*mathesis universalis*

LEIBNIZ DANS LA MÊME COLLECTION

LEIBNIZ G. W., *La naissance du calcul différentiel*, introduction, traduction et notes M. Parmentier, préface de M. Serres, 500 pages, 1989.

LEIBNIZ G. W., *La Réforme de la dynamique :"De corporum concursu" (1678) et autres textes inédits*, édition, présentation, traductions et commentaires par Michel Fichant, 448 pages, 1994.

LEIBNIZ G. W., *La Caractéristique géométrique*, texte établi, introduit et annoté par Javier Echeverría, traduit, annoté et postfacé par M. Parmentier, 368 pages, 1995.

LEIBNIZ G. W., *L'estime des apparences*, introduction, traduction et notes M. Parmentier, 474 pages, 1995.

LEIBNIZ G. W., *La Quadrature arithmétique du cercle, de l'ellipse et de l'hyperbole*, introduction, traduction et notes M. Parmentier, texte latin E. Knobloch, 370 pages, 2004.

DUCHESNEAU F., *La dynamique de Leibniz*, 368 pages, 1994.

DUCHESNEAU F., *Leibniz, le vivant et l'organisme*, 352 pages, 2010.

MATHESIS

Directrice : Hourya BENIS SINACEUR

# G. W. LEIBNIZ

# *mathesis universalis*

## écrits sur la mathématique universelle

Textes introduits, traduits et annotés
sous la direction de David RABOUIN

*Ouvrage publié avec le concours du Centre national du livre*

PARIS
LIBRAIRIE PHILOSOPHIQUE J. VRIN
6, Place de la Sorbonne, Ve

2018

En application du code de la Propriété Intellectuelle et notamment de ses articles L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite. Une telle représentation ou reproduction constituerait un délit de contrefaçon, puni de deux ans d'emprisonnement et de 150 000 euros d'amende. Ne sont autorisées que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations, sous réserve que soient indiqués clairement le nom de l'auteur et la source.

© *Librairie Philosophique J. VRIN*, 2018
Imprimé en France
ISSN 1147-4920
ISBN 978-2-7116-2816-2

*www.vrin.fr*

# Préface

Ce livre est le fruit d'un travail collectif entrepris au sein du groupe « Mathesis » du *Centre d'Études Leibniziennes* (CEL).

Créé en 2010 sous l'impulsion de Jean-Baptiste Rauzy, le CEL a permis de rassembler plusieurs chercheurs travaillant en France sur les rapports entre philosophie et mathématiques chez Leibniz, groupe qui s'est donné pour nom « Mathesis ».

Les textes présentés dans ce volume ont fait l'objet d'une traduction collective à laquelle ont participé : Jean-Pascal Alcantara, Valérie Debuiche, Baptiste Mélès, Anne Michel-Pajus, Arnaud Pelletier, David Rabouin et Claire Schwartz.

Plusieurs doctorants et post-doctorants nous ont rejoints et aidés de leurs relectures : João Cortese, Morgan Houg, Ryoko Konno, Vincent Leroux et Patricia Sita.

Le groupe « Mathesis » tient à remercier Andrea Costa, Vincenzo De Risi, Emily Grosholz et Siegmund Probst pour leur aide dans l'accès aux manuscrits et leur expertise. Un grand merci à Baptiste Mélès pour son soutien précieux et sans faille dans le maniement de LaTeX.

La finalisation de cet ouvrage a été réalisée dans le cadre du projet ANR « Mathesis », AAP générique 2017 (ANR-17-CE27-0018-01).

## INDEX SIGLORUM

**A** : *Sämtliche Schriften und Briefe, herausgegeben von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen*, Reihe 1-8, Darmstadt, Leipzig, Berlin, 1923- .

**AT** : *Œuvres de Descartes*, publiées par C. Adam et P. Tannery, 11 vol., nouvelle présentation en coédition avec le CNRS, Paris, Vrin, 1964-1974.

**C** : *Opuscules et fragments inédits de Leibniz, extraits des manuscrits de la Bibliothèque de Hanovre*, textes édités par Louis Couturat, Paris, Alcan, 1903.

**CG** : *La Caractéristique géométrique*, texte établi, introduit et annoté par Javier Echeverría, traduit, annoté et postfacé par M. Parmentier, Paris, Vrin, 1995.

**GM** : *Leibnizens Mathematische Schriften*, éd. C. Gerhardt, Halle, 1850–1853, rééd. Hildesheim, New-York, Olms, 1962.

**GP** : *Leibniz. Die philosophischen Schriften*, éd. C. Gerhardt, Halle, 1875–1889, rééd. Hildesheim, New-York, Olms, 1978.

**NEEH** : *Nouveaux essais sur l'entendement humain* (1704).

**R** : *Recherches générales sur l'analyse des notions et des vérités*, édition sous la direction de Jean-Baptiste Rauzy, coll. « Épiméthée », Paris, Presses Universitaires de France, 1998.

# INTRODUCTION

Dans cette introduction, nous présentons trois types d'éléments susceptibles d'éclairer les lecteurs dans leur compréhension de la *mathesis universalis* chez Leibniz. Ces trois ensembles sont relativement indépendants et ceux qui maîtriseraient l'un ou l'autre pourront donc se reporter directement à la section qui leur est la plus utile. Dans un premier temps (« du "cosmos de l'ordre et de la mesure" à l'histoire de la mathématique universelle »), nous retraçons les grandes lignes de l'interprétation traditionnelle de ce thème et indiquons la manière dont notre édition vient la mettre en question. Partant d'une certaine image du « rationalisme classique », nous esquissons les orientations générales des lectures plus spécifiquement consacrées à Leibniz, notamment pour ce qui touche à l'identification de la mathématique universelle à une « science des relations abstraites » de nature logique. Dans un second temps (« la circulation du thème de la *mathesis universalis* entre Descartes et Leibniz »), nous décrivons les grandes traditions de mathématique universelle dont hérite Leibniz et dont certains traits se retrouvent dans son abord de la question. On les a regroupées en deux sections selon qu'elles se plaçaient dans l'héritage cartésien (comme c'est le cas chez Van Schooten, Wallis, Malebranche, Prestet ou Tschirnhaus) ou non (Weigel, Sturm et Jungius). Enfin, dans une troisième partie (« Présentation du corpus »), nous livrons un premier descriptif de l'ensemble des textes. Une conclusion reprend les grands traits de la nouvelle image de la mathématique universelle qui se dégage de notre édition. Les lecteurs pressés d'en venir aux textes pourront commencer par là.

## 1. Du « cosmos de l'ordre et de la mesure » à l'histoire de la mathématique universelle

Depuis la fin du XIXe siècle, la *mathesis universalis* a été régulièrement présentée comme un des symboles de notre modernité philosophique et scientifique. Sa source est généralement située dans les *Règles pour la direction de l'esprit* de Descartes : « C'est le concept cartésien de la *mathesis universalis*, avançait ainsi Ernst Cassirer, qui confère à cette idée fondamentale de la recherche moderne [*scil.* celle d'un ordre universel totalement accessible à la raison] sa légitimation philosophique principale. Le cosmos de la mathématique universelle, le cosmos de l'ordre et de la mesure, embrasse et épuise toute connaissance, il n'a besoin d'aucun appui et ne peut admettre d'autre fondement que celui qu'il trouve en lui-même. Ce n'est qu'à partir de ce moment que la raison embrasse de ses idées claires et distinctes la totalité de l'Être, ce n'est qu'aujourd'hui qu'elle peut, avec ses propres forces, la pénétrer et la dominer »[1]. Or « si le concept de *mathesis universalis* domine la théorie cartésienne de la méthode, dans la postérité de Descartes, c'est à Leibniz que l'on fait référence comme à l'héritier principal d'une telle conception normative »[2].

Cette présentation du « cosmos de la mathématique universelle » et de sa place dans l'émergence de la science moderne, bien qu'elle soit encore très répandue dans le commentaire, est doublement trompeuse : outre qu'elle méconnaît l'ancienneté de l'idée et fait jouer un rôle au traité de Descartes qu'il ne peut avoir eu[3], elle donne à croire que ce thème tient une place centrale dans le « rationalisme classique », aussi bien dans son rêve supposé d'une mathématisation du réel que dans sa foi supposée en la

1. E. Cassirer, *Logique des sciences de la culture*, trad. J. Carro et J. Gaubert, Paris, Cerf, 1991, p. 82. La *mathesis universalis* est encore un des traits qu'isole M. Foucault lorsqu'il entreprend de caractériser l'*épistémè* classique (M. Foucault, *Les Mots et les choses*, Paris, Gallimard, 1966, par exemple p. 70), selon une inspiration provenant de Heidegger (M. Heidegger, *Qu'est-ce qu'une chose ?*, trad. J. Reboul et J. Taminiaux, Paris, Gallimard, 1971) et de E. Husserl (E. Husserl, *La Crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*, Paris, Gallimard, 1976, p. 52-55).

2. Il s'agit des premières lignes du premier chapitre du livre de F. Duchesneau, *Leibniz et la méthode de la science*, Paris, P.U.F., 1993.

3. Nous ne revenons pas, dans cette introduction, sur l'histoire de la *mathesis universalis* avant Descartes et nous permettons de renvoyer à G. Crapulli, *Mathesis universalis. Genesi di un'idea nel XVI secolo*, Roma, Edizioni dell' Ateneo, 1969 et D. Rabouin, *Mathesis Universalis : L'Idée de « Mathématique Universelle » d'Aristote à Descartes*, Paris, P.U.F., 2009. Rappelons que la première édition du texte latin des *Regulae* date de 1701 (R. Descartes, *Opuscula posthuma physica et mathematica*, Amsterdam, Ex Typographia P. & J. Blaeu, 1701). Elle fut précédée d'une traduction hollandaise en 1684, dont la diffusion fut très limitée. Sur ces points, voir l'introduction à R. Descartes, *Regulæ ad Directionem Ingenii. Texte critique établi par Giovanni Crapulli avec la version hollandaise du XVIIième siècle*, La Haye, M. Nijhoff, 1966.

méthode géométrique (*mos geometricus*) [1]. Un tel tableau ouvre d'ailleurs encore l'étude la plus complète à ce jour sur la *mathesis universalis* chez Leibniz : « À la dénomination "Mathesis universalis" se trouve associé au XVII^e siècle le postulat d'une mathématisation, c'est-à-dire de la précision des méthodes scientifiques et des procédures démonstratives » [2].

Or cette image est pourtant loin d'aller de soi. Dans le cas de Descartes, le doute est assez facile à jeter puisque l'idée de *mathesis universalis* n'apparaît en tout et pour tout que deux fois, dans deux pages d'un traité inachevé, inédit et dont il ne fait jamais mention dans le reste de son œuvre [3]. Il paraît moins aisé à fonder dans le cas de Leibniz, dont l'œuvre immense, protéiforme et en partie inédite, a donné prise aux reconstructions les plus audacieuses. Un des buts de ce recueil est de livrer le corpus afférent à ce thème, corpus dont on verra qu'il est beaucoup plus circonscrit que ne le laisserait attendre le portrait monumental dressé depuis la fin du XIX^e siècle.

Un des premiers bénéfices de l'accès aux textes que nous proposons dans ce livre est de déjouer l'identification incessamment reconduite de la *mathesis universalis* à d'autres thèmes sur lesquels nous disposons de plus nombreux documents et qui ont fini par la recouvrir. Au premier rang figurent assurément la *caracteristica universalis* et l'*ars combinatoria*, dont elle est trop souvent considérée comme un simple synonyme [4]. Mais l'amalgame s'étend à bien d'autres candidats : science universelle, science

1. Cassirer n'hésite pas à parler à ce propos d'un projet « cartésiano-leibnizien » (E. Cassirer, *Substance et fonction*, trad. P. Caussat, Paris, Minuit, 1977, notamment p. 117-119). L'idée d'un couplage Descartes/Leibniz sous le programme « moderne » d'une *mathesis universalis* se retrouve également dans l'article classique de J. Mittelstrass, « The Philosopher's Conception of *Mathesis Universalis* from Descartes to Leibniz », *Annals of Science*, vol. 36 (6), 1979. Voir également, dans une veine plus logique et plus leibnizienne, la préface que donna Philip Jourdain à la traduction anglaise de *L'Algèbre de la logique* de Couturat (L. Couturat, *The Algebra of Logic*, Chicago et London, Open court publishing Company, 1914).

2. M. Schneider, « Funktion und Grundlegung der *Mathesis Universalis* im Leibnizschen Wissenschaftssystem », dans *Questions de logique*, Studia Leibniana Sonderheft 15, Steiner, 1988. Voir également les premières lignes de l'étude de H. W. Arndt, *Methodo scientifica pertractatum : Mos geometricus und Kalkülbegriff in der philosophischen Theorienbildung des 17. und 18. Jahrhunderts*, Berlin, New-York, Walter de Gruyter, 1971.

