imagesdes**mathématiques**
Les mathématiques en mots et en images

Une marquise mathématicienne, des brouillons et des coniques au XVIII^{e} siècle

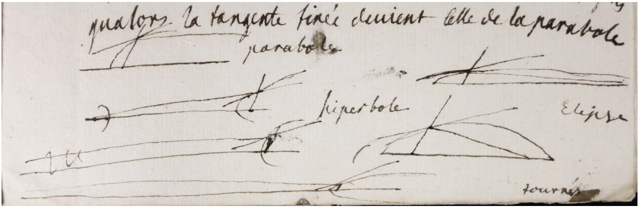
Écrit par **Isabelle Lémonon-Waxin** & **Ronald K. Smeltzer**

Publié le 19 octobre 2024

DOI : 10.60868/hpxz-pj02 — CC BY-NC-ND 4.0

🖌🖌🖌 — 🕓 ⩾ 30 min

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES CONIQUES



Le manuscrit inédit présenté ici fait partie de la collection privée de Ronald K. Smeltzer. C'est un manuscrit de travail sur les sections coniques d'Émilie Du Châtelet, philosophe et mathématicienne française de la première moitié du XVIII^e^ siècle. Il laisse entrevoir les connaissances et pratiques mathématiques de la savante. Son étude expose également une part de la méthodologie des historiennes et historiens.

Plan de l'article

Les travaux scientifiques d'Émilie Du Châtelet

Le manuscrit sur les coniques : approche matérielle

Le manuscrit sur les coniques : contenu mathématique

Nature scientifique du manuscrit

Femmes et pratiques mathématiques au XVIIIᵉ siècle

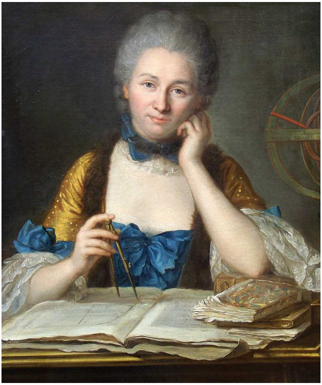


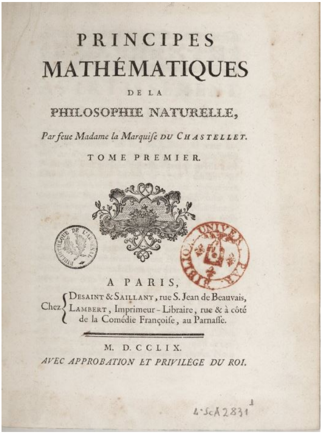
Figure 1 – Portrait d'Émilie Du Châtelet (XVIIIᵉ siècle)

Les travaux scientifiques d'Émilie Du Châtelet

Émilie Du Châtelet (**date1**), décrite par l'historienne américaine Judith P. Zinsser comme « La Dame d'Esprit », intelligente, fine, énergique, un des plus grands esprits de la République des lettres au XVIIIᵉ siècle, constitue le parangon de la savante française des Lumières [**Zinsser2007**][1]. Femme de lettres, philosophe, physicienne et mathématicienne, elle a pour compagnon d'étude des sciences Voltaire (**date2**) qui se montre peu doué pour les mathématiques comme le rapporte le mathématicien Alexis Clairaut (**date3**) :

> « *J'avais là deux élèves de valeur très inégale, l'une tout à fait remarquable, tandis que je n'ai pu faire entendre à l'autre* [*Voltaire*] *ce que sont les mathématiques.* »

[**Itard1954**]



PRINCIPES
MATHÉMATIQUES
DE LA
PHILOSOPHIE NATURELLE,
Par feue Madame la Marquiſe DU CHASTELLET.
TOME PREMIER.

BIBLIOTHÈQUE DE L'ARSENAL
BIBLIOTH. UNIVER. PAR.

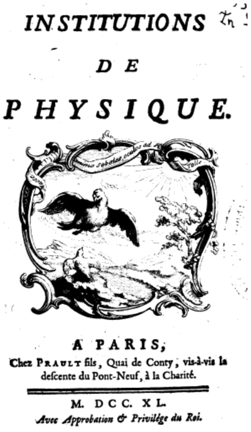
A PARIS,
Chez { DESAINT & SAILLANT, rue S. Jean de Beauvais,
LAMBERT, Imprimeur-Libraire, rue & à côté de la Comédie Françoiſe, au Parnaſſe.

M. D. CCLIX.
AVEC APPROBATION ET PRIVILÉGE DU ROI.

4°ScA2831 1

FIGURE 2 – Frontispice de la traduction française par Émilie Du Châtelet des *Principia* de Newton

La marquise Du Châtelet nous lègue – outre ses ouvrages imprimés dont l'unique traduction française des *Philosophiæ naturalis principia mathematica* de Newton (*Principia*, figure 2) – de nombreux manuscrits scientifiques de travail[2]. Cet article vise à présenter l'un d'entre eux et à en entamer l'analyse, tout en laissant à voir une part de la méthodologie de l'historienne ou de l'historien. Cette analyse est déclinée selon trois axes qui sont mis en discussion les uns avec les autres au fil du texte de manière à comprendre le processus créatif mis en œuvre par Émilie Du Châtelet : un examen matériel du manuscrit, un décryptage de son contenu mathématique et enfin des hypothèses quant à sa nature scientifique. À première vue, il s'agit d'un brouillon mathématique portant sur les coniques[3]. Explorer les brouillons, comme le rappelle Emmylou Haffner, permet « de regarder l'envers des mathématiques, ce qui se passe dans l'intimité des brouillons, qui peuvent certainement être considérés comme le laboratoire du mathématicien » [**Haffner2023**]. C'est encore suivre le cheminement du mathématicien ou de la mathématicienne, ses explorations, ses entraînements, ses errements, ses repentirs souvent dictés par des normes et valeurs collectives et personnelles. C'est accéder à ses manières de faire, à ses outils, à ses méthodes… à son *ethos*[4] au travers de la mise en discussions d'un ensemble de manuscrits.



