



HAL
open science

**Edition critique et commentée de manuscrits inédits de
Philippe de la Hire : “ Défense du système de m.
Descartes sur le flux et le reflux de la mer ”**

Christophe Schmit

► **To cite this version:**

Christophe Schmit. Edition critique et commentée de manuscrits inédits de Philippe de la Hire : “ Défense du système de m. Descartes sur le flux et le reflux de la mer ”. Archives internationales d’histoire des sciences, 2020, 69 (182-183), pp.6-28. 10.1484/J.ARIHS.5.122107 . hal-03027691

HAL Id: hal-03027691

<https://hal.science/hal-03027691>

Submitted on 27 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Christophe Schmit, « Edition critique et commentée de manuscrits inédits de Philippe de la Hire : « Défense du système de m. Descartes sur le flux et le reflux de la mer » », *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, vol. 69, n° 182-183, 2019 (2020), p. 352-370.

Annexe

Edition critique et commentée de manuscrits inédits de Philippe de la Hire : « Défense du système de m. Descartes sur le flux et le reflux de la mer »

Christophe Schmit
SYRTE, Observatoire de Paris, CNRS, Université PSL, Sorbonne Université,
61, avenue de l'Observatoire
F-75014 PARIS, France
christophe.schmit@obspm.fr

Abstract :

We propose a critical and commented edition of Philippe de La Hire's autograph manuscripts relating to the question of tides kept at the Academy of Sciences of Paris. These works are part of a context of debates in the years 1670-1680 on the Cartesian explanation of tides. La Hire seeks to grant observations related to the lunar movement to Descartes' theory of tides. He takes the "defence" of Descartes' theory, which he considers the most "probable". He evokes the Cartesian vortex theory as a hypothesis and these manuscripts question the value of the hypotheses of the mechanism in natural philosophy according to La Hire.

Keywords :

René Descartes, Theory of Tides, Vortex Theory, Hypothesis, Mechanism

Appendix.

Critical and commented edition of unpublished manuscripts by Philippe de la Hire : “Defense of the system of Mr. Descartes on tides”

Résumé :

Nous proposons une édition critique et commentée de manuscrits autographes de Philippe de La Hire relatifs à la question des marées conservés à l'Académie des sciences de Paris. Ces travaux s'inscrivent dans un contexte de débats dans les années 1670-1680 sur l'explication cartésienne des marées. La Hire cherche à accorder les observations liées au mouvement lunaire à la théorie des marées de Descartes. Il prend la « défense » de la théorie de Descartes, qu'il considère comme la plus « probable ». Il évoque les tourbillons cartésiens qu'il considère comme une « hypothèse » et ces manuscrits permettent d'interroger le statut des hypothèses du mécanisme dans la philosophie naturelle selon La Hire.

Mots-clés :

René Descartes, Théorie des marées, Théorie des tourbillons, Hypothèse, Mécanisme

1. Présentation des manuscrits : contenu scientifique et éléments contextuels

Les procès-verbaux de l'Académie royale des sciences mentionnent que lors de la séance du samedi 17 mai 1692 « Monsieur De la Hire a lu un écrit du flux et reflux de la mer suivant les principes de m.^r Descartes¹ ». Ce texte n'est pas retranscrit dans ces procès-verbaux, mais la pochette des séances de l'Académie royale des sciences pour l'année 1692, conservée aux Archives de l'Académie des sciences, regroupe sous un dossier « Défense du système de m. Descartes sur le flux et le reflux de la mer » deux manuscrits qui semblent correspondre à l'« écrit » du 17 mai 1692. La confrontation de ces deux documents avec des lettres de La Hire conservées à la bibliothèque de l'Observatoire de Paris montrent qu'ils sont de sa main.

Le premier manuscrit, que nous nommerons A, se compose de 4 feuillets numérotés de 1 à 8 et porte le titre « Defense du systeme de M^r. Descartes du le flux et le reflux de la mer ». Le deuxième

¹ *Procès-verbaux de l'Académie royale des sciences*, t. XIII, 1690-sept 1693, f. 99v.

– B –, comprend 3 feuillets non numérotés et s'intitule « Explication du flux et du reflux de la mer suivant le systeme de Mr. descartes ». B correspond manifestement à une variante du début de A dont les deux premiers feuillets sont barrés, sans que l'on sache pour autant s'il doit le remplacer. Ces deux sources se complètent : B donne explicitement des noms de savants qui demeurent implicites dans A lequel contient le développement scientifique absent de B. Comme les titres le suggèrent, ce développement consiste à soutenir la validité de l'explication de la théorie des marées des *Principes de la philosophie* de Descartes.

La Hire évoque « trois circonstances » observées lors des marées, à savoir leurs fréquences journalières et leurs durées, le fait qu'aux nouvelles et aux pleines lunes se produisent de grandes marées, et que les plus grandes marées ont lieu aux équinoxes. Il suit les contenus des articles 49 et 50 (première circonstance), 51 (deuxième) et 52 (troisième) de la quatrième partie des *Principes de la philosophie* de Descartes en explicitant et commentant le propos du philosophe. Puis, La Hire mentionne une « quatrième circonstance » qu'il a observé lui-même lors de ses voyages sur les côtes françaises dans les années 1679 et 1680, voyages dont le *Recueil d'observations* de 1693 rend compte², à savoir, comme il l'écrit dans le manuscrit édité ci-dessous, que « la marée ne suit pas le vray mouvement de la lune mais son moyen mouvement » ; La Hire poursuit en écrivant que ceci semble « repugner au systeme de M^r. descartes » mais qu'il « demontre qu'elle [cette « circonstance »] sy accorde parfaitement ». Cette relation entre le moyen mouvement de la lune et les marées fait aussi l'objet d'une intervention à l'Académie des sciences lors de la séance du 1^{er} décembre 1685 : « M^r De la hire a dit qu'il en [des observations « sur les hauteurs de la Mer » dans plusieurs ports], et qu'il a trouvé que le mouvement de la Mer suivoit le moyen mouvement de la Lune, et ne suivoit pas le vray mouvement de la Lune, ensorte qu'il semble que la Mer et la Lune dependent d'une mesme Cause, mais que le Corps de la Lune ne fait pas le mouvement de la Mer³ ». Les marées font à nouveau l'objet d'un « Mémoire pour envoyer à S^t Malo a une personne qui y est et qui doit observer exactement les marées et leur hauteur » lu par La Hire le 19 janvier 1686⁴. Entre les voyages sur les côtes atlantiques et la publication du *Recueil d'observations* en 1693 s'intercale donc les deux manuscrits et la lecture du 17 mai 1692 qui s'attachent alors, notamment, à montrer la conformité d'observations récentes avec la théorie de Descartes.