3. On trouvera une argumentation plus détaillée dans D. Rabouin, *Mathesis Universalis : L'Idée de « Mathématique Universelle » d'Aristote à Descartes*, *op. cit.*, chap. V.

4. Voir par exemple Russell : « connected with Leibniz's notion of definitions, and of reduction of all axioms to such as are identical, or immediate consequence of definitions (...) is the idea of a *Characteristica universalis*, or Universal Mathematics » (B. Russell, *A*

générale, algèbre universelle, calcul universel (ou *calculus ratiocinator*), analyse universelle, voire *analysis situs*. Ainsi J. E. Erdmann annonçait-il déjà, dans son édition des œuvres de Leibniz, la publication d'écrits relevant de « cette science que Leibniz appelle tantôt *mathesis universalis*, tantôt science générale, tantôt *calculus ratiocinator*, dont il rêvait déjà dans sa jeunesse et qu'il ne manqua pas de cultiver jusque dans ses vieux jours » [1]. On ne compte plus les identifications de ce type chez les commentateurs.

Comme on pourra le vérifier à la lecture de ce recueil, des liens complexes se tissent assurément entre ces notions, mais qui ne se réduisent jamais à une identification. Le premier texte que nous éditons suffit d'ailleurs à l'établir puisqu'il y est question de l'art caractéristique *dans* la mathématique universelle [**1**] [2]. On verra surtout que les liens de cette dernière à l'*ars combinatoria* sont variables et qu'il paraît vain de vouloir les fixer comme si Leibniz n'avait éprouvé aucune hésitation sur la place respective de ces disciplines, leur portée et leur définition.

Plus profondément, et c'est une leçon importante de notre étude, la définition de la mathématique universelle elle-même change d'un texte à l'autre : tantôt science mathématique universelle de la quantité, tantôt science de la quantité et de la qualité, tantôt subordonnée à l'art combinatoire, tantôt le comprenant comme partie, tantôt opposée au calcul logique, tantôt rapprochée de lui. La première conclusion qui ressort de

*Critical Exposition of the Philosophy of Leibniz*, London et New-York, Routledge, 1992, p. 200). Couturat, pourtant généralement plus prudent que Russell, peut également écrire : « Ici encore, on ne saurait lui [*scil.* Kant] reprocher de n'avoir pas prévu l'avenir, encore que, sur ce point aussi, Leibniz ait vu plus clair et plus loin que lui, et ait conçu fort nettement la Mathématique universelle, et plus spécialement l'Algèbre universelle (qu'il appelait la Caractéristique) comme applicable à toutes les formes possibles de déduction » (« La philosophie des mathématiques de Kant », article initialement paru en 1904 et repris en appendice de L. Couturat, *Les Principes des mathématiques*, Paris, Alcan, 1905, p. 304).

1. J. E. Erdmann, *God. Guil. Leibnitii Opera Philosophica Quae Exstant Latina, Gallica, Germanica Omnia*, Berlin, Eichler, 1840, p. IX. Sauf mention contraire, toutes les traductions sont nôtres.

2. Certains interprètes séparent avec soin *mathesis universalis*, *mathesis generalis*, *mathematica universalis*, *scientia mathematica communis*, selon des distinctions que l'étude historique des textes (chez Leibniz comme chez les autres auteurs) ne confirme nullement. Dans le cas de Leibniz, la chose est d'autant plus évidente que nous possédons nombre de textes comme [**1**] où les variantes donnent tour à tour « *generalis mathematica* », « *res mathematica in universum* », « *mathesis universalis* », sans qu'aucune nuance n'apparaisse dans le jeu des différentes réécritures. Nous nous permettrons la même liberté dans l'usage de ces termes.

l'édition des textes est qu'on a fait fausse route à vouloir reconstruire derrière cette variation le fantôme d'un système, qui n'existe souvent que dans l'esprit de l'interprète et ne conduit qu'à perdre ce qui est peut-être le plus intéressant : la position problématique de la *mathesis universalis* dans la pensée de Leibniz [1].

Un autre intérêt immédiat de la mise à disposition des sources est de permettre leur mise en perspective dans un corpus complet. Ainsi l'un des passages les plus célèbres et les plus souvent cités sur la mathématique universelle apparaît-il désormais comme tout à fait singulier et devant être traité comme tel. Il s'agit du chapitre 17 du quatrième livre des *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, où Théophile avance :

> Je tiens que l'invention de la forme des syllogismes est une des plus belles de l'esprit humain. C'est une espèce de *Mathématique universelle* dont l'importance n'est pas assez connue ; et l'on peut dire qu'un *art d'infaillibilité* y est contenu, pourvu qu'on sache et qu'on puisse s'en bien servir, ce qui n'est pas toujours permis. Or il faut savoir que par les *arguments en forme*, je n'entends pas seulement cette manière scolastique d'argumenter dont on se sert dans les Collèges, mais tout raisonnement qui conclut par la force de la forme, et où l'on n'a besoin de suppléer aucun article, de sorte qu'un *Sorites*, un autre tissu de syllogisme qui évite la répétition, même un compte bien dressé, un calcul d'algèbre, une analyse des infinitésimales me seront à peu près des arguments en forme, parce que leur forme de raisonner a été prédémontrée, en sorte qu'on est sûr de ne s'y point tromper. (NEEH IV, 17, § 4 ; GP V, 460-461 ; A VI, 6, 478)

Ce texte a tenu jusqu'à présent une place centrale dans le commentaire, en complet décalage avec sa situation réelle dans l'œuvre. Cité par Couturat aux toutes premières lignes du premier chapitre de son livre [2], il servit également de soutien à la lecture d'auteurs aussi influents que

1. Sur le mouvement qui a fait passer dans les études leibniziennes de la recherche d'un système à son abandon, A. Heinekamp, « L'état actuel de la recherche leibnizienne », *Les Études philosophiques*, n° 2, 1989 (l'auteur y distingue trois étapes qui ont marqué le commentaire leibnizien au cours du siècle dernier et dont les intitulés parlent pour eux-mêmes : « à la recherche du vrai système leibnizien » ; « les interprétations structuralistes » et le « refus du caractère systématique de la philosophie leibnizienne »).

2. L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, Paris, Alcan, 1901, chap. 1, p. 1. Couturat y revient également quand il s'agit de caractériser la mathématique universelle au chapitre VII (p. 306, note 2).

Husserl, Russell ou Weyl [1] – et encore, plus près de nous, aux interprétations de nombre de commentateurs récents [2]. C'est pourquoi nous avons choisi de le mentionner dès l'ouverture de ce recueil et de mettre d'emblée à distance l'image qui s'en dégage.

Partant de cette description, qui est pourtant tout à la fois tardive et très singulière dans l'œuvre, on se trouve tout naturellement conduit à rapprocher, voire à assimiler la « mathématique universelle » à une forme de théorie logique. De fait, quelques lignes plus loin, Théophile (alias Leibniz) soutient que « toute la doctrine syllogistique pourrait être démontrée par celle *de continente et contento*, du comprenant et du compris, qui est différente de celle du tout et de la partie ». Si donc la syllogistique est « une espèce de mathématique universelle » et si elle est incluse dans un calcul logique plus vaste (*de continente et contento*), il est tentant de considérer que c'est ce calcul général qui mérite le nom d'authentique mathématique universelle. C'est d'ailleurs ce que semble comprendre Philalèthe, qui s'exclame par la suite : « Je commence à me former une toute autre idée de la Logique que je n'en avais autrefois. Je la prenais pour un jeu d'Écolier, et je vois maintenant qu'il y a comme une Mathématique Universelle, de la manière que vous l'entendez » (NEEH IV, 17, § 8).

Ainsi la Mathématique Universelle se voit-elle souvent rapprochée du projet d'un *calculus universalis* de nature logique sous lequel tomberaient les théories mathématiques particulières [3]. C'est d'ailleurs ce qui autorise

1. B. Russell, *A Critical Exposition of the Philosophy of Leibniz*, *op. cit.*, chap. 16, trad. fr. p. 192; E. Husserl, *Logische Untersuchungen* I (1900), trad. fr. E. Husserl, *Recherches Logiques*. trad. H. Elie, Paris, P.U.F., 1959, p. 244, § 60, dont le titre significatif est « nos attaches avec Leibniz »; H. Weyl, *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft. Erster Teil : Mathematik (= Handbuch der Philosophie, 4. Lfg., Teil I)*, München-Berlin, R. Oldenbourg, 1926, p. 12.

2. Par exemple J. Mittelstrass, « The Philosopher's Conception of *Mathesis Universalis* from Descartes to Leibniz », *op. cit.*, p. 605; H. H. Knecht, *La Logique chez Leibniz : Essai sur le rationalisme baroque*, Lausanne, L'Âge d'homme, 1981, p. 100; C. Sasaki, *Descartes's Mathematical Thought*, Dordrecht/Boston/London, Springer, 2003, p. 404; J. Bouveresse, « Mathématiques et logique chez Leibniz », *Revue d'histoire des sciences*, vol. 54, 2001, p. 338.

3. Voir notamment M. Schneider, « Funktion und Grundlegung der *Mathesis Universalis* im Leibnizschen Wissenschaftssystem », *op. cit.*, p. 165, où la logique, dont la « logique mathématique » est conçue comme une application, reçoit trois déterminations : caractéristique universelle, grammaire rationnelle et calcul universel. Schneider poursuit alors : « La relation de la *mathesis universalis* à la *mathesis specialis* est semblable à celle de la

à la rapprocher, par un jeu de voisinage assez habituel dans le commentaire leibnizien, de l'*ars combinatoria* comme science générale « des formes et des formules », ou de la « caractéristique universelle ». À l'appui de cette lecture, on rappellera alors que la mathématique universelle au sens étroit (science universelle de la quantité [1]) est présentée par Leibniz à plusieurs reprises comme subordonnée à une théorie plus vaste qui, dans de nombreux textes, est bien désignée comme *ars combinatoria* [2]. Par métonymie, ce dernier pourrait ainsi en venir à désigner l'état le plus accompli de la *mathesis universalis*, celui dont Leibniz projetait de donner les « nouveaux éléments » et qu'on pourra alors rapprocher, à l'aide du texte des *Nouveaux essais*, d'un calcul général. Une autre manière de la désigner serait alors « algèbre universelle » [3].

Cette stratégie d'interprétation était celle proposée par Louis Couturat qui vit là une anticipation géniale de l'*Algebra universalis* que promouvaient certains de ses contemporains, au premier rang Alfred North Whitehead [4], et dont il était lui-même un fervent défenseur. Ainsi rappelait-il dès le début de son chapitre sur la combinatoire (chapitre II), juste après avoir mentionné le passage des *Nouveaux essais* : « C'est à cette logique plus sublime et non à celle d'Aristote qu'il donne le titre de "mathématique universelle". C'est elle que nous avons maintenant à étudier et à

logique (dans le sens général où elle est appelée *Scientia generalis*, non au sens spécifique de syllogistique) et de la *mathesis universalis*. Toutes les deux sont caractérisées non par une différence de principe de leur concepts et leurs relations fondamentaux, mais plutôt seulement de ce que la *mathesis universalis*, dont les relations trouvent également leur usage dans la logique, *se limite au domaine spécifique de l'imagination*, tandis que la Logique s'abstrait de ce domaine spécifique comme d'autres domaines possibles d'application » (nous soulignons). Même interprétation chez L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, *op. cit.*, p. 290.

1. Science qu'on peut voir évoquée dans les exemples mentionnés dans les *Nouveaux essais* : « un compte bien dressé, un calcul d'algèbre, une analyse des infinitésimales ».

2. Voir par exemple notre texte **[3]** (GM VII, 61), ainsi que **Annexe 2**.

3. Voir le paragraphe 16 du chapitre consacré par Couturat à la Mathématique universelle (chap. VII), intitulé « Idée de l'Algèbre universelle ». En voici les premiers mots : « Ainsi Leibniz concevait sa Logique comme une Mathématique de la pensée, plus exactement, et suivant son expression, comme une "Algèbre universelle", s'appliquant à tous objets susceptibles de déterminations précises, et comprenant autant d'Algèbres spéciales qu'il y a de genres de relations à considérer entre ces objets » (*ibid.*, p. 319-320). Le texte auquel se réfère Couturat est une lettre à Lange de 1714, qu'il édite partiellement en annexe de son ouvrage (p. 584).