INSTITUTIONS
DE
PHYSIQUE.

A PARIS,
Chez PRAULT fils, Quai de Conty, vis-à-vis la
deſcente du Pont-Neuf, à la Charité.

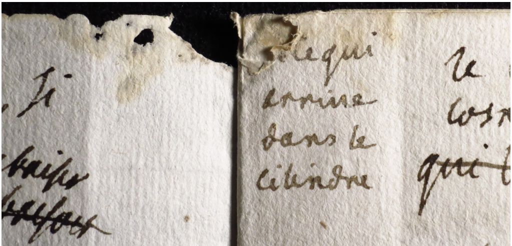
M. DCC. XL.
Avec Approbation & Privilége du Roi.

FIGURE 3 – Frontispice des **DuChatelet1740** [**DuChatelet1740**]

Dans l'œuvre publiée de la marquise, les coniques apparaissent d'abord dans les **DuChatelet1740** (figure 3) où elle met en dialogue la métaphysique de Leibniz et la physique du mouvement des corps (mouvement parabolique des projectiles et lois de Kepler). Elle n'entre pas dans l'explication ou la démonstration de leurs propriétés mathématiques mais en utilise certaines. Ainsi, elle caractérise notamment le mouvement parabolique de chute usant du paramètre, du foyer ou du sommet de la parabole[5]. Bien que moins présentes dans le texte, l'ellipse et l'hyperbole sont également convoquées : la première lors de la description du mouvement elliptique des planètes autour du Soleil (associé à un des foyers), la seconde pour décrire très succinctement l'aspect de « la courbe qu'ils [les projectiles] décrivent en tombant dans l'air » [**DuChatelet1740**]. Plus tard, dans sa traduction des *Principia* de Newton, Émilie Du Châtelet détaille dans son *Exposition abrégée du système du monde* [...] la solution analytique des principaux problèmes qui concernent le système du monde. Revenant ainsi sur la démonstration de Newton des lois empiriques de Kepler, elle s'appuie largement sur la maîtrise des propriétés géométriques des coniques et de leurs expressions analytiques [**Newton1759**].

Le manuscrit sur les coniques : approche matérielle

L'approche matérielle d'un manuscrit révèle parfois à l'historien ou l'historienne des indices sur les manières de faire, les gestes, les temporalités de la production intellectuelle [**Ginzburg1989**]. Examiner conjointement les indices matériels et les états du matériau scriptural fournit des informations complémentaires à l'analyse du contenu scientifique du manuscrit[6]. Dans le cas du manuscrit que nous présentons ici, ces indices orientent notre compréhension de la démarche intellectuelle de la marquise et donne accès à des pistes pour une future identification du texte manquant dont nous reparlerons plus loin[7]. Il fait partie des manuscrits retrouvés en 2010 et vendus à Paris en 2012 chez *Christie's*, société internationale de vente aux enchères[8]. Intitulé dans le catalogue de vente « Du raport des sections coniques par leur generation dans le cosne. Du rapport des sections coniques par leur description [*sic*] », il constitue un des nombreux manuscrits de travail d'Émilie Du Châtelet. Attribué à la marquise et supposément écrit vers 1740, il comporte écrits, figures peu soignées (figure 7 et suivantes), calculs, ratures et ajouts, preuves de son caractère privé et exploratoire[9]. Quelle en était la fonction pour la marquise : outil d'apprentissage et de mémorisation ? Outil d'appropriation mathématique ? Trace de lecture ou notes de cours ? Document de référence pour de futurs travaux mathématiques ? Jeu ou exercice mathématique ? Autant de pistes que cet article tente de suivre.



cequi
arrive
dans le
cilindre

Figure 4 – Plis et dommages dans les feuilles 1 et 2 du manuscrit de Du Châtelet

Le document manuscrit de la main d'Émilie Du Châtelet se compose de quatre feuilles de papier d'environ 21, 8 cm × 32, 9 cm chacune. Les feuilles ont été rognées, ce qui n'a pas permis d'en conserver les tranches. Sans analyse possible des tranches, il n'y a aucun moyen de savoir quelle quantité de papier a été coupée ou si les feuilles reliées sont des sections d'une feuille originale beaucoup plus grande[10]. L'espacement des lignes de chaîne dans le papier varie d'environ 22 mm à 25 mm (figure 5)[11]. À environ 45 mm l'une de l'autre, les feuilles présentent deux plis qui semblent résulter du pliage du papier. La figure 4 montre les plis ainsi qu'un léger endommagement du papier sur le bord supérieur de deux feuilles et une écriture à l'encre brun clair. Les plis suggèrent que les feuilles faisaient peut-être partie d'un volume qui a été démonté pour séparer son contenu en plusieurs parties, une pratique courante dans le commerce du livre. Les quatre feuilles sont pliées en deux pour former huit feuilles d'environ 16, 5 cm de large. Le long de la ligne de pliage, en deux points situés à environ 9 mm des bords supérieur et inférieur des feuilles, les feuilles sont cousues ensemble par deux brins de fil formant ainsi un cahier in-octavo, de huit feuillets dont deux vierges, non signé. L'écriture d'Émilie Du Châtelet apparaît au recto et au verso de six des feuilles.

