** 22

Koyré, Alexandre (1892-1964), **I** 11 ; **II** 277, 383, 540, 541

La Caille, Nicolas-Louis de (1713-1762), **I** 19, 21, 56 ; **II** 384

La Condamine, Charles-Marie de (1701-1774), **I** 18, 25 ; **II** 308

Lalande, Joseph Jérôme Lefrançois de (1732-1807), **I** 16, 21, 56 ; **II** 384, 540

Lambert, Michel (vers 1722-1787), **I** 23, 26, 40-43, 66, 127

Laplace, Pierre-Simon (1749-1827), **I** 15 ; **II** 216, 286, 384, 540, 542

Legendre, Adrien-Marie (1752-1833), **II** 525

Leibniz, Gottfried Wilhelm (1646-1716), **I** 4, 9, 14, 17, 18, 22, 23, 57 ; **II** 27

Le Monnier, Pierre-Charles (1715-1799), **I** 18, 20, 56 ; **II** 540

Lepaute, Nicole-Reine (1723-1788), **I** 16, 21

Le Seur, Thomas (1703-1770), **I** 19, 277 ; **II** 541

Le Verrier, Urbain (1811-1877), **I** 16

Loir, Marianne (1715-1769), **II** ii

Machin, John (1680-1751), **II** 354-359

Mariotte, Edme (1620-1684), **I** 203, 204

Maupertuis, Pierre-Louis Moreau de (1698-1759), **I** 17-19, 22, 23, 143 ; **II** 540, 541

Mayer, Tobias (1723-1762), **I** 21 ; **II** 541

Mercator, Nikolaus Kaufmann (1620-1687), **II** 290

Montanari, Geminiano (1633-1687), **II** 436-440, 444, 458

Motte, Andrew (1696-1734), **I** 4, 17, 386, 392, 439, 464 ; **II** 7, 27, 124, 151, 169, 170, 185, 189, 228, 246, 263, 290, 307, 353, 368, 369, 376, 383, 402, 445, 449, 541

Newton, Isaac (1643-1727), **I** ii, xv, xvi, 3-25, 35-40, 43, 47, 57-61, 62-64, 124-125, 131, 133-137, 139-164, 165-166 ; **II** 436, 513-514, 515-533, 537-542

Norwood, Richard (1590-1675), **II** 292

Pappus (IVe- IVe), **I** 133, 298, 300

Pemberton, Henry (1694-1771), **I** 9, 17, 19, 165 ; **II** 354, 542

Petit, Pierre (1598-1677), **II** 468, 470, 542

Picard, Jean (1620-1682), **I** 7, 8 ; **II** 264, 292, 293, 297, 307, 309, 467

Pline l'Ancien (23-79), **II** 479

Pocock, Edward (1604-1691), **II** 483, 484

Pound, James (1669-1724), **I** 165 ; **II** 252, 298, 424, 427, 430, 474

Ptolémée, Claudius (100-170), **I** 1, 3, 163 ; **II** 263

Richer, Jean (1630-1696), **I** 3, 15 ; **II** 277, 304, 308-309, 531, 542

Rømer, Ole Christensen (1644-1710), **I** 514-515

Rouillé de Meslay, Jean (1656-1715), **I** 20

Rousseau, Jean-Baptiste (1670-1741), **I** 62

Saint-Lambert, Jean-François de (1716-1803), **I** 21, 24-26, 59 ; **II** 539

Sallier, Claude (1685-1761), **I** 21, 26, 101, 126

Sauveur, Joseph (1653-1716), **II** 218

Savile, Henry (1549-1623), **II** 474

Schroeder, Prosper (1934-2010), **I** 17, 19 ; **II** 542

Seeman, Enoch (1694-1745), **I** 124

Snell van Roijen, Willebrord (1580-1626), **I** 514

Souchay, Jean, **I** 20 ; **II** 537

Stansel, Valentin (1621-1705), **II** 459

Storer, Arthur (1648-1686), **II** 436, 458, 459

Streete, Thomas (1622-1689), **II** 263, 264

Struve, Friedrich Wilhelm (1793-1864), **I** 2 ; **II** 288

Stukeley, William (1687-1765), **I** 6 ; **II** 542

Sturmy, Samuel (1633-1669), **II** 319, 375-377

Taton, René (1915-2004), **I** 21 ; **II** 537, 542

Torricelli, Evangelista (1608-1647), **II** 154

Toulmonde, Michel, **I** 2, 3, 44 ; **II** 228, 253, 304, 384, 539, 542

Towneley, Richard (1629-1708), **II** 252

Valéry, Paul (1871-1945), **I** 6

Varignon, Pierre (1654-1722), **I** 17

Vayringe, Philippe (1684-1746), **I** 24

Viète, François (1540-1603), **I** 290

Voltaire, François-Marie Arouet, dit (1694-1778), **I** 6, 17-19, 21-25, 40, 42-44, 56-61, 62-64, 124 ; **II** 537, 540, 542