4. A. N. Whitehead, *A Treatise on universal algebra : with applications*, Cambridge, The University Press, 1898.

exposer » (p. 33). Il y revenait longuement dans le chapitre consacré en propre à la « Mathématique universelle » pour parvenir à la caractérisation suivante :

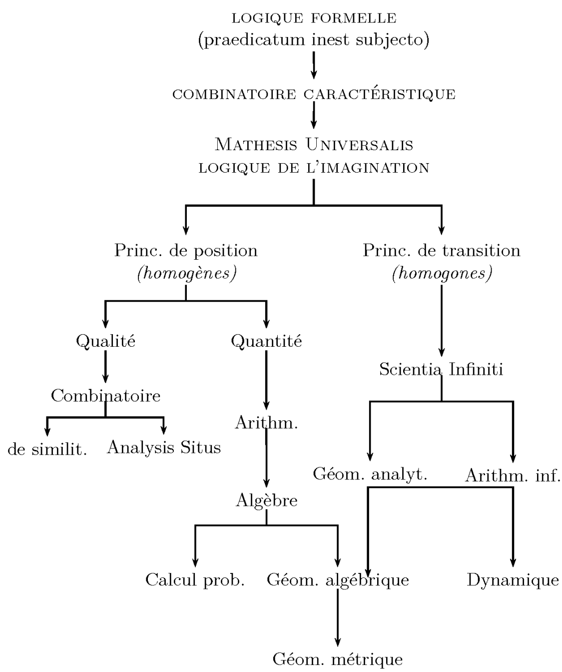
> En définitive, la Mathématique proprement dite, c'est-à-dire la Logistique, est subordonnée à la Combinatoire, et celle-ci à la Logique elle-même. La Combinatoire paraît même faire partie de la Logique. En tout cas, l'une et l'autre réunies composent la science des formes. Et par là il faut entendre non seulement les formules mathématiques et les « formes » algébriques, *mais toutes les formes de la pensée, c'est-à-dire les lois générales de l'esprit*. La Combinatoire ainsi conçue est la partie générale et formelle des Mathématiques ; elle étudie toutes les relations qui peuvent exister entre des objets quelconques, *et leur enchaînement nécessaire et formel*. En un mot, c'est la science générale des relations abstraites. (L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, Paris, Alcan, 1901, p. 299-300. Nous soulignons)

Même si l'interprétation « logiciste » de Couturat a été beaucoup discutée et critiquée [1], la caractérisation de la mathématique universelle leibnizienne comme « science générale des relations abstraites » ou « partie générale et formelle des mathématiques », de nature fondamentalement « logique », mais appliquée au domaine des mathématiques (ou de l'imagination) est restée depuis lors comme la description la plus répandue [2]. On peut certes entendre « logique » de bien des manières

1. Elle le fut d'ailleurs très rapidement avec des auteurs comme Brunschvicg (L. Brunschvicg, *Les Étapes de la philosophie mathématique*, Paris, Alcan, 1912), poursuivant l'interprétation engagée par Cassirer (E. Cassirer, *Leibniz' System in seinen wissenschaftlichen Grundlagen*, Marburg, N.G. Elwert, 1902, p. 196), et reliant plutôt, à la faveur d'autres citations, la mathématique universelle à l'élaboration du calcul différentiel et de l'*analysis situs*, D. Rabouin, « Interpretations of Leibniz's *Mathesis Universalis* at the Beginning of the XXth Century », dans *New Essays on Leibniz Reception 1800-2000*, Basel, Springer, 2012.

2. C'est cette interprétation que défend M. Schneider dans son étude (voir la citation p. 12, note 3). Il n'est pas exagéré de dire qu'elle domine très largement les interprétations du thème dans le commentaire leibnizien, *cf.* G. Martin, *Leibniz, Logique et Métaphysique*, Paris, Beauchesne, 1966, I, § 12 : *Scientia de relationibus*, p. 79-81 ; M. Serres, *Le Système de Leibniz et ses modèles mathématiques*, Paris, P.U.F., 1968, p. 5 ; W. Risse, *Die Logik der Neuzeit*, Stuttgart, Fromann, 1970, vol. 2, p. 175 ; H. W. Arndt, *Methodo scientifica pertractatum : Mos geometricus und Kalkülbegriff in der philosophischen Theorienbildung des 17. und 18. Jahrhunderts*, *op. cit.*, p. 100 *sq.* ; H. Burkhardt, *Logik und Semiotik in der Philosophie von Leibniz*, München, Philosophia, 1980, p. 395 ; J. Mittelstrass, « The Philosopher's Conception of *Mathesis Universalis* from Descartes to Leibniz », *op. cit.*, p. 603 ; F. Duchesneau, *Leibniz et la méthode de la science*, *op. cit.*, p. 27 (où est reprise l'interprétation de M. Schneider).

et notamment selon une interprétation structurale plutôt que comme un authentique calcul formel [1], cela ne change pas la position architectonique qui est alors donnée à cette discipline dans le « système » et qui en commande l'interprétation. Yvon Belaval a proposé un schéma récapitulatif de cette représentation commune sous la forme suivante [2] :




Or on verra à l'examen du corpus présenté dans ce recueil que ce tableau est un artéfact obtenu en collant des déterminations provenant de périodes et de projets différents. Ainsi le passage des *Nouveaux essais* est en fait *le seul* où Leibniz ait jamais rapproché la mathématique universelle de théories logiques, même si nous verrons que dans de nombreux

1. C'était le cas de Couturat, comme l'avait bien vu Russell (B. Russell, « Recent Work on The Philosophy of Leibniz », *Mind*, vol. 12 (46), 1903, p. 186-187). Une autre interprétation « structurale » de la *mathesis universalis*, à l'aune de la mathématique bourbachique, est proposée par M. Serres en ouverture du *Système de Leibniz* (M. Serres, *Le Système de Leibniz et ses modèles mathématiques*, *op. cit.*, p. 4).

2. Y. Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, Paris, Gallimard, 1960, p. 137.

textes, il considère les mathématiques elles-mêmes comme une forme de logique à part entière ou « logique des mathématiciens », voire « logique mathématique ». Mais il y a plus, car il y insiste alors clairement sur la *distinction* entre calcul logique et calcul algébrique. On passe trop vite sur la déclaration de Philalèthe si l'on y néglige ce fait essentiel que la doctrine *de continente et contento* y est *opposée* à celle « de la partie et du tout » qui caractérise le calcul mathématique sur les grandeurs – distinction que Leibniz explicite ainsi : « car le tout excède toujours la partie, mais le comprenant et le compris sont quelquefois égaux, comme il arrive dans les propositions réciproques ». Ceci est un trait constant de ses écrits sur la question :

> Quand on dit que deux choses et deux choses en font quatre, les deux dernières doivent être différentes des deux premières. Si elles étaient identiques il ne viendrait rien de nouveau, et ce serait comme si, par jeu, nous voulions faire six œufs à partir de trois, en comptant d'abord les trois œufs, puis, après en avoir ôté un, en ajoutant les deux restants et enfin, après en avoir à nouveau ôté un, en ajoutant le dernier. Au contraire, dans le calcul des nombres et des grandeurs, A ou B ou toute autre marque ne désignent pas des choses déterminées mais un ensemble de choses quelconques ayant le même nombre de parties congruentes. (...) C'est pourquoi $2 + 2$ produit quelque chose de nouveau (4) et 3 par 3 également (9). Car on suppose toujours qu'on emploie des choses différentes (même si elles sont de même grandeur) [GP VII, 246; trad. fr. R 412] [1].

Une des grandes avancées conceptuelles de Leibniz aura précisément été d'isoler un axiome (que nous désignons aujourd'hui comme « axiome

1. L'opposition entre les deux calculs a été mise en avant par W. Lenzen, « Arithmetical vs. 'Real' Addition – A Case Study of the Relation between Logic, Mathematics, and Metaphysics in Leibniz », dans *Leibnizian Inquiries*, Lanham, University Press of America, 1989. On ne saurait donc suivre D. Berlioz et F. Drapeau-Contim lorsqu'ils déclarent à propos du calcul de l'addition réelle : « Leibniz y propose une syntaxe commune, non seulement à plusieurs calculs logiques (logique extensionnelle des agrégats, logique intensionnelle des propriétés, logique propositionnelle et logique modale), mais aussi à plusieurs disciplines formelles (logique, géométrie, arithmétique). Ce faisant il opte clairement pour l'existence d'autres types d'arguments en forme que ceux de la logique [NDE : la note renvoie ici sans surprise à NEEH IV, 17, 4] » (D. Berlioz et F. Drapeau-Contim, « Un Essai Logique de Leibniz. Le Calcul des Ingrédients », *Revue d'Histoire des Sciences*, vol. 51 (1), 1998). Tout le problème est précisément, comme l'a rappelé Lenzen, que le calcul de l'addition réelle ne s'étend *pas* à l'arithmétique et pas plus à la géométrie métrique, qu'il ne saurait donc subsumer.

d'idempotence »[1]) qui *distingue* calcul logique et calcul « sur les nombres et les grandeurs ». Il ne paraît donc pas possible d'identifier sans autre forme de procès la mathématique universelle « au sens large » à un calcul logique « du contenant et du contenu », cœur de la « logique formelle » à laquelle la mathématique universelle « au sens étroit » (logistique ou science universelle de la quantité) serait *subordonnée*[2].

Si Leibniz avance indéniablement à plusieurs reprises une subordination de la mathématique universelle à l'*ars combinatoria*, ce ne peut être que dans une acception différente de celle d'un « calcul universel » qu'on appliquerait à différents domaines (par spécification d'axiomes). On fait fausse route à s'autoriser des *Nouveaux essais* pour établir le contraire[3]. C'est d'ailleurs ce qu'avait bien compris Louis Couturat – par différence avec Russell – qui reliait la mathématique universelle à l'algèbre universelle de son temps, c'est-à-dire moins à une théorie logique unifiée qu'à une collection de structures algébriques, dont certaines étaient logiques et d'autres non, mais dont aucune n'avait de précellence sur les autres[4].

1. Voir notamment le premier axiome du *Non inelegans specimen demonstrandi in abstractis* (1687) : « AXIOMA 1. *Si idem secum ipso sumatur, nihil constituitur novum, seu* $A + A \infty A$ » (A VI, 4, 848).

2. Le seul texte aujourd'hui connu où Leibniz ait présenté les fondements des mathématiques à l'aide de son nouveau calcul logique (dit « de l'addition réelle ») est le *Specimen Geometriae Luciferae* (GM VII, 260-298). On remarquera néanmoins : 1. que ce calcul est, de loin, le plus faible parmi ceux élaborés par Leibniz en termes d'expressivité (*cf.* W. Lenzen, « Leibniz's logic », dans *Handbook of the History of Logic*, Amsterdam, Elsevier, 2004, p. 3) ; 2. que, pour cette raison, il est présenté d'abord comme opérant au niveau de certains *raisonnements* applicables en divers lieux des mathématiques ; 3. qu'il n'est mis en œuvre dans les théories mathématiques elles-mêmes que pour l'expression de certaines relations géométriques *non quantitatives* ; 4. enfin et surtout, que si la *mathesis universalis* est bien mentionnée dans ce texte, c'est dans un sens étroit et clairement distingué de la combinatoire générale : « *Et in his versatur pars Scientiae Combinatoriae generalis de formulis universe acceptis, cui non Geometriam tantum, sed et Logisticam seu Mathesin universalem de Magnitudinibus et Rationibus in genere tractantem subordinari alias ostensum est* » (GM VII, 261).

3. Sur les détails de cette subordination, voir en particulier notre texte [**3b**]. Voir également le texte « Sur l'usage de l'art des combinaisons » (C 532) : « J'ay encore remarqué qu'il y a un calcul des combinaisons, où le composé n'est pas un tout collectif, mais distributif, c'est à dire où les choses combinées ne doivent concourir qu'alternativement, *et ce calcul a encor ses loix toutes differentes de celles de l'Algebre* » (nous soulignons).