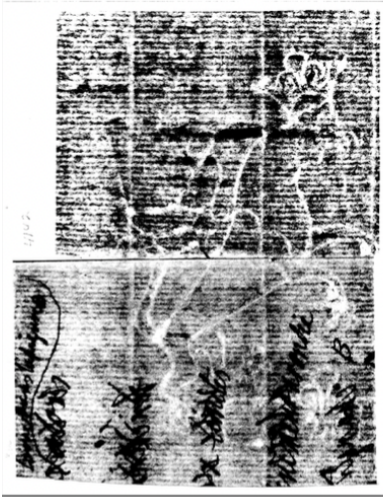


Figure 5 – Deux lignes de chaîne et le filigrane du manuscrit de Du Châtelet : un griffon couronné

L'écriture se caractérise par une inclinaison fréquente des lignes vers le bas près de la marge droite, mais pas systématique, pour faire entrer plus de mots dans les lignes. Les modifications apportées au texte sont parfois réalisées à l'aide d'une encre beaucoup plus claire que le texte original. Le texte et les dessins sont souvent comprimés pour tenir dans les petits espaces disponibles sur la feuille pour les ajouts. De nombreux mots et lignes sont barrés par un trait à l'encre foncée. Il est probable que l'encre foncée soit le texte original d'Émilie Du Châtelet. Le papier porte un filigrane et une contremarque. Les plis sont proches du centre sur les filigranes[12]. La figure 5 montre le filigrane principal, obtenu en assemblant deux photographies de part et d'autre d'un pli. La figure semble être un griffon couronné de 7 cm de hauteur (±10%). Elle est associée à la contremarque « HJ. Cusson » de la famille Cusson de Thiers (figure 6)[13]. Ces deux éléments sont compatibles avec une fabrication du papier par la famille auvergnate, dans la première moitié XVIIIe siècle, ce qui est en adéquation avec la datation du manuscrit (1740).

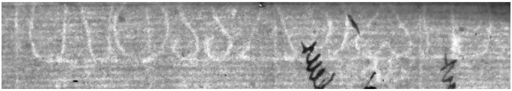
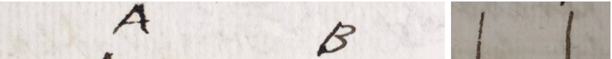


Figure 6 – La contre-marque du manuscrit de Du Châtelet

Le manuscrit sur les coniques : contenu mathématique

Dans ce manuscrit, qui constitue probablement un travail préparatoire nécessaire à la traduction des *Princi-*

pia de Newton, et surtout à leur compréhension, l'étude des coniques est purement mathématique et totalement décorrélée des lois de Kepler. Le texte est divisé en deux parties intitulées respectivement « Du rapport des sections coniques par leur génération dans le cosne [*sic*] », déclinée sur quatre pages, et « Du rapport des sections coniques par leur description » s'étendant sur huit pages. Émilie Du Châtelet y présente tout d'abord les coniques comme sections de cône, à savoir « qu'elles sont faites par un plan plus ou moins incliné qui coupe le cosne ». Elle montre ainsi qu'elles sont limites les unes des autres et elle l'illustre par les figures ci-dessous (figure 7 gauche). L'ellipse devient parabole au fur et à mesure que le plan de coupe s'abaisse parallèlement à un des « côtés »[14] du cône (schéma A), alors qu'elle tend vers le cercle lorsque ce plan devient parallèle à la base du cône (schéma B). L'hyperbole est également décrite comme section des « 2 côtés du cône prolongés » sans être représentée, mais la marquise précise comment elle tend vers la parabole à mesure que le plan approche de la parallèle à un des « côtés » du cône.



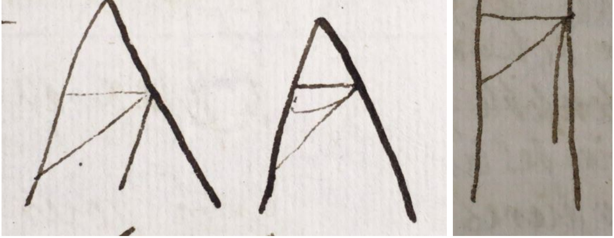


Figure 7 – Génération des coniques par sections du cône (à gauche) et du cylindre (à droite)

Elle évoque également leur génération « en coupant le cylindre » (figure 7 droite), suivant ainsi la tradition française déjà présente dans les ouvrages de référence de l'époque de La Hire (**date4**), Guisnée (**date5**) et L'Hospital (**date6**), bien que les approches géométriques et analytiques de ces auteurs diffèrent entre elles ([**LaHire1673**], [**DeL'Hospital1707**], [**Guisnee1705**])[15]. Il a déjà été établi, grâce à la correspondance de la marquise qu'en 1734, elle avait lu le traité de Guisnée [**BreteuilDuChatelet2018**][16] et qu'elle possédait en 1739 (voire 1738) dans sa bibliothèque, les ouvrages [**Guisnee1705, DeL'Hospital1707**] de Guisnée et de De L'Hospital[17]. Son texte s'inscrit donc dans les pas de cet héritage sur les coniques, sans y faire d'ajouts.

Dans son texte, elle rappelle que dans le cas d'une section cylindrique, on retrouve les trois sections coniques : ellipse (cas du cercle inclus), parabole et hyperbole à ceci près que l'hyperbole et la parabole sont réduites à des lignes droites. Cette première partie du manuscrit, la « génération dans le cosne » des sections coniques, s'achève sur la figure 7 droite illustrant ces différents cas limites dans le cylindre et sur ce qui semble être un ajout de texte inachevé : « enfin on y [cylindre] trouve aussi la dernière des… »[18].