Ces manuscrits témoignent aussi de la participation de La Hire dans les débats des années 1670-1680 qui portent sur les explications de Descartes des phénomènes des marées. La Hire propose une « défense » ou une « explication » de Descartes, et il inscrit ainsi ses réflexions dans le cadre de la philosophie mécanique de son aîné. Il conclut qu'« on ne sçauroit nier que le systeme de M^r descartes ne soit fort bien imaginé pour expliquer le flux et le reflux de la mer dans toutes ses circonstances ». Cela signifie-t-il adhésion au système des tourbillons, ou s'agit-il d'un exercice d'éclaircissement de la pensée d'un auteur et de réponses à des critiques ? La Hire écrit ne pas vouloir « entreprendre icy de soutenir le systeme des Tourbillons » ; la phrase biffée qui suit immédiatement précise que ceux qui critiquent la théorie des marées de Descartes lui accordent le système des tourbillons, phrase à la place de laquelle La Hire écrit qu'il ne « le [le système des tourbillons] regarde que comme une hypothese dont on peut se servir pour expliquer commodement plusieurs mouvemens qu'on observe dans la nature ». La Hire estime que « le systeme de M^r descartes », à savoir son explication des marées, « semble le plus probable de tous ». La probabilité d'une explication en tant qu'elle semble être moins sujette au doute que d'autres et répondre dans son propre cadre théorique à des critiques, et qu'une « hypothese » puisse « expliquer commodement plusieurs mouvemens qu'on observe dans la nature », autrement dit expliquer d'une manière convenable un certain nombre d'événements physico-chimiques à l'aide des mêmes

² Voir *Recueil d'observations*, 1693. Les pages 47 à 56 contiennent des observations faites à Brest et à Nantes en septembre et décembre 1679, les pages 57 à 64 des observations sur les côtes de Gascogne, de Guyenne et de Saintonge en septembre-octobre 1680. Pour ces voyages, nous renvoyons à DEBARBAT, « Picard, La Hire et le Royaume de Louis XIV », dans le présent volume.

³ *Procès-verbaux de l'Académie royale des sciences*, t. II, 1683-1686, f. 151r.

⁴ *Procès-verbaux de l'Académie royale des sciences*, t. II, 1683-1686, f. 155r.

principes, paraissent être des critères de valeurs et de validité d'une théorie, à savoir ici celle des tourbillons.

Les pages qui suivent contiennent une transcription et une annotation des manuscrits A et B, ainsi qu'une photographie d'un feuillet du manuscrit A qui comprend une figure évoquée dans ce document.

2. Transcription et annotation des manuscrits

Principes d'éditions :

– : mots raturés

[...] : mots ou phrases en remplacements des mots raturés et ajoutés entre deux lignes.

{p.} : numéros de pages figurant dans le manuscrit A en haut à droite (pages impaires) et à gauche (pages paires)

/.../ : Partie rayée par une croix rouge sur le manuscrit A

(...) : mot et ponctuation non lisibles ou supposés

§...§ : ajouts dans la marge ou en bas de page sur le manuscrit A

{p. 1} M^r de La Hire le (---) 17 de May 1692

Defense du systeme de M^r. Descartes du⁵ le flux et le reflux de la mer

/Il n'y a point de partie de Physique qui ait donné plus d'exercice aux Philosophes anciens et modernes, que le flux et le reflux de la mer. Ils ont inventé differens systemes pour en rendre raison, mais il n'y en a point qu'on recoive communement entre ceux qui raisonnent sans aucune passion que celle de decouvrir la verité, comme on fait a present de la pesanteur de l'air, pour expliquer la suspension du mercure et de l'eau dans les tuyaux fermez, et generalement tous les autres effets, qu'on attribuoit autrefois à l'horreur du vuide. Il semble pourtant qu'on ne devoit pas douter que la vraye cause du flux et du reflux de la mer ne vint de la lune, puisqu'on est ~~tres convaincu~~ [asseuré] qu'il s'accorde aux mouvemens de cet astre ; et c'est aussi pour cette raison que la plupart des Philosophes ont taché de l'expliquer par ce moyen ; mais il n'y en a point qui l'ait fait avec plus de succès que M^r. Descartes [en suivant les principes de la geometrie et de l'astronomie]. Cependant ce grand Philosophe n'a pas laissé de trouver des critiques qui ont tasché de detruire son systeme [du flux et du reflux], quoi qu'ils luy accordassent celuy des Tourbillons, qui sert de fondement à sa physique ; et ils l'attaquent fort adroitement dans une circonstance du flux et du reflux, qui est tres assuree, et à laquelle je ne vois pas que personne de ceux qui {p. 2} soutiennent son parti, ait encore rien repondu⁶. Cette circonstance est la seconde des trois que M^r. descartes explique sur le flux et le reflux, et qu'on avoit connue jusqu'à present⁷ ; mais il y en a une quatrième que j'ay decouverte dans les observations que j'ay faites a Brest et a Bayonne dans les années 1679 et 1680 lorsque j'y fus envoyé par le Roy pour y faire des observations Astronomiques et Physiques. Cette quatrième circonstance du flux et du reflux de la mer est plus difficile à expliquer que les autres et mesme dans le systeme de M^r descartes, qui semble le plus probable de tous

Il est difficile de repondre aux objections qu'on a fait à M^r. descartes a moins qu'on ne sçache ~~toutes~~ les parties de mathematique qu'il sçavoit tres bien, et qu'on ne fasse une grande attention à toutes ses parolles ; car il s'est expliqué à la maniere des geometres, c'est a dire d'une maniere serrée, juste, sans aucunes repetitions et supposant qu'on devoit se souvenir de ce qu'il avoit avancé dans les discours precedents.