4. D. Rabouin, « Interpretations of Leibniz's *Mathesis Universalis* at the Beginning of the XXth Century », *op. cit.*

Même s'il nous faudra revenir sur ces différents éléments en présentant les textes de ce recueil, on peut noter dès à présent qu'une des lignes directrices de l'approche leibnizienne de la *mathesis universalis*, exprimée de manière très claire au début du texte le plus développé qu'il ait consacré à la question (notre texte [**3b**]), est de considérer non pas la logique comme un calcul (auquel serait subordonnée telle ou telle théorie mathématique), mais le calcul mathématique *comme une logique* – une idée qui, comme il le rappelle lui-même, n'allait nullement de soi à l'époque :

> Ainsi de même que beaucoup ont essayé d'illustrer la Logique par similitude avec le calcul, et Aristote lui-même en a parlé dans les Analytiques à la manière des Mathématiciens, de même en retour, et de façon beaucoup plus correcte, la *Mathesis* authentiquement *universalis*, et donc l'Arithmétique et l'Algèbre, peuvent être traitées à la manière de la Logique, comme si elles étaient une Logique Mathématique. ([**3b**], GM VII, 54)

On verra dans la section suivante quels pouvaient être ces nombreux auteurs qui avaient tenté de mettre la logique sous forme de calcul. Mais remarquons dès à présent que cet avertissement nous invite à relire le passage des *Nouveaux essais* en y percevant des nuances significatives. Ainsi on notera que les références à la *mathesis universalis* y sont systématiquement modalisées, ce qui n'est pas le cas dans nos autres textes (« il y a *comme* une Mathématique Universelle », une « *espèce de* Mathématique universelle »), Leibniz opérant ici précisément dans le cadre d'une analogie (il s'agit de *comparer* la logique à la mathématique universelle). Mais on remarquera surtout que le syllogisme y est mis *sur le même plan* que le calcul différentiel, voire que le calcul comptable – ce qui semble bien indiquer que ce qui est en jeu n'est pas tant la mise en forme des mathématiques *sous* un calcul logique (nous avons vu les difficultés de cette interprétation), que la nature intrinsèquement logique des différents calculs eux-mêmes [1]. Comprendre comment ce parallèle des

1. On s'en convaincra aisément en lisant la suite du premier passage cité des *Nouveaux essais*, où Leibniz fait remonter cette logique interne des mathématiques à la géométrie d'Euclide : « Et peu s'en faut que les démonstrations d'Euclide ne soient des arguments en forme le plus souvent ; car quand il fait des enthymèmes en apparence, la proposition supprimée et qui semble manquer est suppléée par la citation à la marge, où l'on donne le moyen de la trouver déjà démontrée ; ce qui donne un grand abrégé sans rien déroger à la force. Ces inversions, compositions et divisions des raisons, dont il se sert, ne sont que des espèces de formes d'argumenter particulières et propres aux mathématiciens et à la matière qu'ils traitent, et ils démontrent ces formes avec l'aide des formes universelles de la logique » (NEEH IV, 17 § 4). On voit que la « formalité » des arguments mathématiques n'a rien à voir ici avec la mise en calcul.

mathématiques et de la logique est devenu possible – et non pas supposer qu'il a présidé dès le départ aux réflexions du philosophe au titre d'un programme tôt esquissé de *calculus universalis* – est un des intérêts de la prise en compte de l'ensemble des textes leibniziens. Nous y reviendrons en conclusion de cette présentation.

Cela dit, la simple mise à disposition des textes ne saurait suffire à leur appréciation. Encore faut-il fournir au lecteur les éléments d'information sur la circulation du thème tel qu'il parvient à Leibniz. À faire sortir la *mathesis universalis* tout armée des *Règles pour la direction de l'esprit* de Descartes – dont l'influence, on l'a rappelé, fut pourtant quasi nulle sur ses contemporains, Leibniz y compris – on s'est en effet interdit d'accéder à un corpus très riche de réflexions sur la mathématique universelle dans la seconde moitié du XVII[e] siècle – corpus bien connu de Leibniz et beaucoup plus délimité qu'on ne le croit ordinairement (il y est très peu question, par exemple, de la « mathématisation de la nature » ou de la « méthode scientifique »). C'est pourquoi nous faisons précéder la présentation des textes d'un essai historique sur la diffusion du concept de *mathesis universalis* entre Descartes et Leibniz, diffusion dont on verra qu'elle est bien différente de celle qu'avaient reconstituée les grandes histoires du « rationalisme classique ». Plus intéressant encore, elle permet de comprendre nombre de traits de la mathématique universelle chez Leibniz, dont on lui attribue trop souvent l'invention.

## 2. La circulation du thème de la mathesis universalis entre Descartes et Leibniz

La plupart des études qui traitent de la *mathesis universalis* à l'âge classique, mais aussi souvent celles qui en traitent plus spécifiquement chez Leibniz, négligent la richesse des lignes qui se croisent dans cette histoire. L'erreur la plus courante, et certainement la plus inadmissible du point de vue documentaire, consiste à présenter l'idée de *mathesis universalis* comme parvenant directement du Descartes des *Règles pour la direction de l'esprit* à ses successeurs. Dans le cas de Leibniz, les documents sont sans ambiguïté, puisqu'il eut accès à la *mathesis universalis* bien avant d'avoir pris connaissance des *Regulae*. Le thème joue, en effet, un rôle non négligeable dès le programme lancé par le *De Arte Combinatoria* publié en 1666, soit dix ans avant qu'il ne prenne connaissance des inédits de Descartes à Paris. De même Leibniz est-il familier avant son arrivée à Paris (en 1672) du débat engagé entre Wallis et Hobbes sur le statut de l'algèbre symbolique, que le premier concevait explicitement au titre de la *mathesis universalis* [1]. Rappelons également qu'il eut l'occasion d'entendre à Iéna en 1663 les leçons d'Erhard Weigel, autre défenseur d'un programme original de mathématique générale, dont il tira une influence décisive, notamment pour sa conception de la *mathesis* comme *cognitio aestimativa* [2]. Enfin, même si l'intérêt de Leibniz pour la *mathesis universalis* est indéniablement réveillé après le séjour parisien (voir notre texte [**1**], daté de 1679), il semble qu'il faille en attribuer la raison moins à la lecture des *Regulae* (dont il prend connaissance à la fin de son séjour, en janvier 1676) qu'à une confrontation avec les programmes de Tschirnhaus ou Prestet et Malebranche – auteurs qui identifiaient l'algèbre nouvelle à l'*ars inveniendi* et sont très directement l'objet de ses critiques dans les années qui précèdent.

La position de Leibniz dans ces différents débats ne se comprend pas hors du lien aux traditions philosophiques dont il a été nourri. Si la découverte de la « nouvelle » mathématique à Paris a joué un rôle déterminant dans la relance du projet philosophique leibnizien – et notamment de l'intérêt pour la *mathesis universalis* –, il ne faut pas négliger les conditions qui ont rendu possible une telle évolution. Le jeune Leibniz n'a pas baigné dans un programme de marche en avant triomphale de l'algèbre cartésienne. Il avoue lui-même son peu de connaissance des grandes découvertes mathématiques de son temps avant son arrivée à Paris [3]. L'Université où il fait ses études ne reprend ce programme que dans le cadre particulier du rêve ancien d'une conciliation d'Aristote et d'Euclide et du programme d'une autonomie logique des qualités – dont on ne se contente donc pas, à la manière des *recentiores*, de poser qu'elles sont réductibles à des rapports d'extension. Enfin, une dernière détermination tout à fait caractéristique de cette tradition est le rôle qu'y tient l'idéal encyclopédique et pédagogique.

Toutes ces traditions jouent un rôle important dans la conception que Leibniz se fait de la mathématique universelle. Aussi allons-nous les reprendre l'une après l'autre afin de présenter les éléments nécessaires à l'intelligence des textes et de prévenir l'attribution à Leibniz de ruptures

1. J. Wallis, *Mathesis universalis sive arithmeticum opus integrum tum Numerosam Arithmeticam tum Speciosam complectens*, Oxford, L. Lichfield, 1657. Voir le texte de Leibniz : *Demonstratio propositionum primarum* (fin 1671-début 1672) [A VI, 2, 481].

2. A VI, 4, 1173.

3. À Remond, 10 janvier 1714 (GP III, 606).

qu'il ne pensait nullement comme telles ou d'originalités qui n'en sont pas.

### 2.1. *L'héritage cartésien*

*Les éditeurs de Descartes*

Que les *Regulae ad directionem ingenii* aient joué un rôle négligeable dans la diffusion du thème de la *mathesis universalis* au XVII^e siècle, Leibniz nous offre une occasion remarquable de l'établir. Il fit, en effet, partie des rares auteurs à avoir eu accès directement au texte que possédait Clerselier et en acquit ensuite une copie pour le compte de la Bibliothèque de Hanovre, copie qu'il annota d'ailleurs abondamment. Or on vérifiera aisément dans ses notes qu'il ne prête *aucune attention* au thème de la mathématique universelle, alors même qu'il s'arrête sur le passage de la Règle IV qui en précède immédiatement l'introduction [1]. Quant à son ami Tschirnhaus, avec qui il consulte à Paris les inédits de Descartes au début de l'année 1676, il ne poursuit le thème de la *mathesis universalis* qu'au titre d'une science mathématique des courbes décalquée non des *Regulae* (où il n'est jamais question de classification des courbes), mais de la *Géométrie* de 1637 (où il n'est pas question de mathématique universelle).

Pour qui connaît l'histoire des mathématiques au XVII^e siècle, ce phénomène est sans mystère et Leibniz lui-même en livre la clé avec la première occurrence du terme dans ses écrits :

> La Quantité est donc le nombre de parties. D'où il est manifeste que, dans la chose même, la Quantité et le Nombre coïncident ; mais elle peut néanmoins être posée temporairement de façon extrinsèque, comme relation ou Rapport à autre chose, à titre d'aide tant que le nombre de parties n'est pas connu. Et c'est là l'origine de cette ingénieuse Analytique Spécieuse, que Descartes a le premier cultivé et dont les préceptes furent ensuite rassemblés par Franc. Van Schooten et Erasme Bartholin, dans des *Éléments de Mathesis universalis*, comme on dit. Ainsi *l'Analyse* est-elle la doctrine des Rapports et proportions, c'est-à-dire de la quantité non exposée. (*De Arte Combinatoria* (1666) ; A VI, 1, 170-171)

1. A VI, 4, 1031-1036, *cf.* H. Breger, « Über die Hannoversche Handschrift der Descartesschen Regulae », *Studia Leibnitiana*, vol. 15, 1983.

Cette référence à la *mathesis universalis*, quoique allusive et indirecte, joue d'ailleurs un rôle intéressant. Le projet esquissé par le jeune Leibniz est, en effet, de faire fond sur l'Analyse spécieuse, dont les cartésiens n'ont pas perçu la pleine puissance de *logica inventiva*. Le rêve d'une « écriture universelle » (*scriptura universalis*), clairement référé aux projets de « caractéristique », y apparaît alors comme un champ d'extension de cette *mathesis universalis* (sous réserve de la mise au point d'un lexique fondamental des notions) [1]. Le fait que Leibniz ait alors eu comme projet de croiser une orientation mathématique cartésienne, qu'il connaissait assez superficiellement, et un projet philosophique plus général est rendu explicite dans la lettre qu'il écrit quelques années plus tard au Duc Jean-Frédéric pour lui exposer ses travaux en cours. Le grand projet d'une « caractéristique » y est, en effet, présenté comme « un moyen qui permet de faire en philosophie ce qu'ont fait Descartes et d'autres par l'algèbre et l'analyse en Arithmétique et en Géométrie » [2].

Il va sans dire que la *mathesis universalis* de Descartes évoquée dans ce premier projet ne saurait être celle des *Regulae*. Nous sommes, en effet, dix ans avant que Leibniz ne rende visite à Clerselier en compagnie de Tschirnhaus et n'ait accès aux manuscrits inédits de Descartes. La référence est d'ailleurs sans équivoque : il s'agit des *Principia Matheseos Universalis*, cours de F. Van Schooten sur la *Géométrie* de 1637, que transcrivit Érasme Bartholin et qui fut publié chez Elzevier en 1651, puis en deuxième partie de la grande édition latine de la *Geometria* en 1661 [3]. C'est d'ailleurs par cette grande édition de 1659-1661 que Leibniz eut

1. GP IV, 72 ; A VI, 1, 201. L'*ars combinatoria* est lié pour Leibniz aux modes de distribution d'un tout en ses parties ou *variatio* (dont les deux « fondements » sont la *complexio* et le *situs*). Or cette notion de *totum* a été patiemment dérivée dans les premières lignes du traité au titre de la *Quantitas* et de la *Relatio*, qui ne sont pas des êtres et ne relèvent donc pas directement de la Métaphysique, mais des mathématiques (GP IV, 35 ; A VI, 1, 170-171).

2. « *In Philosophia habe ich ein mittel funden, das jenige was Cartesius und andere per Algebram et Analysin in Arithmetica et Geometria gethan, in allen scientien zuwege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P. Kircher zwar excolirt, bey weiten aber in solche deren intima nicht gesehen* » (A II, $1^2$, 261. An Herzog Johann Friedrich, mi-octobre ( ?) 1671).

3. Le faux-titre en devint même : *Renati Des Cartes Principia Matheseos Universalis*, quatrième édition publiée en 1695 chez F. Knoch à Francfort. Le titre de la première édition était *Francisci a Schooten Principia matheseos universalis* (Leyde, 1651).

accès aux mathématiques cartésiennes, comme la plupart de ses contemporains. Or il s'agit, comme son titre l'indique, d'un manuel de mathématiques, et non d'un ouvrage contenant des réflexions méthodologiques et épistémologiques comme l'étaient les *Regulae*. La conséquence immédiate de ce constat, que l'étude du manuel confirme amplement, est que le concept de *mathesis universalis* « de Descartes » parvient à Leibniz de manière indépendante du contexte philosophique des *Regulae* et au sens étroit d'une science universelle de la quantité (réformée par le recours à la nouvelle algèbre symbolique). C'est d'ailleurs de ce sens qu'hériteront nombre de ses contemporains comme Wallis, Newton ou Tschirhnaus.