Après l'exposition de la « génération » des coniques, Émilie Du Châtelet présente leur « description », d'abord par leurs propriétés géométriques faisant intervenir les foyers F et f, la directrice D ou le grand axe Aa, auxquelles elle fait référence par l'intermédiaire de trois théorèmes (appelés théorèmes 1, 2 et 3) qui ne sont pas énoncés dans le manuscrit. L'analyse mathématique du texte permet cependant de les identifier :

Théorème 1 Définition bifocale de l'ellipse : $MF + Mf = Aa$

Théorème 2 Définition de la parabole : $MF = MD$

Théorème 3 Définition bifocale de l'hyperbole : $MF - Mf = Aa$

Elle écrit par exemple[19], schéma à l'appui (figure 8) :

> *« soit l'ellipse [rature] AMa extrêmement allongée, on a par le 1er th[éorème]* $FM+Mf = Aa$ *mais quand la ligne PM est extrêmement petite par rapport à Mf, la différence entre Mf et Pf est aussi très petite. Ainsi on peut mettre, car elle est beaucoup plus [rature] petite que la ligne MP puisque cette différence est le petit côté d'un triangle dont la ligne MP est le grand coté, on peut donc mettre sans différence sensible la ligne Pf à la place de la ligne Mf, ainsi on aura alors* $FM + Pf = AP + Pf + fa$ *et ôtant Pf de part et d'autre*
> *il reste* $FM = AP + fa$*, or* $fa = AD$ *[rature] et*
> FM *[rature]* $= AP + AD = MO$ *donc il reste* $FM = MO$ *ce qui est la propriété de la parabole par le th[éorème] 2. »*

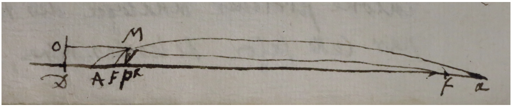


FIGURE 8 – Schéma illustrant la citation précédente

La marquise démontre ainsi que la parabole peut être vue comme une ellipse, dont l'un des foyers (ici *f*) est rejeté à l'infini [20]. Ces trois théorèmes sont complétés par l'appel à six autres théorèmes, numérotés de 4 à 9 dans le manuscrit. Il apparaît clairement dans le texte d'Émilie Du Châtelet que le manuscrit initial comportait a minima une partie qui précédait le cahier actuel et comptait au moins les énoncés de neuf théorèmes sur les coniques, mais également des descriptions géométriques comme « la description de ces courbes par l'équerre que j'ai donnée à la suite du n° 4 » (figure 9). Cette partie manquante devait probablement définir également les foyers, la directrice, le paramètre p, les axes des coniques, etc[21].

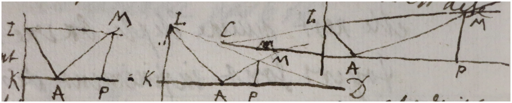


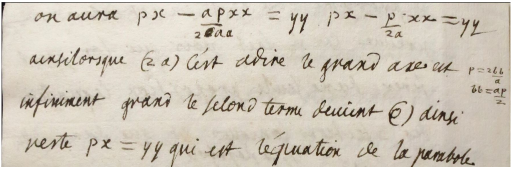
Figure 9 – Analogie entre parabole, ellipse et hyperbole déduite du tracé à l'équerre

Dans un second temps, Émilie Du Châtelet propose une description algébrique que l'on retrouve dans les ouvrages de L'Hospital et de Guisnée, donnant « l'équation des 3 sections coniques », où s'identifient les valeurs du grand axe et du petit axe de l'ellipse ($2a$ et $2b$), ainsi que le paramètre p de l'ellipse :

« […] Celle de l'ellipse, par exemple, est $2ax - xx = \frac{aayy}{bb}$
elle peut recevoir ces différentes formes ; en multipliant le premier membre par (b^2) *et divisant par* (a^2) *on a* $\frac{2abb}{aa}x - \frac{bb}{aa}xx = yy$
$\frac{2bb}{a}x - \frac{bb}{aa}xx = yy$
le paramètre de l'ellipse étant 3^e *proportionnel*[1] *au grand axe et au petit axe on a*
$2a, 2b = 2b, \frac{2bb}{a} = p$ *ou* $bb = \frac{ap}{2}$ *donc mettant p [rature] dans cette équation*
$\frac{2bb}{a}x - \frac{bb}{aa}xx = yy$ *pour sa valeur [saut de page]*
on aura $px - \frac{ap}{2aa}xx = yy \quad px - \frac{p}{2a}xx = yy$
ainsi lorsque $(2a)$ *c'est-à-dire le grand axe est infiniment grand le second terme devient* (0) *ainsi*
reste $px = yy$ *qui est l'équation de la parabole. »*

---

[1] Si $2a, 2b$ et p sont des nombres reliés par la proportion $\frac{2a}{2b} = \frac{2b}{p}$ alors $p = \frac{2b^2}{a}$ est appelé le troisième proportionnel. Au XVIII^e siècle, la proportionnalité s'écrit sous la forme « x est à y comme a est à b », ce qui se traduit algébriquement par « $x, y = a, b$ » signifiant algébriquement aujourd'hui $\frac{x}{y} = \frac{a}{b}$.



on aura $px - \frac{apxx}{2aa} = yy \quad px - \frac{p}{2a}xx = yy$
ainsilorsque $(2a)$ cést adire le grand axe est infiniment grand le second terme devient (0) ainsi
reste $px = yy$ qui est léquation de la parabole

$p = \frac{2bb}{a}$
$bb = \frac{ap}{2}$

Figure 10 – La parabole comme cas limite de l'ellipse
(détails d'un ajout sur la droite)

En marge droite de cette dernière phrase qui se trouve au verso de la page portant l'expression du paramètre de l'ellipse, on trouve dans une graphie plus petite et moins appuyée les termes $p = \frac{2bb}{a}$ et $bb = \frac{ap}{2}$ (figure 10). Il ne fait pas de doute que ces deux termes ont été recopiés de la page précédente afin de faciliter la lecture du texte et la suite de la démonstration. Dans le raisonnement précédent, la marquise reprend algébriquement la démonstration géométrique déjà présentée de la parabole comme cas limite de l'ellipse.