⁵ « du » écrit sur « sur ».

⁶ Le manuscrit B évoque des débats de la fin des années 1670 qui opposent « M^r de Castellet à M^r Gadrois », impliquant aussi « M^r Cassini » et « M^r hebert ». LA GRANGE, *Traité des elemens et des meteoires*, 1679, chap. XVI « Du flux et reflux de la Mer. Contre Descartes », p. 367-401 critique aussi la théorie des marées de Descartes et mentionne ces débats. Sur les positions de cet auteur contre les « nouveaux Philosophes », voir ROUX, « An Empire Divides », 2013.

⁷ DESCARTES, *Principes de la philosophie*, 1996, Partie IV, art. 49 et 50 p. 227-229 explique ce « qui fait qu'elle [la mer] se hausse & se baisse réglément deux fois par jour en chaque lieu, & que cependant elle coule sans cesse du levant vers le couchant » et « pourquoy l'eau de la mer employe douze heures & environ vingt-quatre minutes, à monter & descendre en chaque marée ». L'art. 51 (p. 229) justifie « pourquoy les marées sont plus grandes, lors que la Lune est pleine ou nouvelle, qu'aux autres temps ». L'art. 52 (p. 229) montre « pourquoy elles sont aussi plus grandes aux Equinoxes qu'aux Solstices ». Les art. 49 et 50 correspondent à la première « circonstance », les art. 51 et 52 aux deux autres.

Je ne veux pas entreprendre icy de soutenir son [le] systeme des Tourbillons, ~~puisque ceux qui ont critiqué celui du flux et du reflux ne font pas de difficulté de le luy accorder~~ [Je ne le regarde que comme une hypothese dont on peut se servir pour expliquer commodement plusieurs mouvemens qu'on observe dans la nature]. ~~Il ne sera pas non plus~~ [je ne crois pas qu'il soit] necessaire de ~~parler de~~ [de m'arrester à] la premiere circonstance qui est celle du flux et du reflux, qui arrive deux fois par jour en suivant le mouvement de la lune, ce ~~qu'il~~ [M^r. Descartes] explique par son systeme dans ~~l'~~ [les] articles 49 et 50 {p. 3} de la quatrieme partie des principes de la ~~physique~~ Philosophie, car on ne fait pas de difficultés de le luy accorder⁸. ~~Mais on combat fortement~~ [Pour] la seconde circonstance (:) ~~qu'il~~ [il] l'explique en peu de mots dans l'article 51, et il me semble que c'est ~~celuy~~ [ce] qu'il devoit expliquer le plus au long et avec plus de soin, quoy qu'il ne soit pas si sensible que le premier ; car il regarde l'augmentation des marées qui arrivent vers les nouvelles et pleines lunes⁹. § C'est cette circonstance [seule] du flux et du reflux qu'on a ~~deja~~ attaquée en différens temps et mesme depuis peu et à laquelle on a ~~tres~~ bien repondu mais comme on ne l'a pas fait avec autant ~~de soin~~ [d'exactitude] qu'il seroit necessaire je ~~me (...)~~ engagé de la faire [le feray] plus au long, afin de n'y laisser aucun ~~doute pour cet article~~ [sujet d'en douter]¹⁰.§

⁸ Selon Descartes, lors de la circulation de la Lune dans le tourbillon terrestre, lorsque la Lune occupe le diamètre le plus petit de cette orbite, la matière subtile entre elle et la Terre trouve moins d'espace pour circuler qu'elle n'en a pour tout autre diamètre et, ainsi, « elle s'y doit mouvoir plus vite, & presser davantage les superficies de l'air & de l'eau [...] & en suite, [...] l'air & l'eau estant des corps liquides, qui cedent lors qu'ils sont pressez & s'écoulent aisément ailleurs, ils doivent avoir moins de hauteur ou profondeur ». Par ailleurs, pendant les 6h que met le point de la Terre où la mer est la plus basse à parcourir 90°, la Lune « se sera cependant avancée » et ce point deviendra celui de « la plus grande hauteur de la mer » au bout de 6h12. Ainsi, « l'eau de la mer employe douze heures & environ vingt-quatre minute, à monter & descendre en chaque marée ». DESCARTES, *Principes de la philosophie*, 1996, Partie IV, art. 49 et 50, p. 227-229. CASTELET, *Lettre de Monsieur de Castelet*, 1677, p. 5 écrit que Descartes explique « assez bien pourquoy le Flux retarde tous les jours de trois quart-d'heures ou environ » et estime que « ce qu'il dit est tres-certain que la Lune retarde tous les jours d'autant de temps sont passage par le Meridien ». Pour sa part, LA GRANGE, *Traité des elemens et des meteores*, 1679, p. 369-370 juge que « l'opinion que Descartes a eue du Flux & Reflux de la Mer [...] est quelque chose d'assez bien conceu », tout en rejetant que la Terre tourne sur elle-même et en faisant jouer à l'air le rôle que Descartes attribue à la matière subtile.

⁹ Descartes écrit que le tourbillon de la Terre « n'est pas exactement rond » et que la Lune lors des pleines Lune et des nouvelles Lune se trouve dans « celui de ses diametres le plus petit de tous ». Ainsi, « la presence de la Lune presse davantage les eaux de la mer, & les fait hausser & baisser davantage, lors qu'elle est pleine ou nouvelle, que lors qu'elle n'est qu'à demy pleine », DESCARTES, *Principes de la philosophie*, 1996, Partie IV, art. 51, p. 229.