*Algebra, hoc est Mathesis universalis*, écrit tout simplement Bartholin en 1657 dans la Lettre-dédicace à Joachim Gesdorph qu'il livre en ouverture au traité de Florimond de Beaune *Sur la constitution des équations* [1]. Cette identification, qui deviendra courante et qu'on retrouvera très souvent chez Leibniz, n'est pas surprenante quand on se rappelle que Van Schooten fut formé dans l'école hollandaise où le thème de la *mathesis universalis*, dans son rapport tendu à l'algèbre symbolique, était bien connu [2]. Cette *mathesis universalis* « algébrique », même si elle considère les objets selon leurs seules relations (rapports et proportions), se donne alors comme strictement limitée à l'étude des quantités [3]. Aucun

1. *De Aequationum Natura, Constitutione et limitibus opuscula duo* (publié dans *Renati Descartes Geometriae pars secunda*, Elzevier, 1661, p. 54 non numérotée). L'expression est souvent reprise par Leibniz, y compris dans des textes plus tardifs, par exemple en 1696 : *Unde etiam fit ut Algebra vel Arithmetica sit ipsa Mathesis universalis* (Lettre à Vaget, 5(15) juin 1696 ; A III, 6, 781).

2. Voir par exemple l'exposé que donne Hortensius dans sa *Dissertatio de studio Mathematico recte instituendo* de 1637 (édité dans H. Grotius, *H. Grotii et aliorum dissertationes de studiis instituendis*, Amsterdam, Elzevier, 1645, p. 589). Sa source est le traité de A. Van Roomen, *In Archimedis Circuli dimensionem expositio et analysis. Apologia pro Archimede*, Genève 1597. Sur le rôle de ce dernier texte dans l'histoire de la mathématique universelle, *cf.* G. Crapulli, *Mathesis universalis. Genesi di un'idea nel XVI secolo*, *op. cit.*

3. *Unde cum in universa illarum Scientiarum constitutione, licet diversa objecta respiciant, non nisi relationes sive proportiones quaedam, quae in iis reperiuntur, considerentur* (F. v. Schooten, *Principia matheseos universalis seu Introductio ad Cartesianæ Geometriæ Methodum. Conscripta ab Erasmio Bartholino*, Lugduni Batavorum, ex Officina Elzeviriorum, 1651, p. 1). Une idée similaire se trouve également chez De Beaune, dont les « Notes Brèves » (1638-1639) furent traduites en latin par F. Van Schooten et annexées à l'édition latine de la *Géométrie* (1649). La version française en a été publiée dans le troisième volume de R. Descartes, *Correspondance de Descartes*, édition par Charles Adam et Gérard Milhaud, Paris, 8 vol.., Alcan-P.U.F, 1936-1963, p. 353-401. Voir également la lettre à Mersenne du 26 mars 1639 où De Beaune parle de « la science des rapports, qui les considèrent universellement » (AT V, 537).

rôle représentatif et fondationnel dans l'organisation *générale* du savoir ne lui est dévolu [1]. Cela ne signifie pas qu'il soit impossible de lui donner un domaine d'application plus vaste (comme l'esquisse le jeune Leibniz dans sa dissertation de 1666 et dans le programme présenté à Jean-Frédéric en 1671), mais cette voie n'est pas tracée explicitement par les *Principes de Mathesis universalis* de Van Schooten, qui se contentent de rappeler la valeur heuristique et propédeutique de la « méthode mathématique » pour la connaissance en général [2].

Mais il y a plus, car Van Schooten s'oppose en fait très explicitement à l'idée d'une extension de la *mathesis* hors de son domaine premier, celui de la quantité. Il le rappelle clairement dans son édition de Viète publiée quelques années avant son commentaire de Descartes, dans le cadre d'une critique des positions de Jean de Beaugrand :

> Ce qu'il [*scil.* Beaugrand] avance, au vrai, de sa propre [analyse] universelle, qu'il estime devoir être préférée à celle de Viète, parce qu'elle n'est astreinte à aucun terme comme la Logistique spécieuse, dont il dit l'usage limité à la recherche portant sur l'égalité ou la proportion des quantités, cela me semble rien moins que vrai et inapproprié ; puisque tout ce qui tombe sous la coupe de la *Mathesis* jouit toujours du nom de quantité, et ne s'éclaire que par l'égalité ou la proportion. Si bien que l'Analyse connue sous le nom de Viète doit être tenue pour la plus universelle qui soit (*Analysis habenda sit quam maxime universalis*), et qu'elle doit être préférée à l'autre plus vague [3].

Était alors très explicitement proposé un rapprochement avec Descartes qui deviendra banal :

> Au reste, ce qui serait enfin au pouvoir de celle-ci [*scil.* l'analyse de Viète], et dont il récuse qu'elle puisse le résoudre, il s'efforce de l'exposer par ses exemples attachés à celle-là [*scil.* L'analyse de Beaugrand] : d'où il conclut que cette analyse spécieuse, revêtue de la

1. Le premier chapitre des *Principia Matheseos Universalis* s'intitule d'ailleurs *De logistica quantitatum simplicium* et s'ouvre sur l'affirmation selon laquelle les mathématiques ne s'occupent que de la quantité (*quae omnes circa quantitatem versantur*, p. 1). La *Praefatio* de Bartholinus prenait également soin de rappeler : *Mathesis variis partibus constat, quae omnes circa quantitatem versantur*.

2. Conformément à la fonction à laquelle avait été réduite la considération des « rapports et proportions » dans la seconde partie du *Discours de la méthode* de Descartes (AT VI, 19-20).

3. F. Viète, *Francisci Vietæ Opera mathematica : in unum Volumen congesta, ac recognita, Opera atque studio Francisci à Schooten Leydensis, Matheseos Professoris*, Frans van Schooten, Lugduni Batavorum, ex officina B. et A. Elzeviriorum, 1646, p. 545.

> triple forme de la Zététique, de la Poristique et de l'Exégétique, peut seulement revendiquer comme sien le problème spécieux : RÉSOUDRE TOUT PROBLÈME, QUEL QU'IL SOIT, DANS LEQUEL LA RECHERCHE PORTE SUR L'ÉGALITÉ OU LA PROPORTION DES QUANTITÉS. En quoi, si l'on ôte le « quel qu'il soit », dont je ne sais quelle raison l'a poussé à le mettre ici, je ne vois pas ce qui pourrait être demandé de plus universel : puisque la *mathesis* tout entière consiste précisément dans l'apprentissage du traitement de la quantité, si bien que tout ce qu'on s'y propose à résoudre (comme précédemment dit) ne consiste qu'à l'explication de quelque égalité ou proportion de quantités. Ainsi, cet homme de grand esprit, que fut René Descartes, écrit-il dans son *Discours de la méthode pour bien diriger sa raison* avoir remarqué que les sciences mathématiques en général (*Mathematicas scientias in genere*), même si elles traitent d'objets différents, conviennent toutes pourtant assurément en ce que en ce qu'elles n'examinent rien d'autre que les relations et proportions, qu'on y peut trouver [1].

La thèse selon laquelle une œuvre comme le *De Arte Combinatoria* ne ferait que poursuivre le programme cartésien de *mathesis universalis*, lorsqu'elle se donne pour tâche de proposer une théorie mathématique permettant de traiter toutes sortes de questions allant de la Logique à la Métaphysique, est donc ambiguë : le jeune Leibniz reçoit indéniablement le programme d'une *mathesis universalis* « cartésienne », dont il s'inspire explicitement [2], mais ce programme ne correspond *pas* à celui de Descartes, exposé dans les *Regulae*, et même pas à celui de ses premiers disciples. S'il se donne pour tâche d'étendre cette *mathesis* dans le cadre général d'un *ars combinatoria*, qui pourrait être utile jusque dans les matières métaphysiques, c'est donc selon une autre inspiration que nous allons éclairer dans les pages qui suivent. Une grande part des malentendus attachés au traitement leibnizien de la *mathesis universalis*, mais plus généralement à la description de l'*épistémè* classique, provient de n'avoir pas repéré et tenu fermement ce genre de distinctions.

1. *Ibid.*, p. 545-546.

2. Encore faut-il avancer avec prudence : Leibniz avoue ingénument à Bernoulli dans une lettre d'avril 1703 que le texte lui semblait trop difficile lorsqu'il l'acquit, *cf.* R. Taton, « L'initiation de Leibniz à la géométrie (1672-1676) », *Studia Leibnitiana, suppl. XVII*, 1978. Cette confession est d'ailleurs avancée dès le séjour parisien, lorsque Leibniz déclare à Foucher en 1675 qu'il n'est « géomètre que depuis peu » et n'a, pendant longtemps, pas réussi à prêter assez d'attention aux traités mathématiques de ses prédécesseurs (Descartes aussi bien qu'Euclide d'ailleurs) (A II, $1^2$, 389).

Outre l'absence de considérations philosophiques, un autre point notable, rappelé par Bartholin dans son avis au lecteur, est que cette *mathesis* algébrique est rendue *universalis* par l'usage de symboles [1]. Il y a ici une différence de conception très profonde par rapport au projet initial des *Regulae* de Descartes, qui liait avant tout l'universalité de la *mathesis universalis* à sa fonction et à sa structure (elle était définie comme science générale « de l'ordre et de la mesure » [2]). Cet écart n'est pas anodin pour comprendre la détermination du concept chez Leibniz. Ce dernier restera, en effet, toujours très attaché à ce sens nouveau de la « mathématique universelle » en tant qu'elle donne un « échantillon » de l'art caractéristique. Ce sera même le motif du premier texte que nous traduisons ci-après (notre texte [**1**]). Aussi faut-il se garder de croire que l'accès direct aux manuscrits de Descartes aurait heureusement corrigé les effets induits par la première distorsion. De même qu'il faut se garder de croire qu'ils sont néfastes : sans l'association de l'universalité de l'algèbre à sa formulation symbolique, le programme leibnizien d'une extension de la *mathesis universalis* par le perfectionnement de la spécieuse n'aurait peut-être pas eu lieu – ou, pour rester plus prudent : n'aurait peut-être pas été pensé sous ce nom et dans cette fonction. Cela dit, on aurait tort de considérer que la transmission de ce problème se fait sans autre médiation. Comme on va le voir, le statut de l'algèbre symbolique comme nouvelle prétendante au rang de « mathématique universelle » était alors l'objet d'intenses débats, dont Leibniz hérite non moins clairement dès avant son arrivée à Paris et qui ont nourri sa réflexion sur ce thème.

*John Wallis (et ses ennemis)*

Le texte inaugural de la seconde tradition autour de la mathématique universelle, telle qu'elle parvient à Leibniz, est l'ouvrage de John Wallis *Mathesis universalis, sive Opus Arithmeticum*, paru en 1657 [3]. Ce cours,

1. « *Et quoniam Mathesis variis partibus constat, quae omnia circa quantitatem versantur; res a nobis seculi Luminibus eo redacta est, ut generaliter illa omnes tractari, et quantitas haec in universali et abstracto per literas Alphabeti concipi possit* » (*Principia matheseos universalis*, *Praefatio*, recto de la p.2). La suite indique que cette universalité a été, pour Bartholin, la condition de l'universalité d'application de la méthode cartésienne et la réalisation effective du projet d'une encyclopédie des sciences humaines.

2. *Regulae ad directionem ingenii*, Règle IV (AT 377, 22-378, 6).

3. Nous citerons d'après l'édition donnée dans J. Wallis, *Opera Mathematica*, 3 vol., Oxoniæ, E theatro Sheldoniano, 1693-1699, rééd. avec une présentation de J. Scriba, Olms, 1972.

délivré à Oxford dans le cadre de la chaire savillienne de mathématiques, poursuit la tradition de textes comme les *Scholae Mathematicae* de Ramus en livrant un exposé où se mêlent considérations historiques, philosophiques et philologiques. Bien que son caractère élémentaire n'en fasse pas l'œuvre de Wallis la plus intéressante d'un point de vue mathématique, il s'agit d'un traité central dans notre progression : tout d'abord, il s'agit du premier ouvrage à porter ce seul titre et à en donner une définition parfaitement claire. L'idée de Wallis est que la *mathesis universalis*, en tant que science universelle des mathématiques, s'identifie à l'arithmétique, comme science du nombre (étendue grâce à l'algèbre symbolique) [1]. Comme les cartésiens, Wallis considère que ce qui rend la *mathesis* qu'il expose « universelle » est l'usage de symboles d'une part et, d'autre part, la structure opératoire des rapports et proportions en quoi consiste toute la mathématique [2]. Il infléchit néanmoins cette tradition du côté de l'arithmétique plutôt que de la géométrie. Cet infléchissement est d'autant plus radical que Wallis a proposé en 1655 une version purement arithmétique du traitement des indivisibles au titre d'une *Arithmetica infinitorum* [3]. Ainsi ne s'agit-il pas seulement de voir dans l'arithmétique le fondement des autres sciences, au sens classique où elle serait plus simple et première, mais la matrice d'une réforme des mathématiques qui s'étendrait bien au-delà des frontières imposées par Descartes et ses disciples.