Enfin, le texte se termine par la présentation des sous-tangentes[22] des trois sections coniques, montrant par passage à la limite que par exemple :

> « *Les [rature] sous-tangentes de l'ellipse et de l'hyperbole se changent aussi dans celle de la parabole lorsque le grand axe de ces 2 premières courbes devient infini, car l'équation [sic]*
> *[dans la marge* $\frac{2x-\frac{xx}{a}}{1-\frac{x}{a}}$*] de la sous-tangente de l'ellipse*
> *est* $\frac{2ax-xx}{a-x}$ *[rature]*[1]
> *et quand* $(a = \infty)$ *[rature] elle devient* $= 2x$ *qui est*

l'équation de la sous-tangente de la parabole, [*dans la marge* $\frac{2x+\frac{xx}{a}}{1-\frac{x}{a}}$] *celle de l'hyperbole étant* $\frac{2x+\frac{xx}{a}}{1-\frac{x}{a}}$ [*rature*] $= 2x$ *lorsque* $(a = \infty)$ *voyez les th*[*éorèmes*] *5, 6 et 7 pour les sous-tangentes. »*

---

1. L'autrice ne donne aucune indication sur l'origine de cette formule. Peut-être l'a-t-elle exposée dans la partie manquante du manuscrit ?

Cette question des sous-tangentes avec le passage à la limite n'est évoquée explicitement que dans les ouvrages de Guisnée et de L'Hospital, que la marquise Du Châtelet a étudiés. Elle conclut son texte sur ses mots : « Enfin ces 3 courbes ont les mêmes équations par leurs diamètres que par leurs axes, et les ordonnées [rature] aux diamètres sont toujours parallèles à la tangente de ces diamètres et la démonstration en est la même par les 3 courbes mutatis mutandis », insistant ainsi sur le caractère commun des propriétés des coniques.

Nature scientifique du manuscrit

Cette présentation du manuscrit met en évidence qu'il n'a pas vocation à être publié (style laconique, absence de ponctuation, nombreuses ratures, figures peu soignées), mais qu'il constitue une étape essentielle à la compréhension et à la maîtrise mathématique des coniques pour la marquise. On pourrait envisager que ce manuscrit corresponde à de simples notes de lecture d'un manuscrit ou d'un livre. Cependant, plusieurs constats paraissent, ensemble, pointer davantage vers un document de travail mathématique. D'abord, le texte présente une forme de synthèse des connaissances « indispensables » sur les coniques (partie qui pourrait découler de notes de lecture), appuyées sur des démonstrations rédigées non pas sous forme « académique », mais spontanément, parfois avec une rédaction approximative (corrigée plus tard). De plus, il y a beaucoup de ratures qui laissent à penser que le texte est écrit au fil de la pensée de l'autrice, pour être amendé par la suite pour plus de précision (ajouts non pas dans le fil du texte, mais au-dessus ou sur le côté, avec une main moins appuyée et une graphie plus petite). À cela s'ajoute, une gestion de la page qui n'est clairement pas pensée en amont de la rédaction. Cela pousse parfois la marquise à écrire de plus en plus petit pour « faire rentrer » sa démonstration dans la page (à moins qu'il ne s'agisse d'un ajout postérieur comme le suggère la différence de couleur de l'encre, mais même dans ce cas, cela corrobore l'hypothèse d'un brouillon de travail et non celle d'une note de lecture). Il faut également noter que le titre de la première partie (sur la génération des coniques) semble avoir été ajouté a posteriori, ce qui paraîtrait étrange si c'était une note de lecture. Au cours des démonstrations dans la seconde partie du texte, Émilie du Châtelet écrit: « la description de ces courbes par l'équerre que j'ai donnée à la suite du n° 4 ». L'emploi du « je » au cours du raisonnement interpelle si le texte était une simple note de lecture, alors qu'il est naturel pour la construction d'un raisonnement personnel. Enfin, si on envisage quand même l'hypothèse que ce texte soit une fiche de lecture d'un des ouvrages cités auparavant (La Hire, Guisnée, L'Hospital), les références aux « théorèmes 1, 2, 3... » dans le manuscrit ne correspondent pas et ne font pas sens lorsqu'on analyse ces livres.

Une partie du manuscrit est nécessairement manquante comme indiqué précédemment. Outre l'absence des énoncés des neuf théorèmes numérotés et appelés dans le texte sans avoir été énoncés auparavant, d'autres éléments tendent à valider ce constat. En effet, le titre « Du rapport des sections coniques par leur génération dans le cosne » sur la première page semble avoir été ajouté a posteriori de la rédaction du texte et apparaît davantage comme un sous-titre qui se situerait au même niveau que le titre de la seconde partie du manuscrit « Du rapport des sections coniques par leur description ». Un titre plus général comme « Des sections coniques » fait défaut. De plus, on note l'absence totale de définition des foyers, directrice, paramètre, grand axe, etc. qui sont utilisés dès le début du texte. Il serait donc souhaitable de le situer dans l'ensemble plus large des manuscrits vendus en 2012[23].

Toutes ces caractéristiques du texte pointent dans la direction d’un manuscrit de travail, raison probable pour laquelle le Centre international d’étude du XVIIIexviiie siècle (C18) l’a catégorisé dans la section « Exercices mathématiques » » de la liste des ouvrages d’Émilie du Châtelet. On ne peut cependant écarter l’hypothèse qu’il soit constitué des notes d’un cours que la marquise aurait suivi (peut-être auprès de Maupertuis, Clairaut ou éventuellement de Koenig, selon la période d’écriture), et au cours duquel elle aurait exécuté les démonstrations[24]. Mais dans ce cas, le titre rajouté de la première page ne parait pas cohérent, tout comme l’expression parfois approximative (mais ce n’est pas impossible). Si ce manuscrit était finalement le texte de notes de cours, on pourrait envisager que les théorèmes 1, 2, 3, 4... soient énoncés dans une séance antérieure de ce cours. Il faudrait alors chercher la piste du début de ce cours dans la liste des manuscrits d’Émilie du Châtelet établie par le C18 comme, entre autres : « Cours de géométrie, Problèmes de géométrie et de mathématiques, Cours de physique donnés à Cirey », etc.