¹⁰ C'est ce point que CASTELET, *Lettre de Monsieur de Castelet*, 1677, p. 5-6 remet en cause. Il rapporte que selon l'art. 51 des *Principes de la philosophie* « la Lune presse l'air plus fortement dans les Syzygies, parce qu'elle est alors dans son Perigée, & qu'elle le presse beaucoup moins dans les quadratures où elle se trouve dans son Apogée ». Or, d'après les « Observateurs » et « les experiences journalieres », le périgée de la Lune « se rencontre aussi-tost dans les quadratures que dans les Syzygies » ; « le Perigée de la Lune n'est pas plus attaché aux Syzygies qu'aux quadratures ». GADROYS, *Lettre de M. Gadroys*, 1677, p. 2 répond que Castelet s'appuie sur « l'autorité des Anciens » et qu'il se trompe avec eux : « les observations modernes qu'ont peut dire estre plus exactes que les anciennes, parce qu'elles se font par les lunettes dont on estoit privé autrefois, montrent que le Perigée de la Lune ne se rencontre jamais que dans les Syzygies, & non point indifferemment comme il le pretend dans les Quadratures ». Gadroys s'appuie sur des observations de Jean-Dominique Cassini dont il reproduit une lettre et qui doivent, selon lui, justifier que « la Lune n'est jamais si proche de la Terre qu'aux Conjonctions & aux Oppositions principalement à celles qu'on nomme Perigées », ceci s'accordant selon lui avec la théorie de Descartes (p. 11). Mais La Grange défend Castelet, et écrit que la question n'est pas de savoir si « la Lune n'est jamais plus proche de la Terre, que dans quelque Conjonction & Opposition », mais « il s'agit seulement, si la Lune est toujours plus proche de la Terre dans les Sizigies ; & si elle n'est point plus proches dans plusieurs Quadratures : Parce que, s'il est vray que la Lune soit plus proche de la Terre dans plusieurs Quadratures, la supposition de Descartes est fausse, que la Lune est toujours plus proche de la Terre dans les Sizigies ». Or « le Systeme de Monsieur de Cassigny [...] fait voir evidemment la verité de ce qu'avance Monsieur de Castelet, que la Lune est souvent plus proche de la Terre dans les Quadrature, que dans les Sizigies ». Voir LA GRANGE, *Traité des elemens et des meteores*, 1679, p. 377-379. Pour HEBERT, *Lettre de Monsieur Hebert*, ca 1677, p. 2, il ne faut pas « abandonner le parti de M. Descartes » et « la réponse de M. Gadroys [à Castelet] n'a pas esté telle que je l'attendois [...] il me sembloit qu'elle n'avoit fait qu'affoiblir la Cause de M. Descartes ». Hebert écrit que Castelet et Gadroys pensent que selon Descartes la Lune et la Terre sont plus proches l'une de l'autre dans les syzygies que dans les quadratures ceci produisant de plus grandes marées selon l'explication mécanique proposée par Descartes qui repose sur une pression de la matière subtile, mais il estime qu'il s'agit d'une mauvaise interprétation du propos du philosophe. Selon Hebert, lorsque Descartes écrit dans l'art. 51 que lors des pleines et des nouvelles Lune celle-ci se trouve dans « celui de ses diametres le plus petit de tous », ceci ne signifie pas qu'il s'agit du plus petit diamètre du tourbillon terrestre mais de l'orbite lunaire dans ce tourbillon, cette plus petite distance pouvant se rencontrer dans les quadratures (p. 3-6).

M^r Descartes¹¹ dit [~~dans la figure~~ dans l'article 51 de la quatrième partie des principes de la Philos. en expliquant sa figure] (:) que le Tourbillon de la terre ABCD n'est pas exactement rond, et que celui de ses diamètres dans lequel la lune se trouve étant pleine ou nouvelle, est le plus petit de tous, et celui qui le coupe à angles droits est le plus grand, ainsi qu'il a été dit cy dessus ; d'où il suit que la presens[c]e de la lune presse davantage les eaux de la mer, et les fait hausser et baisser davantage lorsqu'elle est pleine ou nouvelle, que lorsqu'elle n'est qu'à demi pleine. Ce sont ses propres mots, et c'est ce que je ~~pretens soutenir~~ [on soutient] contre ceux qui ont voulu détruire cette raison.

~~Je trouve premierement qu'ils peuvent~~ [Il me semble premierement que ceux qui ont attaqué cette explication peuvent] avoir été trompés par la figure que donne M^r Descartes, ~~qui~~ [laquelle] est fort imparfaite, et qui ne représente qu'en partie ce qu'il dit dans sa démonstration ; car elle n'est que partie d'une autre figure qu'il a expliquée auparavant¹². C'est pourquoi je donne la figure suivante qui ~~explique nettement~~ [montre clairement] tout le système de M^r Descartes.

S est le soleil FTGCH¹³ est la ligne que décrit la {p. 4} terre T dans son mouvement annuel, ~~laquelle~~ ~~ligne~~ [qu'on appelle son orbite qui] n'est pas une ligne circulaire ; et le point C est le plus éloigné du soleil, et le point H est le plus proche ce qui ne fait (rien) dans le système de M^r Descartes : mais il lui importe beaucoup que le tourbillon de la terre au milieu duquel elle est renfermée soit plus étroit dans la ligne AB qui le coupe, ~~laquelle ligne~~ [et qui] passe par le centre du soleil et par celui de la terre, que dans la ligne (...) FG qui coupe l'autre ligne AB à angles droits à peu près, et c'est ce qu'il démontre dans l'article 153 de la 3^e partie¹⁴. Ils peuvent encore avoir été surpris par la figure de M^r Descartes qui semble terminer le tourbillon de la terre à l'orbite de la lune, ce qui n'aurait pas de vraisemblance, et il prend bien garde aussi de ne pas confondre la figure de l'orbite de la lune avec celle du tourbillon de la terre¹⁵. C'est pourquoi j'ai représenté l'orbite de la lune par la ligne DLE qui peut être fort proche de la terre par rapport à la grandeur ~~de~~ [de son] tourbillon. ~~et~~ Cette¹⁶ orbite est plus étroite en LT qu'en DE et de plus sa partie D est la plus proche de la terre et [la partie E de] E en est la plus éloignée [représentée d'une figure à peu près elliptique dont le grand axe serait DE et dont le centre ne serait pas joint à celui de la terre]. On sait aussi que, cette orbite tourne autour de la terre en un peu moins de 9 ans, la ligne DE de son apogée et périgée tournant avec elle, en sorte que les points D et E et les moyens comme L se trouvent successivement vers le soleil, pendant {p. 5} que la lune fait son mouvement sur cette orbite en un mois. Dou il est évident que la lune est pleine et nouvelle dans tous les points de son orbite. Je laisse à part les irrégularités de cette orbite qui ne font rien à ce sujet.