1. « *Adeoque Arithmeticam* (*nisi* Mathesin *potius* Universalem *malitis appellare*) *non tantum* Numeris *speciatim,* (...) *sed universaliter* Speciebus *etiam (uti dici solent) vel Symbolis exercendam : hoc est non Numerosam tantum, sed et Cossicam et Speciosam Arithmeticam, sum traditurus* » (*Mathesis universalis*, *Dedicatio*, p. 15). Dans le corps du traité, Wallis s'emploie à montrer que l'algèbre relève de l'arithmétique et non de la géométrie (chap. 11, p. 56 : *Quia universa Algebra est Arithmetica, non Geometrica*).

2. « *Ex quo enim in Mathesin introducta est, quae dicitur,* Arithmetica Speciosa, *sive* Symbolica, *vel (quod aliis etiam audit)* Calculus Geometricus*, aut etiam (forte omnium optime)* Matheseos Universalis Principia*, (quippe ut tota Rationum tradito, ita & hujusce Calculi exercitium, indifferenter omnes Matheseos partes respicit,) ex quo, inquam, haec introducta est,* Vietae, Oughtredi, Harriot, Cartesi, *aliorumque magni nominis virorum, ope ; quam ingentes fecerit profectus Mathesis universa, nemo hisce rebus vel leviter exercitatus ignorare possit* » (*Dedicatio*, p.13-14). Voir également p. 183, chap. XXXV.

3. Le livre fut publié en 1656 chez Leon Lichfield, à Oxford, puis repris la même année chez le même éditeur dans les *Operum mathematicorum pars altera*.

L'autre élément qui rend l'œuvre de Wallis essentielle dans la circulation du thème est qu'elle se trouve prise dans un contexte de controverses très vives avec Hobbes sur le statut des mathématiques symboliques [1]. Cette dispute met à nouveau la *mathesis universalis* au centre des préoccupations *philosophiques*. Aussi faut-il se garder de penser qu'une ligne « algébrisante » triompherait après la mort de Descartes. Le développement d'une conception où le formalisme algébrique suffirait à assurer la légitimité aux objets est, en effet, immédiatement pris pour cible par des auteurs comme Hobbes, puis Barrow (et, plus tard encore, Berkeley). Or autant l'auteur du *De Arte Combinatoria* maîtrise mal les techniques mathématiques les plus avancées de son temps – dont celles de Wallis, qu'il ne pratiquera abondamment qu'à son arrivée à Paris –, autant il est familier de la philosophie de Hobbes où il a trouvé une source d'inspiration importante [2]. Nous disposons notamment d'un fragment de fin 1671-début 1672, intitulé *Demonstratio propositionum primarum*, où il fait explicitement référence à la critique engagée contre l'algèbre symbolique – fragment qui présente également l'intérêt d'être une des premières réflexions sur le rôle de la connaissance « aveugle » en mathématiques :

> Aussi peu qu'ils soient, en effet, ceux qui exposent toutes les unités du novénaire; ou pour l'Hyperbole son mode de génération, s'en donnent une imagination distincte.
>
> Si nous avions à chaque fois conscience d'avoir mis en ordre les mots distinctement et de manière constante, il suffirait d'avoir recours à des connaissances aveugles pour raisonner distinctement.
>
> Ainsi cette Analyse Symbolique des *Recentiores*, quelles que soient les critiques que Hobbes lui oppose, est d'un très grand usage pour raisonner vite et bien.
>
> D'où il appert que ceux qui possèdent l'art d'user des mots adéquats de manière constante, ont coutume de raisonner adéquatement, c'est-à-dire d'ordonner leurs pensées. (A VI, 2, 481)

La source directe de ce commentaire est le texte écrit par Hobbes en 1660 contre la *mathesis universalis* de Wallis : *Examinatio et emendatio*

1. Sur ce débat, voir H. Pycior, « Mathematics and Philosophy : Wallis, Hobbes, Barrow, and Berkeley », *Journal of History of Ideas*, vol. 48, 1987, et D. Jesseph, *Squaring the Circle. The War between Hobbes and Wallis*, Chicago, The University of Chicago Press, 1999.

2. Voir J. E. Hofmann, *Leibniz in Paris. 1672-1676*, Londres, Cambridge University Press, 1974, p. 7; L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, *op. cit.*, Appendice II : « Leibniz et Hobbes », 457-472. Les jugements de Couturat doivent aujourd'hui être nuancés, voir J.-B. Rauzy, *La Doctrine leibnizienne de la vérité*, Paris, Vrin, 2001, p. 217-223.

*mathematicae hodiernae*. Leibniz est donc parfaitement au courant, dès avant son arrivé à Paris, du débat engagé par les Anglais sur la mathématique universelle [1]. Lorsqu'il entreprend, à la fin du séjour parisien, d'écrire une introduction à l'algèbre, sous la forme d'un dialogue platonicien, la controverse est encore à l'horizon de sa réflexion philosophique [2]. Cela n'est d'ailleurs guère étonnant. Le débat entre Wallis et Hobbes eut un très grand retentissement : d'une part, Hobbes s'était fait avec la publication du *Leviathan* une réputation d'auteur scandaleux et s'était trouvé au centre de critiques incessantes ; de l'autre, il ne faut pas oublier que Wallis était titulaire de la prestigieuse chaire de *Savilian Professor* à Oxford. La *Mathesis universalis* fut d'ailleurs conçue comme un manuel permettant l'accès à ses *Lectures* [3].

1. Ou les « principes généraux de la *Mathesis* », selon le titre donné par Barrow à ses leçons mathématiques (I. Barrow, « Lectiones mathematicae, in quibus Principia Matheseôs generalia exponantur », dans *The Mathematical Works*, ed. W. Whewell, 1860, Cambridge, G. Olms, 1973, p. 281). Ce traité de Barrow est remarquable pour la connaissance très précise qu'il témoigne avoir des thèses de Proclus, une des sources principales dans les débats sur la mathématique universelle depuis la Renaissance, y compris sur le statut de l'*imaginatio* en mathématiques (p. 25 *sq.*). Barrow y concède l'existence d'un *objectum matheseos generale* (p. 30), qui est la grandeur continue abstraite du corps (p. 32-33), mais pas d'une mathématique générale, du fait que la géométrie a à ses yeux une claire primauté sur l'arithmétique (voir la critique de Nicomaque/Wallis, p. 52 *sq.*). Ces leçons, données à Cambridge de 1664 à 1666, ne parurent qu'en 1683. Aussi nous intéresseront-elles moins au titre de la diffusion du concept jusqu'à Leibniz, même si Barrow eut une part active dans la controverse initiée entre Hobbes et Wallis. Pour une présentation du débat, outre l'article cité de H. Pycior, voir L. Maierù, *Fra Descartes e Newton : Isaac Barrow e John Wallis*, Messina, Rubbetino, 1994 ; M. Mahoney, « Barrow's Mathematics : Between Ancients and Moderns », dans *Before Newton. The Life and Times of Isaac Barrow*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

2. Ce dialogue a été édité par E. Knobloch, qui indique les références à Wallis et Hobbes. Ainsi Eusèbe, constatant la force de la science que lui expose Charinus, peut-il déclarer : « *miror ingeniosissimum virum haec non satis considerasse et tam manifestam inter numeros et lineas relationes negavisse edito libro contra Geometras qui Algebra utuntur* » (G. W. Leibniz, *Ein Dialog zur Einführung in die Arithmetik und Algebra*, Stuttgart, Fromman-Holzboog, 1976, p. 77). Et Knobloch de renvoyer au passage du *De Corpore* dirigé contre Wallis.

3. Ainsi, le jeune Newton lit et annote la *Mathesis Universalis* dès 1661, *cf.* I. Newton, *Certain Philosophical Questions. Newton's Trinity Notebook*, edited by J. E. McGuire, M. Tamny, Cambridge, Cambridge University Press, 1983, p. 94 *sq.* Il rédigera pour sa part en 1684 des *Matheseos Universalis Specimina* (I. Newton, *The Mathematical Papers of Isaac Newton (8 vol.)* edited by D.T. Whiteside, Cambridge, Cambridge University Press, 1967-1981, vol. IV, p. 526-527).

*Malebranche, Prestet et quelques autres*

Une troisième tradition, plus tardive, se développe en France autour de Malebranche. Elle constitue un deuxième contexte de débat *philosophique* autour de la *mathesis universalis* qui porte le thème dans la seconde moitié du XVII$^{e}$ siècle et jouera un grand rôle dans les réflexions de Leibniz. L'idée directrice de ce courant rappelle les positions de Hobbes et Barrow dans le sens que l'algèbre y figure une pure logique, mais à la différence essentielle que cette « véritable logique » y est alors *valorisée*. On voit, à nouveau, toutes les ambiguïtés de l'héritage « cartésien », puisque l'argument invoqué est que l'algèbre, comme analyse mathématique, s'identifie à la méthode et donne le modèle de tout accès à la vérité : « je ne crois pas, avance Malebranche, qu'il y ait rien qui soit utile, et que les hommes puissent savoir avec exactitude, dont ils ne puissent avoir la connaissance par l'arithmétique et par l'algèbre. De sorte que ces deux sciences sont le fondement de toutes les autres et le véritable instrument du savoir, s'il est permis de parler ainsi : parce qu'on ne peut ménager davantage la capacité de l'esprit que l'on le fait par l'Arithmétique et principalement par l'Algèbre » (II, 292) [1]. Le caractère « principal » de l'algèbre provient du fait qu'elle généralise les pouvoirs de l'arithmétique, première des sciences, en soulageant l'imagination par l'usage des symboles (I, 401-402). Aussi figure-t-elle « une science universelle et comme la clé de toutes les autres sciences » (II, 90).

Cette thèse sur le caractère de « science universelle » accordé à l'algèbre est loin de se limiter à une question de classification dans la mesure où elle engage pour Malebranche rien de moins que l'accès à la vérité. Le livre VI de la *Recherche de la vérité* où est exposée la fonction de l'algèbre est, en effet, consacré à la méthode, dont le moteur, selon l'impulsion donnée par Descartes, est l'attention. De ce point de vue, une place doit être faite aux « secours » de l'imagination et à la géométrie, « espèce de science universelle, qui ouvre l'esprit, qui le rend attentif et qui lui donne l'adresse de régler son imagination » (IV, 278). Mais cette science, tout universelle qu'elle soit, n'est pas moins limitée dans son mode de connaissance du fait qu'elle ne nous donne pas accès à la « nature » des choses (IV, 276-277). Plus décisif, la géométrie ne peut par elle-même nous faire connaître « distinctement » certains objets mathématiques (IV,

1. *La Recherche de la vérité* (1675), Livre VI, chapitre V (N. Malebranche, *Œuvres complètes*, Paris, Vrin, 1974, t. II, 292, var. g).

276). À la différence du schéma cartésien, cette partie de la méthode est explicitement liée au fonctionnement spontané de la raison attentive. Elle ne concerne pas, à proprement parler, l'art, c'est-à-dire les moyens que nous avons d'étendre la capacité de l'esprit – à quoi, en revanche, sont « absolument nécessaires » l'Arithmétique et l'Algèbre [1].