Une lecture attentive du catalogue de *Christie’s* et l’observation détaillée des photos de quelques manuscrits de la marquise qui y sont présentes, permettent de comparer les formes de ses manuscrits selon leur nature. Ainsi, les notes des *Cours de physique donnés à Cirey* font explicitement référence au professeur et à sa démarche d’enseignement (p. 8), ce qui n’est pas le cas dans le manuscrit sur les coniques. L’*extrait du* *mémoire du chevalier d'Arcy à l'Académie des sciences en 1747* est très différent : les figures sont soignées et il y a très peu, voire pas de ratures. Le manuscrit de travail sur le *1er livre* d'Euclide est assez ressemblant au manuscrit sur les coniques, du point de vue des schémas et des démonstrations, mais il est beaucoup plus organisé dans l'énoncé des théorèmes et des propositions. Dans ses manuscrits de travail, la marquise utilise souvent le « je ». Autant d'éléments qui laissent à penser que le manuscrit étudié ici est davantage un manuscrit de travail, qu'une note de lecture ou des notes de cours.

À la fois exercice de pratiques mathématiques lors de son écriture, il devient abrégé mathématique pour les travaux sur la mécanique newtonienne de la marquise. Il est indicatif de la manière dont Émilie Du Châtelet travaille et soulève le voile sur le « laboratoire » intime de la mathématicienne. Ces « brouillons [...] montrent des états intermédiaires de l'écriture, et le plus souvent, ils n'ont pas été écrits pour être lus par d'autres que leur auteur » [**Haffner2023**], d'où la difficulté à les transcrire et à les analyser. En reprenant les définitions, théorèmes, propriétés et démonstrations mathématiques, aussi bien géométriques qu'analytiques sur les coniques, Émilie Du Châtelet s'assure la maîtrise des outils nécessaires à une exposition claire du mouvement des planètes dans le modèle gravitationnel newtonien, qu'elle propose quelques années plus tard dans son *Exposition abrégée du système du monde*. Ce genre de document préparatoire de la main d'une femme est rare et donne à voir une des étapes menant à la production scientifique d'un ouvrage tel que la traduction des *Principia*, par laquelle elle assume pleinement son statut d'autrice scientifique.

Femmes et pratiques mathématiques au XVIIIe siècle

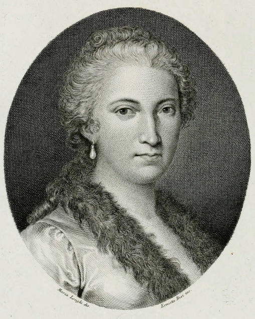
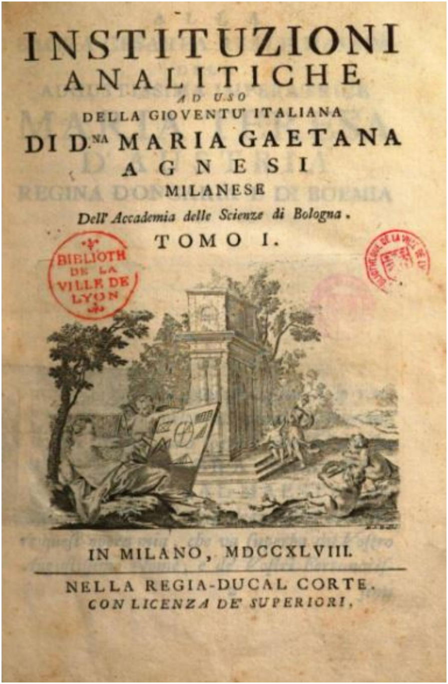

Maria Longhi del.
Ernesto Risi inc.

Figure 11 – Portrait de Maria Gaetana Agnesi (XVIIIe siècle)

D'autres femmes au cours de la première moitié du XVIIIe siècle ont également travaillé sur les coniques et nous en ont laissé des traces plus ou moins riches. Ainsi, en Italie, Maria Gaetana Agnesi (**date7**) débute, vers 1735, la rédaction d'un commentaire du *Traité ana-*

lytique des sections coniques du marquis de L'Hospital ([**Mazzuchelli1753**], [**Frisi1799**])[25]. Après une étude approfondie de l'ouvrage sous la direction de son professeur Carlo Belloni, celui-ci la dissuade d'en faire une édition critique [**Findlen2011**][26]. Cependant, ce travail constitue les prémices de son livre *Instituzioni analitiche* publié en 1748, dans lequel les coniques font partie des courbes étudiées analytiquement par l'autrice [**Minonzio2006**]. Il serait probablement fructueux de comparer les manuscrits d'Agnesi sur les sections coniques à ceux d'Émilie Du Châtelet dont les *Institutions de physique* ont sans conteste constitué un objet d'émulation pour la mathématicienne italienne. Enfin, en France, Marie Anne Pigeon de Prémontval (**date8**), fille d'un facteur d'instruments astronomiques parisiens, publie en 1750, *Le mécaniste philosophe*[27], dédié à la vie et aux travaux de son père défunt. La savante y propose une approche très instrumentale et empirique des coniques (en lien avec des gestes et savoirs artisanaux) pour l'étude des mouvements des planètes. Elle mobilise les conséquences observationnelles des propriétés géométriques des coniques sur le mouvement des planètes du système solaire, au travers de l'usage des lois de Kepler. Dans ce cas, seul le texte publié nous est parvenu, et il est difficile de circonscrire plus précisément le degré de maîtrise mathématique sur les coniques de Marie Anne Pigeon. Mais, une fois encore, pour l'autrice, « l'illustre marquise Du Châtelet, la gloire et l'honneur de notre sexe, [y fait] l'objet du respect et de l'émulation des savants » [**Premontval1750**].