C'est ~~de~~ par ces différentes distances de la lune à la terre dans les pleines et nouvelles lunes, qu'on prétend détruire le système de M^r Descartes ; car on dit s'il est vrai que la lune soit quelque fois plus éloignée de la terre dans les nouvelles et pleines lune que dans les quadratures, elle fera donc moins d'effort sur les eaux dans ces nouvelles et pleines lunes que dans ~~les~~ quelques quadratures, ce qui repugne à l'expérience¹⁷ ; donc le système de M^r Descartes ne peut pas se soutenir.

Je réponds à cet argument que M^r Descartes n'a pas dit que la lune étant proche ou éloignée de la [terre] elle fit une plus grande impression sur les eaux ; car il savait très bien que si la lune étoit fort proche de la

¹¹ « M^r Descartes » écrit sur le pronom personnel « Il ».

¹² L'art. 51 s'appuie sur la Planche XVI des *Principes de la philosophie*. D'après la figure donnée par La Hire (voir ci-dessous la photographie accompagnant cette Annexe), cette « autre figure » dont celle de la Planche XVI ne serait que « partie » pourrait correspondre à celle de la Planche XII des *Principes* qui représente à la fois le tourbillon autour du Soleil et celui autour de la Terre. Quoi qu'il en soit, dans la figure de la Planche XVI, Descartes semble conférer à l'orbite de la Lune une figure semblable à celle du tourbillon de la Terre et la Lune paraît placée à l'extrémité du tourbillon terrestre. Or, la Lune circule sur une orbite à l'intérieur de ce tourbillon de telle sorte que chacun de ses points puisse donner lieu à une opposition et à une conjonction, et pas uniquement ceux à l'extrémité du petit diamètre de l'orbite lunaire comme le laisserait supposer la figure de la Planche XVI. Ce raisonnement figure aussi chez HEBERT, *Lettre de Monsieur Hebert*, ca 1677, p. 4-6 qui montre que l'orbite de la Lune peut différer de la trajectoire de la matière subtile au sein du tourbillon terrestre et le périgée se trouver alors indifféremment dans les quadratures et les syzygies.

¹³ Pour cette figure, voir la photographie accompagnant cette Annexe.

¹⁴ DESCARTES, *Principes de la philosophie*, 1996, Partie III, art. 153, p. 198 : « pourquoi la Lune va plus vite, & s'écarte moins de sa route, étant pleine ou nouvelle, que pendant son croissant ou son decours ».

¹⁵ DESCARTES, *Principes de la philosophie*, Planche XVI.

¹⁶ Le « C » majuscule de « Cette » écrit un « c » minuscule.

¹⁷ Autrement dit, la matière subtile trouverait davantage d'espace pour circuler dans ces phases de pleines et nouvelles Lune où elle est plus éloignée de la Terre ; dans ces conditions, en suivant l'explication que Descartes donne dans l'art. 51, la matière subtile irait moins vite entre la Lune et la Terre et, par conséquent, elle presserait moins la mer et la ferait moins se baisser et se hausser que dans les quadratures.

terre dans une des syzygies, elle en seroit tres éloignée dans la suivante 15 jours apres, ce qui auroit detruit la raison de ces augmentations de marées, qu'on pretend qu'il apporte¹⁸ ; mais il dit seulement lorsqu'elle se trouve dans le petit diametre du tourbillon de la terre ou la matiere du tourbillon est la plus serrée, ce qui luy arrive toujours ~~la estant~~ dans son systeme lorsqu'elle est pleine ou nouvelle¹⁹. Mais ils diront peut estre qu'ils se sont persuadez que le tourbillon de la terre ~~suivoit exactement~~ [avoit] la [mêsme] figure ~~que~~ [que] l'orbite de la lune et que si M^r descartes ~~n'a rien dit au contraire~~ [n'en parle point] {p. 6} ne la pas entendu de ~~la~~ cette sorte, ce qu'on pourroit pourtant croire en considerant sa figure, il en devoit donner un avertissement. Il est vray que M^r descartes auroit dû faire cette remarque, s'il en pû soupçonner que quelqu'un eut pu faire cette difficulté sçachant un peu les principes d'astronomie : car il est fort aisé de ~~demontrer que ce n'est pas une loy de la nature~~ [faire voir que l'orbite de la lune ne doit pas necessairement avoir une figure semblable à celle du tourbillon de la terre qui la renferme]. Car lorsqu'il se rencontre plusieurs planetes dans un tourbillon, si la figure de leur orbite ~~suivoit celle estoit~~ s'accommodoit à celle du tourbillon, elles (---) devoit(---) estre ~~toutes~~ semblables et semblablement posées dans chacune des planettes, et ~~elles (---)~~ l'on connoitroit par son moyen celle du tourbillon : mais nous sçavons par les observations de tous les astronomes, que dans un mesme tourbillon qui est celuy du soleil, les figures des orbites des planetes sont placées diversement, ayant leur(---) ap helie ~~et perihelie~~ tourné vers differens endroits du ciel, et qu'ayant un mouvement particulier, ils changent continuellement les uns à legard des autres, dou lon ne peut rien determiner de la figure du tourbillon, ces differences leur arrivant par des causes particulieres, ~~comme~~ [ce que] Kepler a tasché de le demontrer²⁰.