Wallis, John (1616-1703), **I** 203, 204, 334

Wendelin, Govaert (1580-1667), **II** 263, 264

Westfall, Richard (1924-1996), **I** 14, 243 ; **II** 542

Whiteside, Derek-Thomas (1932-2008), **I** 347 ; **II** 525, 541, 542

Wren, Christopher (1632-1723), **I** 8, 9, 203, 204, 208, 209, 248, 334, 406, 407

Liste des illustrations

TOME I

1. Frontispice de l'édition de 1726 des *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Bibliothèque de Genève, Kb 332 ii

2. Première page non cartonnée du texte des *Principes mathématiques* de l'émission de 1756, où le bandeau et la lettrine sont absents. Médiathèque Jean-Jacques Rousseau, Chambéry, Per B 5372 41

3. Portrait d'Isaac Newton à 83 ans, gravé par James Macardel d'après le tableau de Enoch Seeman peint vers 1726. British Museum, Londres, 1902,1011.3357 125

4. Page de titre de la première édition de la traduction des *Principia*. Bibliothèque de Genève, Kb 332 127

5. Page de titre du manuscrit de la traduction des *Principia* de Newton par Émilie Du Châtelet. Bibliothèque nationale de France, Fr. 12266, f. 1*r* 128

6. Traduction de la dédicace de Newton de l'édition de 1726. BnF, Fr. 12267, f. 6*r* 130

7. Première page du texte des *Principia* de Newton, édition de 1726. Bibliothèque de Genève, Kb 128 167

8. Première page du texte de la traduction des *Principes mathématiques*. BnF, Fr. 12266, f. 2*r* 168

9. Exemple de réécriture par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 7*r* 175

10. Figure tracée par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 27*r* 193

11. Figure tracée par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 41*r* 205

12. Figure tracée par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 52*v* 219

13. Figure tracée par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 55*v* 223

14. Figure tracée par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 58*r* 227

15. Figure tracée par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 60*r* 231

16. Figure tracée par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 61*v* 234

17. Figures 48 et 49 et 51, dessinées pour le graveur. MLM, 72389, 0021 305

18. Expressions mathématiques écrites par Émilie. BnF, Fr. 12266, f. 167*v* 388

19. Une indication marginale « si bien, embroüillé ». BnF, Fr. 12266, f. 235*r* 452

20. Une ligne blanche « a faire ». BnF, Fr. 12266, f. 235*v* 453

TOME II

21. Portrait d'Émilie Du Châtelet par Marianne Loir. Musée des beaux-arts de Bordeaux ii

22. Fractions écrites par Émilie. BnF, Fr. 12267, f. 67*v* 43

23. Première page du Livre III de la première édition de la traduction des *Principia* de Newton par Émilie Du Châtelet. Bibliothèque de Genève, Kb 332 241

24. Esquisse d'un tableau qui aurait pu être complété par un copiste. BnF, Fr. 12266, f. 444*r* 469

25. Une planche dépliante de l'édition de 1759. Bibliothèque de Genève, Kb 332 490

26-44. Figures dessinées pour le graveur. Musée des lettres et manuscrits, Paris, 72389, 0001-0019 491-509

Table des matières

TOME I

Remerciements ix

Abréviations, sigles et symboles xi

Mesures et monnaies xiii

Avant-propos xv

Introduction

I. Newton et les *Principia* 1
1. Le système du Monde avant Newton 1
2. Chronologie de Newton 3
3. Idée de la gravitation (1665) 4
4. La légende de la pomme (1666) 6
5. Le manuscrit *De motu* (1684) 8
6. Les trois éditions des *Principia* (1687, 1713, 1726) 9
7. Structure des *Principia* 10
8. L'apport des *Principia* 13
9. Difficultés des *Principia* 14
10. Diffusion des idées de Newton 16

II. Genèse de la traduction 21

III. Les manuscrits des *Principes mathématiques* 25
1. Structure des manuscrits 26
2. L'écriture d'Émilie 31
3. Des aspects mathématiques 34
4. Des erreurs du manuscrit 37
5. Les figures 38
6. Les tableaux de valeurs numériques 39
7. Les unités employées par Newton 39