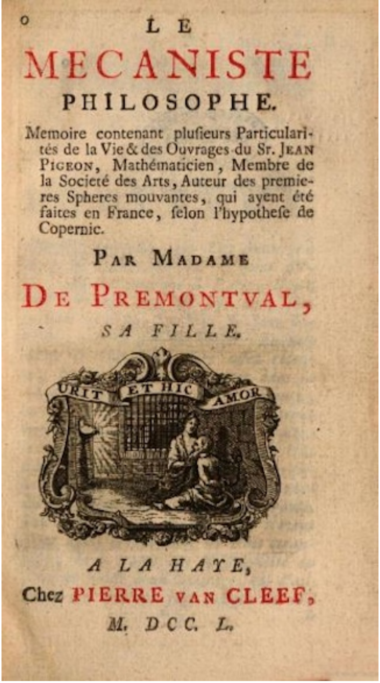


INSTITUZIONI
ANALITICHE
AD USO
DELLA GIOVENTU' ITALIANA
DI D.^{NA} MARIA GAETANA
AGNESI
MILANESE
Dell' Accademia delle Scienze di Bologna.
TOMO I.

BIBLIOTH DE LA VILLE DE LYON

IN MILANO, MDCCXLVIII.

NELLA REGIA-DUCAL CORTE.
CON LICENZA DE' SUPERIORI.



LE
MECANISTE
PHILOSOPHE.

Memoire contenant pluſieurs Particularités de la Vie & des Ouvrages du Sr. JEAN PIGEON, Mathématicien, Membre de la Societé des Arts, Auteur des premieres Spheres mouvantes, qui ayent été faites en France, ſelon l'hypotheſe de Copernic.

PAR MADAME
DE PREMONTVAL,
SA FILLE.

URIT ET HIC AMOR

A LA HAYE,
Chez PIERRE VAN CLEEF,
M. DCC. L.

FIGURE 12 – Frontispices des *Institutioni analatiche* et du *Mécaniste philosophe*

Ainsi, à une époque où la mathématisation de la nature prend de plus en plus d'essor, des femmes s'illustrent aux côtés de leurs *alter ego* masculins par leur maîtrise des coniques, outil indispensable à la description des mouvements planétaires. Parmi elles, Émilie Du Châtelet, ce « puissant génie », cette « Minerve de la France » selon Voltaire, travaille inlassablement sa compréhension des mathématiques, nous léguant ainsi des centaines de pages manuscrites, véritable laboratoire de la mathématicienne [**Voltaire1738**]. Étudier ces brouillons mathématiques de femmes, c'est suivre et rendre visibles leurs pratiques d'appropriation des mathématiques ; et ainsi réaliser cette « expérience de physique » chère à Émilie Du Châtelet : réformer « un abus qui retranche, pour ainsi dire la moitié du genre humain », en faisant « participer les femmes à tous les droits de l'humanité, et surtout à ceux de l'esprit » ([**Wade1947**], préface à la traduction de la « Fable des abeilles » par Émilie Du Châtelet).

Remerciements

Nous remercions vivement nos relectrices et relecteurs, Jean Aymès, Jenny Boucard, Sébastien Gauthier, Hélène Gispert, Jean-Romain Heu, Frédéric Millet et Jeanne Peiffer qui ont contribué par leurs remarques à l'amélioration de ce texte. Notre gratitude va également à toute l'équipe éditoriale qui a rendu possible cette publication.

Article édité par Jenny Boucard.

Isabelle Lémonon-Waxin
Chercheuse associée au Cermes3 – Centre François Viète, Nantes Université
https://orcid.org/0000-0001-8392-2788

Ronald K. Smeltzer
Collectionneur – Directeur de Princeton Bibliophiles and Collectors

Crédits

Frontispice : Manuscrit sur les coniques d'Émilie Du Châtelet. Collection Smeltzer
Figure 1 : Quentin de la Tour. Collection particulière. Château de Breteuil, Choisel
Figure 2 : https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1040149v/f7.item
Figure 3 : https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k75646k

Figure 4 : Collection Smeltzer

Figure 5 : Collection Smeltzer

Figure 6 : Collection Smeltzer

Figure 7 : Manuscrit inédit de Du Châtelet. Collection Smeltzer

Figure 8 : Manuscrit inédit de Du Châtelet. Collection Smeltzer

Figure 9 : Manuscrit inédit de Du Châtelet. Collection Smeltzer

Figure 10 : Manuscrit inédit de Du Châtelet. Collection Smeltzer

Figure 11 : Scala Museum, Milano [**Giuseppe1812**]

Figure 12 : Googlebooks

---

1. « La Dame d'esprit » est le titre original de cette biographie de la marquise Du Châtelet.

2. Pour découvrir plus largement la trajectoire philosophique et scientifique d'Émilie Du Châtelet, se référer entre autres à [**Badinter2000**, **Koelving2008**, **Kovacs2020**]. Dans les *Principia*, Newton établit les lois de la mécanique newtonienne dont la loi de la gravitation universelle. Étudiant le mouvement des projectiles, il caractérise les trajectoires paraboliques (mouvement de chute libre à la surface de la Terre), elliptique (mouvement des planètes et des comètes autour du Soleil) et hyperbolique.

3. Une conique est une courbe issue de la section d'un cône par

un plan ne contenant pas le sommet de ce cône : ellipse (ou cercle), parabole ou hyperbole.

4. L'*ethos* désigne l'ensemble des valeurs, croyances ou normes et habitudes d'une personne ou d'un groupe.

5. La marquise ne fait jamais usage de l'excentricité pour définir ou décrire les coniques – comme on le ferait aujourd'hui – mais mobilise le paramètre p, égal pour la parabole à $4AF$ [**DuChatelet1740**], [**DeL'Hospital1707**], A étant le sommet de la parabole et F son foyer. Cette valeur diffère d'un facteur 2 près de celle communément utilisée aujourd'hui.

6. Cette approche permet par exemple de cerner la date d'écriture d'un manuscrit, d'identifier différents scripteurs, de suivre temporellement le cheminement de la pensée de l'auteur, d'identifier le morcellement d'un manuscrit et de le recomposer, etc.