Ainsi la figure de l'orbite de la lune n'ayant rien ou fort peu de chose de commun (---) avec celle de la terre, et de plus la proximité ou l'éloignement de la lune à la terre naugmentant pas la pression ~~de la matiere du tourbillon~~ [du tourbillon] dans l'endroit ou elle se trouve ; mais estant augmentée seulement par le retroissement du tourbillon, et par consequent par {p. 7} la condensation de la matiere qui passe en cet endroit la ; il sensuit [que les eaux sont plus pressées dans les nouvelles et pleines lunes] § que dans un autre temps par cette cause et § que le système de M^r. descartes peut se soutenir dans cette seconde circonstance²¹.

Pour les troisieme qui regarde les plus grandes marées des equinoxes la raison qu'il en donne dans l'article 52 de la mesme partie²² ~~est si ingenieuse que je ne crois pas que personne la puisse combattre ny detruire~~ ~~supposé tout ce qu'il a avancé auparavant~~ [ne prouve rien à ce qui me semble, et je crois qu'il auroit pû expliquer cet effet comme le precedent par le tourbillon du soleil qui n'est pas spherique mais qui est etroit dans l'endroit qui repond au commencement des signes du belier] § et de la balance ce qui rendant la [matiere du] tourbillon de la terre plus serré quand la terre est dans les equinoxes ~~fait~~ [fait que la lune presse les eaux] avec un plus grand effort ~~sur les eaux~~ dans ce temps la, je ne crois pas que personne ait rien opposé à la raison de M^r descartes dans cette circonstance, comme si elle avoit esté fort bien prouvée. §

Il me reste donc seulement a expliquer la quatrième circonstance que j'ay observée, et qui est que la marée ne suit pas le vray mouvement de la lune mais le [son] moyen [mouvement]. Les observations que j'en ay faites et qui sont imprimées dans les relations de nos voyages le font voir clairement. Cette circonstance paroît d'abord repugner au systeme de M^r. descartes ; cependant je demontre qu'elle sy accorde parfaitement.

Le mouvement que la lune imprime aux eaux qui sont sur la superficie de la terre, peut estre fort bien comparé au mouvement inégal de la derniere rouë d'une horloge a Pendule qui ne laisse pas de donner le

¹⁸ Si la Lune est proche de la Terre à une certaine date lors d'une syzygie, elle en sera plus éloignée environ 15 jours plus tard et, dans ce dernier cas, la matière subtile s'écoulera plus facilement entre la Lune et la Terre que dans le premier cas : d'après l'explication mécanique proposée pour les marées, il n'y aurait donc pas de plus grandes marées à cette période.

¹⁹ Ce raisonnement est proche de celui de Hebert exposé dans les précédentes notes.

²⁰ Ces réflexions sur les différentes « figures des orbites » des planètes qui ne « s'accommodent » pas avec le tourbillon solaire figurent chez HEBERT, *Lettre de Monsieur Hebert*, ca 1677, p. 4-6 appliquées au cas de la Lune.

²¹ Après avoir énoncé l'art. 51 des *Principes de la philosophie*, HEBERT, *Lettre de Monsieur Hebert*, ca 1677, p. 4-5 écrit : « je vous prie [...] de remarquer que la distance de la Lune à la terre n'entre point dans ce raisonnement [celui de l'art. 51], & qu'elle ne fait rien pour la nécessité de la consequence, puis qu'en quelque endroit du petit Diametre [de l'orbite de la Lune] qu'elle se rencontre, elle retressit toujours également le passage de la matiere Celeste, dont la plus grande pression est la cause des plus grandes marées ».

²² DESCARTES, *Principes de la philosophie*, 1996, Partie IV, art. 52, p. 229 : « pourquoy elles sont aussi plus grandes aux Equinoxes qu'aux Solstices ». Descartes écrit que la Lune est « fort proche » de l'écliptique tandis que la Terre tourne sur elle-même « suivant le plan de l'Equateur, qui en est assez éloigné ». Ces plans « s'entrecouperent aux lieux où se font les equinoxes » mais sont « fort éloignés l'un de l'autre en ceux des solstices » : c'est donc aux équinoxes que « la Lune agit le plus directement contre la terre, & ainsi rend les marées plus grandes ».

mouvement au pendule, lequel est fort réglé. Car quand au lieu d'un pendule on ~~met~~ [applique] à l'horloge un balancier ordinaire, on s'apperçoit facilement que ce mouvement est tres inégal ; et cependant quoyque tout le mouvement du pendule ne vienne que de ce mouvement inegal, il ne laisse pas d'estre tres egal en luy mesme. La cause de cet effet est que le pendule estant pesant il maitrise l'inegalité du mouvement de la rouë, laquelle ne laisse pas de l'entretenir. Demesme dans les marées la masse des eaux estant tres grande et ~~leur mouvement~~ [l'impression] causée par la {p. 8} pression de la lune estant fort petite, ce mouvement doit estre egal quoyque la cause en soit inegale. C'est aussi par cette mesme cause que les plus grandes marées n'arrivent pas precisement au temps de la nouvelle et de la pleine lune ; mais environ trois jours apres. Car ~~pour~~ [en] me servant encore de la mesme comparaison, si l'on augmentoit d'heure en heure le poids de l'horloge a pendule pendant un demi-jour, et qu'ensuite on le diminuât de la mesme maniere, il est tres certain que la longueur des vibrations du pendule qui s'augmenteroient aussi a mesure que lon augmenteroit le poids, ne suivroient pourtant pas dans leur augmentation le temps des augmentations du poids. Car on verroit que les longueurs des vibrations du pendule iroient toujours en saugmentant et quelles passeroient au dela ~~[du milieu]~~ du temps ou l'on a [auroit] cessé daugmenter le poids : car comme les longueurs des vibrations ne sont pas d'abbord aussi grandes, quand on commence a augmenter le poids quelles le font ensuite ; ~~il en est de mesmes des eaux~~ les vibrations saugmentent encore dans le temps ou lon commence à diminuer le poids, et elles ne commencent à diminuer qu'ensuite. Il en est de mesme des eaux dont le mouvement peut estre tres bien comparé à celuy d'un pendule, qui est un mouvement reciproque causé par un mouvement continu.