De fait, ces deux sciences peuvent seules procurer les moyens de mettre les choses en ordre et de « découvrir des vérités très composées et qui paraissent d'abord incompréhensibles ». Cela tient à la structure même de la vérité considérée comme *rapport*. Aussi la mathématique est-elle une science universelle au sens propre :

> Il y a des rapports ou des vérités de trois sortes. Il y en a entre les idées, entre les choses et leurs idées, entre les choses seulement (...). De ces trois sortes de vérités, celles qui sont entre les idées sont éternelles et immuables; et à cause de leur immutabilité, elles sont aussi les règles et les mesures de toutes les autres : car toute règle ou toute mesure doit être invariable. Et c'est pour cela que l'on ne considère dans l'Arithmétique, l'Algèbre, et la Géométrie que ces sortes de vérités, parce que ces sciences générales règlent et renferment toutes les sciences particulières. (p. 287)

Ce programme a un versant proprement mathématique, auquel Malebranche renvoie explicitement :

> On peut pour apprendre l'arithmétique et l'algèbre se servir des *Élémens des mathématiques* (...) Je ne conseillerais pas les *Élémens des mathématiques* pour l'arithmétique et pour l'algèbre, si je ne savais que quelqu'auteur eût clairement démontré ces sciences, mais la vérité m'oblige à une chose à laquelle quelques gens trouveront peut-être à redire. L'algèbre et l'analyse étant absolument nécessaires pour découvrir les vérités composées, je crois devoir donner l'estime pour un livre qui pousse ces sciences assez loin, et qui selon le sentiment de quelques savants, les explique plus nettement que personne n'a encore fait. (II, 375, var. a)

Dans la préface de ces *Élémens des mathématiques*, parus sans nom d'auteur en 1675, se trouvent d'ailleurs défendues des thèses parallèles à celle de la *Recherche de la vérité* – au point que la question se posa (et se pose encore) de savoir dans quelle mesure ces lignes étaient de l'auteur

1. Selon les thèmes abordés dans les chapitres 4 et 5 de VI, 1 : « De l'usage de l'imagination pour conserver l'attention de l'esprit, et de l'utilité de la géométrie » (p. 262) et « Des moyens d'augmenter l'étendue et la capacité de l'esprit. Que l'Arithmétique et l'Algèbre y sont absolument nécessaires » (p. 282).

du traité, le jeune Jean Prestet, ou de son maître (ou des deux) [1]. Ainsi de cette affirmation inaugurale, sur laquelle Leibniz s'arrête lorsqu'il lit l'ouvrage : « toutes les vérités ne sont que des rapports » – à quoi l'on peut tout de suite adjoindre le commentaire leibnizien : « Il fallait donner une définition du rapport, conforme à une telle manière de parler ». Car c'est bien là le fond de la difficulté et les remarques plus détaillées que rédigera Leibniz par la suite insistent sur ce défaut de « phraséologie » où se joue une certaine conception des relations fondamentales des mathématiques : « pour la phraséologie, je crois qu'il fallait mieux appeler raison avec le reste des Mathématiciens ce qu'il appelle rapport. Car le mot de rapport est trop général. Et il y a des rapports exacts qui ne sont pas des raisons. Par exemple la relation entre deux triangles qui les fait appeler semblables est un rapport exact et néanmoins il n'est pas la raison de ces deux triangles, etc. » [2]. Nous sommes ici au cœur du problème de la valeur que pouvait jouer ou non la théorie des rapports et proportions, fondement des projets anciens de « mathématique universelle », en tant que modèle d'accès à la vérité. Comme on le voit, Leibniz propose de l'étendre sous la considération d'autres relations, au premier chef de la similitude – dont il considère qu'elle règne en mathématiques non moins universellement que les relations quantitatives (voir notre texte [**2**]).

Pas plus que dans l'ouvrage de Malebranche, il n'est fait explicitement référence chez Prestet à une *mathesis universalis*, mais l'algèbre n'en est pas moins présentée comme une science universelle des mathématiques [3]. L'auteur précise alors, pour bien indiquer sa place dans le système entier des connaissances : « la science dont je traite est la première et la principale de toutes les sciences humaines ». Comme cette algèbre se veut très exactement la reprise de celle de Descartes [4], continuation de la spécieuse

1. Sur les rapports de Malebranche et Prestet, voir A. Robinet, *Malebranche de l'Académie des sciences*, Paris, Vrin, 1970, chap. 1, en particulier p. 22-28, ainsi que K. Asselah, « Arithmétique et algèbre dans la seconde moitié du XVIIe siècle français : les *Éléments* et *nouveaux élémens de mathématiques* de Jean Prestet », thèse de doct., Université Paris Diderot, 2005.

2. A VII, 2, 798 ; même commentaire en janvier 1676 (A VII, 2, 801). Nous nous autoriserons de ce commentaire pour traduire systématiquement *ratio* par « raison » plutôt que « rapport » (que nous réserverons à l'*habitudo*).

3. « Quoique l'arithmétique soit une science dont toutes les autres dépendent, cependant nous en expliquons une plus universelle (...) l'algèbre » (cité et commenté par A. Robinet (1970), p. 23).

4. « J'avertis, disait Malebranche, que par l'algèbre j'entends principalement celle dont M. Descartes et quelques autres se sont servis » (II, 419).

de Viète et développée au titre des *principia matheseos universalis*, il ne fait pas de doute qu'elle pouvait être conçue comme relevant de ce programme. Le titre complet du traité était d'ailleurs *Élémens des mathématiques, ou Principes généraux de toutes les sciences qui ont les grandeurs pour objet*. Que cette conception fût ou non dans l'esprit de Prestet, elle fut en tout cas dans celui de Leibniz qui s'y réfère à plusieurs reprises comme à des *Elements de mathématique universelle* [1] ou *Elementa matheseos universalis* [2].

*

Les *Élémens* de Prestet prennent place dans une discussion plus large sur les fondements des mathématiques où l'on trouve régulièrement d'autres références à l'idée de « mathématique universelle ». De fait, les années 1660 avaient marqué en France la montée en puissance du programme janséniste dans lequel la question de l'incertitude des mathématiques tenait une place importante et où les anciennes querelles de Peletier, Ramus et Clavius se virent soudainement réveillées. De nombreuses questions de fondation des mathématiques sont évoquées par Arnauld dans ses *Nouveaux éléments de Géométrie* (1667), dont le répondant oratorien, aux côtés de Prestet, est le traité de Bernard Lamy : *Éléments de Géométrie* (1685) [3]. Elles s'insèrent notamment dans une réflexion générale sur l'ordre des éléments euclidiens, dans laquelle l'édition du Père Tacquet (1654), professeur au Collège Romain, joua un rôle central. Cette lignée entretient un rapport étroit avec le programme d'une *mathesis*

1. À Vincent Placcius, 27 juin (7 juillet) 1690 (A II, 2, 327).

2. À J.-C. Sturm, 1695 (A II, 3, 7881); lettre à Wallis du 29 décembre 1698 (GM IV, 52; A III, 8, 7). Sur les rapports de Leibniz au programme de Malebranche-Prestet, voir A. Robinet, *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*, Paris, Vrin, 1955.

3. B. Lamy est surtout l'auteur d'un *Traité de la grandeur en général* (B. Lamy, *Traité de la grandeur en general, qui comprend l'arithmetique, l'algebre, l'analyse, et les principes de toutes les sciences qui ont la grandeur pour objet*, Paris, André Pralard, 1680). Dans la troisième édition des *Entretiens sur les sciences* (1706), il le désigne très clairement comme un manuel de *mathesis universalis* : « On peut regarder cette première Etude de la grandeur en général, non seulement comme les élémens des Mathématiques, mais encore de toutes les Sciences; car par ce mot de grandeur on peut entendre non seulement les corps, mais encore le mouvement, les sons qui ne sont que des mouvements de l'air, le temps et généralement tout ce qui peut être augmenté ou diminué. Ainsi c'est avec raison qu'on appelle cette partie, la *Mathématique universelle* ou la clef des Mathématiques » (B. Lamy, *Entretiens sur les sciences*, éd. P. Clair et F. Girbal, Paris, P.U.F., 1966, p. 218-219).

*universalis*, comme en témoigne l'œuvre de Gottignies, qui fait paraître en 1687 une *Logistica universalis* [1].

Gilles François de Gottignies fut professeur de mathématiques au Collège Romain de 1662 à 1689. À la suite de son maître Tacquet, il entreprit d'élucider les fondements de l'algèbre. La deuxième partie de sa *logistica* est d'ailleurs consacrée à une présentation axiomatique (la troisième à une comparaison de la *mathesis* ancienne à l'algèbre moderne). Comme le titre de l'ouvrage l'indique, Gottignies refuse d'identifier sa *mathesis universalis* à l'algèbre et l'appelle plutôt *logistica* [2]. Outre son titre évocateur [3], il n'est que de parcourir la première page pour y voir défendue l'existence d'une *mathesis universalis* :

> Ainsi la Mathématique traitant de la quantité continue, est dite communément Géométrie ; Arithmétique est, en revanche, le nom donné à la Mathématique traitant de la quantité discrète ; d'autres noms de cette sorte, qui seraient reçus partout, ne se rencontrent pas, qui indiqueraient la *mathesis* traitant [la quantité] pleinement universelle (*Mathesin contemplantem maxime universalem*) ou d'une autre quantité différente en genre du continu et du discret, bien qu'un traitement de toutes ces choses appartienne à la science que l'on nomme *Mathesis* : à quoi appartiennent en propre les propriétés qui valent en général de toutes les quantités : combien nombreuses elles sont, et merveilleuses par leur beauté, et estimables pour leur utilité, celui qui ignore la *mathesis* ne pourra ni le soupçonner, ni le croire, ni le comprendre. (p. 1, non paginé) [4]

La troisième partie du traité, où est engagé le face-à-face de la *mathesis* des anciens et de celle des modernes, fut l'objet de discussion avec un élève de Gottignies : Michelangelo Fardella (p. 5 non numérotée). Or ce dernier, interlocuteur célèbre de Leibniz, poursuivit à son tour le programme d'une *mathesis universalis* à laquelle il consacra plusieurs

1. G. F. De Gottignies, *Logistica universalis*, Naples, N. de Bonis, 1687.

2. La raison principale en est son refus des quantités « fausses ou fictives », introduites par l'algèbre, notamment des « quantités plus petites que rien ». Sur ce point, il mène une critique détaillée des définitions de Prestet, *cf.* P. Mancosu, *Philosophy of mathematics and mathematical practice in the seventeenth century*, New York, Oxford University Press, 1996, p. 88.

3. L'*imprimatur*, daté de 1685, porte d'ailleurs une variante intéressante puisqu'il donne comme titre *Logistica, sive Gottigniana Mathesis universalis*.

4. Cette thèse fut présentée dès 1675 dans sa *Logistica sive scientia circa quamlibet demonstrative discurrens*, parue à Rome (on trouvera une liste des ouvrages publiés par Gottignies dans l'article de F. Palladino cité dans la note suivante).

traités [1]. Nous avons là le témoignage d'une lignée très forte de *mathesis universalis*, ancrée dans le développement de l'algèbre mais distincte de celle issue de Van Schooten. Des points mis en débat dans ces différents traités, plusieurs réapparaîtront dans les réflexions de Leibniz. Ainsi les fragments où il s'essaye à donner un véritable traité de mathématique universelle (voir [**2**], [**3**] et [**4**]) contiennent des discussions sur le statut des nombres négatifs ou imaginaires, sur la définition de la *ratio* dans son rapport à la *relatio*, qui avait commandé une part des oppositions de nos auteurs. Or si ces questions avaient également arrêté Wallis, Hobbes et Prestet, elles ne se trouvaient nullement évoquées dans le traité de Van Schooten-Bartholin.

Le plus déterminant pour notre propos est surtout la direction générale du premier programme de Malebranche. On prête rarement attention, en effet, au fait que Leibniz s'oppose de manière très claire fin 1675-début 1676 à un projet qui ne se limite pas à un aspect purement mathématique, puisqu'il s'agit de ramener l'*ars inveniendi* ou « vraie Logique » à l'algèbre. De ce point de vue, nous devons également nous intéresser à la position de Tschirnhaus, qui arrive à Paris en septembre 1675 et y fait la connaissance de Leibniz, avec qui il entre dans une intense collaboration. Ce dernier soutient, en effet, des positions tout à fait similaires sur l'identification de l'*ars inveniendi* à la mathématique universelle.

### *Ehrenfried Walther von Tschirnhaus*

Tschirnhaus défendait une position comparable à celle de Malebranche en ce sens qu'il prônait l'identité de l'algèbre et de l'*ars inveniendi*, avec cette différence qu'il s'agissait pour lui *explicitement* de *mathesis universalis*. Le jeune homme avait, dès son séjour londonien, surpris ses interlocuteurs par son admiration inconditionnelle pour les mathématiques cartésiennes. Il estimait que les méthodes nouvelles de quadratures et de rectification étaient de simples continuations de l'inspiration cartésienne. D'où sa caractérisation de la *mathesis universalis* comme généralisation de la géométrie de Descartes :

1. Voir F. Palladino, « Critica Dei Princìpi E Metodo Logistico Nell'opera Matematica Del Cartesiano Michelangelo Fardella », *Nouvelles de la République des Lettres*, vol. 1, 1988. Cet article donne de nombreuses citations de Fardella sur la *mathesis universalis* et rappelle le contexte dans lequel s'inscrit sa réflexion entre l'influence jésuite (Tacquet, Gottignies), l'influence cartésienne (N. Poisson) et la mathématique italienne issue de l'école galiléenne (notamment G. Borelli, auteur d'un *Euclides restitutus* en 1658).