IV. L'édition 39
1. La publication tardive et le contexte scientifique 39
2. L'émission de 1755-1756 42
3. L'émission définitive de 1759 43
4. Du manuscrit à l'imprimé de 1759 47

V. Réception 48

VI. Principes d'édition 48

1. Transcription du texte 48
2. Transcription des symboles mathématiques 50
3. Transcription des textes cités 51
4. Calculs (logiciels) 52

Textes de l'édition de 1759 absents des manuscrits

Avertissement de l'éditeur 55

Préface historique 57

Sur la physique de Newton à madame la marquise Du Chastelet 62

Approbation 65

Privilège du roi 65

Les tables

Table des chapitres de tout l'ouvrage 69

Table alphabétique des matières 71

Table alphabétique des matières contenues dans les *Principes de la philososophie naturelle* 87

Table rajoutée à la Bibliothèque du roi 101

Les errata

Errata à l'édition de 1759 105

Errata à la troisième édition des *Principia* de 1726 122

Lettre d'Émilie Du Châtelet à Claude Sallier 126

Principes mathematiques de la philosophie naturelle

Dédicace de Newton de l'édition de 1726 131

Préface de monsieur Newton à la première édition des *Principes* en 1686 133

Préface de l'auteur à la tête de la seconde édition 137

Préface de M. Cotes sur la présente [2e] édition des *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* de M. Newton 139

Préface de l'auteur à la troisième édition 165

Définitions 169

Axiomes ou lois du mouvement 189

Du mouvement des corps. Livre premier 217

Section 1. De la méthode des premières et dernières raisons employée dans tout cet ouvrage 217

Section 2. De la recherche des forces centripètes 239

Section 3. Du mouvement des corps dans les sections coniques excentriques 263

Section 4. De la détermination des orbes elliptiques, paraboliques et hyperboliques, lorsque l'un des foyers est donné 281
Section 5. De la détermination des orbites lorsqu'aucun des foyers n'est donné 293
Section 6. De la détermination des mouvements dans des orbes donnés 337
Section 7. De l'ascension et de la descente rectiligne des corps 349
Section 8. De la détermination des orbes que décrivent des corps sollicités par des forces centripètes quelconques 365
Section 9. Du mouvement des corps dans des orbes mobiles, et du mouvement des apsides 375
Section 10. Du mouvement des corps dans des superficies données, et des oscillations des corps suspendus par des fils 393
Section 11. Du mouvement des corps qui s'attirent mutuellement par des forces centripètes 415
Section 12. Des forces attractives des corps sphériques 461
Section 13. Des forces attractives des corps qui ne sont pas sphériques 491
Section 14. Du mouvement des corpuscules attirés par toutes les parties d'un corps quelconque 509

TOME II

Abréviations, sigles et symboles vii

Mesures et monnaies ix

Principes mathematiques de la philosophie naturelle

Du mouvement des corps. Livre second 3
Section 1. Du mouvement des corps qui éprouvent une résistance en raison de leur vitesse 3
Section 2. Du mouvement des corps qui éprouvent une résistance en raison doublée des vitesses 17
Section 3. Du mouvement des corps qui éprouvent des résistances qui sont en partie en raison de la vitesse, et en partie en raison doublée de cette même vitesse 51
Section 4. Du mouvement circulaire des corps dans les milieux résistants 65
Section 5. De la densité et de la compression des fluides et de l'hydrostatique 77
Section 6. Du mouvement et de la résistance des corps oscillants 97
Section 7. Des mouvements des fluides et de la résistance des projectiles 133
Section 8. De la propagation du mouvement dans les fluides 195
Section 9. Du mouvement circulaire des fluides 221
Système du Monde. Livre troisième 245
Règles qu'il faut suivre dans l'étude de la physique 246
Phénomènes 251
Propositions [La gravitation universelle] 261
[La figure de la Terre] 291
[La Lune et les marées] 311

[La précession des équinoxes] 387
[Les comètes] 397
Scholie général 481

Figures manuscrites 489

Annexes
A. Les dates de Newton 513
B. Tir balistique (Livre II, Sections 1 et 2) 515
C. La chute verticale ralentie (Livre II, Section 7, Proposition 40) 517
D. Le solide de moindre résistance (Livre II, Section 7, Proposition 34) 523
E. Attraction d'un sphéroïde (Livre I, Section 13, Proposition 91) 526
F. La forme de la Terre (Livre III, Proposition 19) 529
G. Le Lemme 3 (Livre III) 532

Liste des manuscrits cités 535

Liste des ouvrages cités 537

Index des notions 543

Index des noms 547

Liste des illustrations 551