Je pourrois encore apporter d'autres raisons de cette inégalité, comme celle des eaux qui se repandent dans les terres quand les rivieres croissent extraordinairement, et qui ne commencent a entrer dans les fosses ou caves, que quand les rivieres sont fort abbaissées ; mais il me semble que ce que j'ay dit est si clair et si convaincant qu'on ne sçauroit nier que le systeme de M^r descartes ne soit fort bien imaginé pour expliquer le flux et le reflux de la mer dans toutes ses circonstances.

Fin

Defense Explication du système de Mons^r. Descartes du flux et du reflux de la mer suivant le systeme de Mr. descartes

Il n'y a point de partie de la Physique qui ait donné plus d'exercice aux philosophes anciens et modernes que le flux et le reflux de la mer. Ils ont inventé differens systemes pour en rendre raison ; ~~mais il n'y en a point qui soit aussi universellement receu que celuy de la pesanteur de l'air pour expliquer les effets qu'on attribuoit autrefois à l'horreur du vuide~~ [mais il n'y en a point qui paroissent plus vraisemblables que ceux qui le font dependre du mouvement de la lune]. ~~Il semble aussi [pourtant] qu'on ne devoit pas douté(e) que la [mais (...) ils n'ont point] vraie cause du flux et du reflux n'en fût la vraie cause [fût (...) la veritable cause] du flux et du reflux puisqu'on observe un grand accord entre ses mouvemens et ceux [puisque le [principal] mouvement des eaux suit regulierement celuy du semble entierement d'accord avec celuy] de cet astre.~~

C'est aussi pour cette raison que la plupart des Philosophes ont tasché de d'expliquer [le flux et le reflux] avec toutes les²³ irregularitez ~~par ce que nous connoissons du mouvement de la lune~~ [qu'on y a remarquées par les differens mouvemens de la lune qui nous sont connus] : mais il n'y en a point qu'il l'ait fait avec plus de succès(---) que M^r. descartes en developpant tout ce qui regarde ce mouvement des eaux suivant les principes de la geometrie et de l'astronomie.

Cependant ce grand Philosophe n'a pas laissé de trouver des critiques qui ont tâché de detruire son systeme du flux et du reflux, quoy qu'ils luy accordassent celuy des tourbillons qui sert de fondement à sa physique. Mais²⁴ [aussi] d'un austre costé M^r. descartes n'a pas manqué de deffenseurs dont l'un des premiers fut M Regius professeur hollandois qui justifia tres bien {changement de page} M^r descartes sur l'objection qu'on luy faisoit des apogées et des perigées de la lune qui se rencontroient dans les syzygies et dans les quadratures indifferemment²⁵. Depuis ce temps la ~~plusieurs ont~~ [on a encore] attaqué ce systeme par le mesme endroit, ~~comme M^r de Castelet~~ et il s'est écrit plusieurs lettres sur ce sujet, comme celle de M^r de Castellet à M^r Gadrois, sa reponse avec une lettre de M^r Cassini, et une autre de M^r hebert : mais toutes ces disputes ne (---) regardent qu'une des objections qu'on peut faire à ce systeme, quoy qu'il y en ait plusieurs

²³ Le « l » de « les » est réécrit sur le « s » de « ses ».

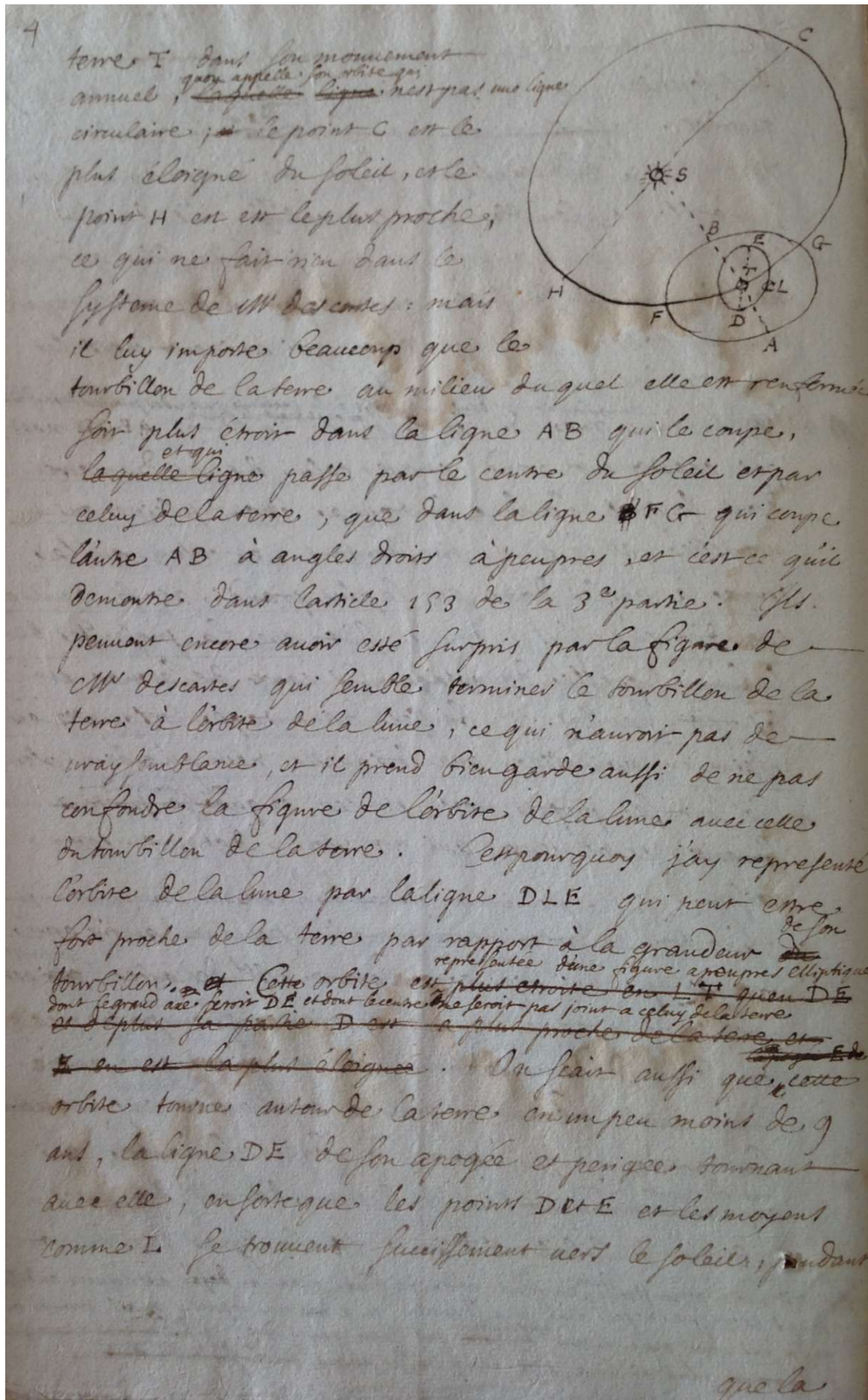
²⁴ « Mais » avec la majuscule « M » placée sur la minuscule « m » initiale.