7. Ces premiers éléments pourront par la suite être confrontés à ceux qui caractérisent d'autres brouillons de la marquise pour reconstruire peu à peu son *ethos*. Nous exposons ici la méthodologie employée sur un brouillon de manière à indiquer toutes les informations qui peuvent être tirées de l'analyse matérielle d'un seul manuscrit, mais ces informations ne sont pas à elles seules suffisantes, c'est l'accumulation de données similaires qui fournit aux historiennes et historiens les éléments clés de la compréhension de l'*ethos* d'Émilie Du Châtelet.

8. *Émilie Du Châtelet. Ses travaux scientifiques & le château de Cirey*. Catalogue de vente *Christie's*, 29 octobre 2012, lot nº 9.

9. Dans une analyse d'un plus grand nombre de contenus, la description détaillée des matériaux (papier, encre, cachet par exemple), de la graphie, des ratures, permet d'identifier les « repentirs », de comprendre parfois si on a affaire à un brouillon, à des notes prises au vol corrigées sur le vif ou corrigées plus tard. L'historienne ou l'historien cerne ainsi peu à peu les habitudes de travail, les rythmes, les évolutions.

10. Cette information aurait possiblement permis de déterminer le format de la feuille originale.

11. Au XVIII^e siècle, les papiers étaient fabriqués à la main par pressage de matériau humide (généralement des chiffons de coton) dans des moules à papier, constitués d'une forme rectangulaire en bois et d'une grille en métal. Ces fils de métal (chaînettes) laissaient des traces dans le papier (les lignes de chaînes), tout comme le fil de laiton fixé à la trame, qui représentait soit une ou plusieurs lettres, soit un dessin (écu, couronne, grappe de raisin...) : le filigrane, véritable marque du fabricant. Voir `https://essentiels.bnf.fr/fr/focus/6ba7ea6a-8b3d-45ae-8c50-e5fbb0576d2a-fabrication-manuelle-papier-occident`. L'espacement des lignes de chaîne pourrait permettre d'identifier des pages manquantes.

12. Les photographies des filigranes ont été prises avec difficulté car la couture empêche de monter une source de lumière derrière les feuilles individuelles pour la prise de vue.

13. L'identification a été réalisée grâce aux travaux des Gaudriault [**Gaudriault1995**]. Cette famille de fabricants de papier est active entre 1672 et 1782.

14. Aujourd'hui, on utiliserait le mot « nappes ».

15. Les objectifs des ouvrages de Guisnée et de De L'Hospital sont différents. Guisnée s'intéresse à l'application de l'algèbre à la géométrie et traite, entre autres, du cas des coniques (démonstrations algébriques de leurs propriétés). Les opérations algébriques sont interprétées en termes de constructions géométriques, et inversement. L'Hospital, quant à lui, dédie entièrement son texte aux sections coniques et à leur usage, réduisant l'approche géométrique a minima. Une comparaison des deux ouvrages a été réalisée par D'Alembert dans un manuscrit achevé en 1736 et conservé à l'Institut de France, intitulé « Remarques & éclaircissemens sur différens endroits de l'application de l'algèbre à la géométrie de Mr. de Guisnée ». À ce sujet, voir [**Hankins1990**] et [**Peiffer2005**]. La plupart des schémas présents dans le manuscrit d'Émilie Du Châtelet se retrouvent également dans ces ouvrages ou dans des géométries pratiques antérieures, comme celle de Dürer (1525).

16. Lettre d'Émilie Du Châtelet à Maupertuis, en date du 7 juin

1734.

17. Lettre d'Émilie Du Châtelet à Laurent François Prault, en date du 16 février 1739 [**Besterman1958**]. Cette lettre datée de 1739 par Besterman, est située par Andrew Brown et Ulla Kölving en 1738 dans [**Brown2008**]. L'inventaire de Lunéville cité dans cet article confirme la présence de ces ouvrages.

18. L'intensité plus faible et la taille plus petite de la graphie paraît indiquer que l'ajout a été fait postérieurement.

19. Afin d'en faciliter la lecture, l'orthographe du texte a été modernisé.

20. Elle examine également plus loin la parabole comme cas limite de l'hyperbole.

21. L'analyse du manuscrit permet d'affirmer que parmi ces caractéristiques, seul le paramètre p de la conique (par exemple, la parabole) ne correspond pas à la définition actuelle. Comme dans les écrits de L'Hospital ou Guisnée, il est défini par $p = 4AF$ (figure 10) alors qu'aujourd'hui on prend $p = 2AF$.

22. La sous-tangente à une conique correspond au segment dont une des extrémités est l'intersection d'une tangente en un point M à la conique et de l'axe (Ox) (grand axe), et l'autre est le projeté orthogonal de ce point M sur l'axe (Ox).

23. L'approche matérielle serait alors d'un grand secours. Le volume de ces manuscrits est très important et certains se trouvent dispersés chez des collectionneurs privés anonymes. La liste complète des archives de la marquise a été établie par Andrew Brown et Ulla Kölving (`https://c18.net/edc/aedc_pages.php?nom=oeuvres`). Malheureusement, je n'ai pour l'instant pas été en mesure de situer ce cahier parmi les autres.

24. Une autre hypothèse peut-être moins convaincante serait qu'il constitue un cours rédigé par la marquise à destination de son fils.

25. Dans les archives de la *Biblioteca Ambrosiana*, on trouve deux manuscrits de la mathématicienne intitulés « Equatio propositionis 4., lib. 9., p. 302., operis De sectionibus conicis Marchionis Hospitalii » (ms. O199 sup 1) et « Solutione problematis de quo agitur ambo valore, qui apud M. dell Ospital inveniuntur, inc quum in problema ac explanatum » (ms. O. 200 sup 15).

26. Lettre de Belloni à Agnesi, Milan, 3 juillet 1735. *Biblioteca Ambrosiana* (ms. O. 200 sup).

27. Le manuscrit est prêt dès 1743.