²⁵ Voir REGIUS, *Fundamenta physices*, 1646, p. 92-93 et *Philosophia naturalis*, 1661, p. 191.

~~qui soyent~~ [autres] fort considerables et dont on n'a point parlé jusqu'à present, ~~une des~~ [et dont la] principales ~~estant~~ fondée sur des observations que j'ay faites dans mes voyages sur les costes de france dans les années 1679 et 1680. Mais pour eclaircir entierement cette matiere ~~je rapporteray icy autant en abrégé~~ ~~qu'il me sera possible~~ [et sans egard à ce qui a(---) esté dit je rapporteray tout] ce que je crois qu'on peut objecter à ce systeme avec les reponses [qu'on y peut faire].

On observe ordinairement trois circonstances dans le flux et le reflux, la premiere est celle de²⁶ ~~mouven~~ l'élevation et de l'abbaissement des eaux deux fois par jour ; la seconde est celles des grandes marées [dans le temps] des nouvelles et pleines lunes, et la troisieme en est une extraordinaire qui arrive aux Equinoxes. On croit communement que ~~ees~~ [le] mouvement des eaux suit~~vent~~ le mouvement de la lune, et que quand la lune est à une certaine distance du méridien d'un lieu la mer ~~s~~ est toujours haute dans ce lieu, et c'est sur cette experience que tous les systemes sont fondez ; mais j'ay observé tres (---) exactement que ce mouvement des eaux ne suit point {changement de page} le vray mouvement de la lune, mais le moyen, ce qui n'avoit point encore esté ~~observe, et ce qui apporte~~ [remarqué, ce qui fait une quatrième circonstance (---) et qui] donne lieu à une objection tres forte ~~contre le~~ [au] système de M descartes, à laquelle on peut encore ajouter que les grandes marées des nouvelles et pleines lunes n'arrivent pas exactement dans le temps que la lune est jointe ou opposée au soleil, mais environ trois jours apres.

²⁶ « de » écrit sur « du ».



LA HIRE, Défense du système de Mr. Descartes, p. 4
(Pochette des séances de l'année 1692, Archives de l'Académie des sciences, Paris)

Bibliographie citée

- CASTELET A. T., *Lettre de Monsieur de Castelet a Monsieur l'abbé Bourdelot, dans laquelle il demontre que les raisons que Monsieur Descartes a données du Flux & Reflux de la Mer sont fausses*, Paris, F. Muguet, 1677.
- DESCARTES R., *Principes de la philosophie*, dans *Œuvres de Descartes*, vol. IX, ADAM C., TANNERY P. (éds.), Paris, Vrin, 1996.
- GADROYS C., *Lettre de M. Gadroys a Monsieur de Lagrange Trianon conseiller du Roy en son grand conseil : Pour servir de réponse à celle que m. Castelet a écrite contre les raisons de M. Descartes touchant le flux & reflux de la Mer*, Paris, L. Roulland, 1677.
- HEBERT Cha., *Lettre de Monsieur Hebert professeur de mathématique au college royal a Monsieur Amelot de Bisseul* (sans éd., sans lieu d'éd.), ca 1677.
- LA GRANGE J.-B. de, *Traité des elemens et des meteores. Contre les nouveaux Philosophes Descartes, Robault, Gassendi, le P. Maignan, &c.*, Paris, Veuve Josse, F. Muguet, 1679.
- Procès-verbaux de l'Académie royale des sciences*, t. II, 1683-1686.
- Procès-verbaux de l'Académie royale des sciences*, t. XIII, 1690-sept 1693.
- Recueil d'observations faites en plusieurs voyages par ordre de sa majesté, pour perfectionner l'astronomie et la géographie, avec divers traitéz astronomiques. Par Messieurs de l'Académie royale des sciences*, Paris, Imprimerie royale, 1693.
- REGIUS H., 1646, *Fundamenta physices*, Amstelodami, L. Elzevirium.
- REGIUS H., 1661, *Philosophia naturalis; in qua tota rerum universitas, per clara & facilia Principia, explanatur*, Amstelædami, L. & D. Elzevirios.
- ROUX S., « An Empire Divides : French Natural Philosophy (1670-1690) », *The Mechanization of Natural Philosophy*, GARBER D., ROUX S. (éds.), Dordrecht, Springer, 2013, p. 55-95.