> La découverte de tout ce qui nous échappe en grande partie ou en totalité dans l'ensemble des mathématiques n'exige que l'examen de toutes les courbes possibles qui se puissent concevoir. Car de cette façon nous ferons apparaître, j'en suis persuadé, les relations possibles entre tous les objets des mathématiques, en sorte que, si quelque difficulté se présente par la suite dans une partie de cette science, il n'est besoin pour la résoudre que de mettre en évidence la courbe correspondante ; ainsi, les points d'une courbe étant en nombre infini, résoudrons-nous toujours, d'un seul coup, une infinité de problèmes. C'est pourquoi nous appellerons congrûment *mathématique universelle* (*Mathesin universalem*) la science en laquelle est contenu tout ce qui ne se rapporte qu'à la connaissance de tels objets ou courbes, et de telles lignes courbes constitueront ici pour nous les êtres rationnels [1].

L'attachement de Tschirnhaus aux conceptions de Descartes avait conduit en 1676 à un échange de lettres avec Collins et Oldenburg, où s'indique l'importance du débat sur la « méthode cartésienne » à cette époque [2]. Or Leibniz, qui se lie d'amitié avec le jeune homme à son arrivée à Paris et discute abondamment avec lui de philosophie, est assurément du côté des Anglais dès qu'il s'agit d'indiquer les limites des mathématiques cartésiennes. C'est même un de ses chevaux de bataille après son arrivée à Paris. Lorsque les deux amis discutent à nouveau ces positions en 1678, la définition de « l'art combinatoire », que Tschirnhaus voit comme une simple partie de l'algèbre tandis que Leibniz la place en position de surplomb, est au cœur du débat. Cette confrontation semble avoir joué un rôle essentiel dans les réflexions que Leibniz va mener tout au long de sa vie sur la mathématique universelle [3].

De fait, Leibniz ne manquera pas une occasion de critiquer le programme d'identification de la logique et de l'algèbre. Non sans malice, il dira même à Tschirnhaus en 1684 à propos de Malebranche :

> Il y a quantité de jolies pensées dans la *Recherche de la vérité*, mais il s'en faut de beaucoup que l'auteur ait pénétré avant dans l'analyse et généralement dans l'art d'inventer, et je ne pouvais m'empêcher de rire, quand je voyais qu'il croit l'algèbre la première et la plus sublime des sciences, et que la vérité n'est qu'un rapport d'égalité et d'inégalité, que

1. E. W. v. Tschirnhaus, *Médecine de l'esprit ou préceptes généraux de l'art de découvrir*, traduit et annoté par J.-P. Wurtz, Paris, Ophrys, 1980, p. 104.

2. J. E. Hofmann, *Leibniz in Paris. 1672-1676*, *op. cit.*, p. 166-167, et tout le chap. 14 « Dispute About Descartes' Method ».

3. Voir en particulier l'ouverture du texte traduit en **Annexe 2**.

> l'arithmétique et l'algèbre sont les seules sciences qui donnent à l'esprit toute la perfection et toute l'étendue dont il est capable, enfin que l'arithmétique et l'algèbre sont ensemble la véritable logique. Et cependant je ne vois pas que lui-même ait grande connaissance de l'algèbre. Les louanges qu'il donne à l'algèbre se devraient donner à la symbolique en général, dont l'algèbre n'est qu'un échantillon assez particulier et assez borné [1].

Un point notable est la double détermination de cette critique : 1. l'algèbre n'est qu'un échantillon de la « Symbolique en général » ; 2. la vérité ne peut pas être conçue sur le modèle trop simple du « rapport » mathématique. Ces deux lignes de force orienteront les premières études de Leibniz sur la *mathesis universalis* : le premier conduit à étudier le fonctionnement symbolique propre de l'algèbre, dans sa puissance incontestée, pour en projeter des améliorations et d'éventuelles extensions (c'est l'objet du tout premier texte que Leibniz ait consacré à la question [**1**]) ; le second – d'ailleurs parfois motivé par le premier – conduit à élargir le champ de la mathématique universelle à d'autres types de relations, plus large que la simple *ratio* (typiquement la relation de *similitudo*, qui tient une place centrale dans l'analyse mathématique leibnizienne) et à en esquisser ainsi des « éléments nouveaux » (objet de notre texte [**2**]).

La prise en compte de ce contexte est également importante pour bien comprendre les liens de l'algèbre et de la logique chez Leibniz. Il importe de garder à l'esprit que le rapprochement de la logique et du calcul est dans la seconde moitié du XVII$^{e}$ siècle un programme plus répandu qu'on ne l'estime généralement : Hobbes, Malebranche ou Weigel en ont donné les grandes orientations. On objectera que seul le programme leibnizien permet de dépasser l'approche purement incantatoire de ses prédécesseurs et entre dans l'effectivité d'un calcul proprement dit. Mais force est de remarquer qu'il existe d'autres réalisations de calcul logique dans les années où Leibniz lui-même parvient à une formulation efficace (mais inédite). Au premier rang se tient celle proposée par les frères Bernoulli dans leur *Parallelismus ratiocinii et algebraici* (1685). On peut également penser à la *Logica demonstrativa* de G. Saccheri (1697), sur laquelle G. Vailati avait attiré l'attention [2], ou encore à la tentative de Christian Weise

1. Nous suivons la traduction donnée par J.-B. Rauzy (R 172, n. 33).

2. G. Vailati, *Scritti*, Bologna, A. Forni, 1987, vol. 2, xxiii « Di un'opera dimenticata di P. Gerolamo Saccheri, *Logica demonstrativa* ». Le texte de Saccheri a été réédité par W. Risse chez Olms : G. Saccheri, *Logica Demonstrativa,* Torino, Paolino 1697, reprint by W. Risse, Hildesheim, Olms, 1980.

dans son *Nucleus logicae* (1690), dont s'inspirera Lange [1]. Or si nous ouvrons l'ouvrage des Bernoulli, nous constatons qu'il est très explicitement référé dès ses premières lignes au programme de Malebranche – sous l'égide duquel il se conclut également.

Il a donc existé plusieurs programmes de rapprochement de la logique et du calcul et le plus important à garder en mémoire est que certains aspects en ont été très tôt *critiqués* par Leibniz. Nous avons déjà vu notamment que le traité programmé de *Mathesis universalis* [**3b**] s'ouvre par une mise à distance de ce programme commun de comparaison de la logique à un calcul – à quoi est opposée la démarche *inverse* de comparaison du calcul à une logique [2]. C'est un point méconnu de la mathématique universelle leibnizienne sur lequel il faut insister, parce qu'il est généralement interprété à contre-sens des déclarations explicites de l'auteur. Sous ce programme, Leibniz expose ce que doit être une *mathesis* vraiment (*praesertim*) *universalis* et l'argument-clé est qu'elle est une logique mathématique (*Logica Mathematica*) au sens où elle est une logique *des* mathématiciens (*Logica Mathematicorum*), et non une mathématisation de la logique.

### 2.2. *La* mathesis universalis *non-cartésienne*

Notre propos n'est pas de livrer un panorama complet et détaillé des différentes versions de la *mathesis universalis* « cartésienne » dans la seconde moitié du XVII^e^ siècle – dont nous espérons néanmoins avoir indiqué la richesse – mais d'en livrer les principales lignes de force dans la transmission de ce thème à Leibniz. Les quatre grandes médiations que nous venons de croiser (autour des œuvres de Van Schooten-Bartholin, Wallis, Prestet-Malebranche et Tschirnhaus) n'ont pas un intérêt simplement érudit et anecdotique. Elles permettent de comprendre dans toute sa complexité la réflexion menée sur cette discipline. Remarquons qu'elles

1. C. Weise, *Nucleus logicae, succinctis regulis, sufficientibus tamen exemplis in compendio exhibens quicquid â primis disciplinae auditoribus disci vel requiri potest*, C. Meyer, Hartmann, 1691, édité par Johann Christian Lange à Giessen en 1712. Sur Weise et son influence sur J. C. Lange, *cf.* V. Peckhaus, *Logik, Mathesis universalis und allgemeine Wissenschaft. Leibniz und die Wiederentdeckung der formalen Logik im 19. Jahrhundert*, Berlin, Akademie-Verlag, 1997, p. 99. L'étude de Peckhaus a pour grand mérite de rappeler, d'ailleurs, que les calculs logiques conçus au XVIII^e^ siècle ne le furent pas nécessairement dans la filiation leibnizienne.

2. GM VII, 54.

structurent d'ailleurs les premières étapes de l'évolution du thème chez Leibniz : 1. une conception algébrique tirée du manuel cartésien et associée au grand projet combinatoire d'une « écriture universelle » (*mathesis universalis* de Van Schooten-Bartholin) ; 2. l'éclatement de cette première conception sous les coups d'une puissance du symbolique propre à s'étendre à une arithmétique de l'infini (*Mathesis universalis* de Wallis) et qui va conduire à un changement de modèle pour l'analyse après l'arrivée à Paris en 1672 [1] ; 3. l'opposition, de plus en plus affirmée à mesure que Leibniz découvre les programmes des « cartésiens » comme Prestet ou Tschirnhaus, aux projets de ceux qui tentent de réduire l'*ars inveniendi* à la seule algèbre et le programme qui s'ouvre alors, centré sur la science de la similitude.

Pour autant, cette première évolution nous dit encore peu de choses sur la conception *nouvelle* que Leibniz va défendre et qui apparaît au terme de ce processus de maturation [2]. Pour la comprendre, il faut suivre d'autres pistes, hors des sentiers cartésiens.

### *Histoires de* Mathesis

Pour indiquer la persistance de traditions de *mathesis universalis* indépendantes du modèle initié par l'algèbre cartésienne, on peut commencer par parcourir le texte de l'érudit G. J. Vossius qui paraît en 1650 (à titre posthume) : *De Universae mathesios natura et constitutione liber* [3]. Son cinquième chapitre est, en effet, consacré à la division de la *mathesis* et mentionne à cette occasion, comme si cela allait de soi, l'existence d'une *mathesis universalis* [4]. Après avoir rappelé la répartition traditionnelle des

1. Voir notamment les textes des années 1673-1674 consacrés à l'imperfection de l'analyse et rassemblés dans le volume A VI, 3 aux pages 403-414, sous les titres : *imperfectio analyseos*; *analysis desiderata*; *analysis ipsorum elementorum* et *Analysis ad Alias Res quam Quantitates Applicata*.

2. Le premier texte connu où Leibniz s'attaque au thème de la *mathesis universalis* est postérieur à la période parisienne [**1**], daté par les éditeurs de Hanovre entre mai 1679 et avril 1680.

3. Publié en deuxième partie de G. Vossius, *Gerardi Ioannis Vossii De quatuor artibus popularibus, de philologia, et scientiis mathematicis, cui operi subjungitur, chronologia mathematicorum, libri tres*, ex typographeio Ioannis Blaeu, 1650. Leibniz le cite dès 1670 dans son commentaire de Nizolius (A VI, 2, 416) – juste après Proclus, Keckermann et Alsted.

4. *De mathesios divisione in puram et mixtam ; purae, in universalem et particularem ; particularis, in Arithmeticen, et Geometriam.*

genres de quantité qui justifie la distinction des disciplines, il poursuit : *habent vero hae duae disciplinae complura omnia*. Cette fois, la référence est plus étroite, puisqu'elle se rapporte à un passage du prologue du *Commentaire* de Proclus sur les théorèmes communs, rapprochés immédiatement de certains passages d'Aristote sur les principes universels des mathématiques. D'où la conclusion qu'il existe, avant la répartition en Arithmétique et Géométrie, une mathématique universelle :

> C'est pourquoi celle qui est pure, et qui est ainsi la *Mathesis* proprement dite, se divise adéquatement en deux parties : dont la première est *universelle* et traite de ce qui est commun au nombre et à la grandeur ; tandis que l'autre est *particulière* et traite distinctement d'une part de ce qui est propre aux disciplines qui nombrent ; de l'autre de ce qui est particulier aux sciences des grandeurs et des figures. (V, § 5)

L'intérêt de ce chapitre est moins de prendre position dans ce débat que de montrer qu'il est parfaitement balisé en 1650. De fait, la suite du paragraphe rappelle le passage de Perera où est posée l'existence d'une *scientia mathematica communis* et cite un très long extrait du chapitre VI de l'*Apologia pro Archimede* de Van Roomen, sans oublier de mentionner le titre du chapitre VII où se trouvait nommée pour la première fois une *universalis sive prima mathesis*. Il s'agit là très exactement du corpus que reconstruira G. Crapulli lorsqu'il entreprendra de retracer l'histoire de la *mathesis universalis* avant Descartes [1]. C'est d'ailleurs dans la continuité de cette présentation de Vossius que doivent être replacés les développements historiques qu'on peut trouver chez un Barrow (qui le cite et le critique) [2] ou chez un Sturm [3].

Le manuel de Vossius ne doit pas être crédité d'un pouvoir exemplaire trop fort, puisqu'il correspond de toute évidence à une question réglée et susceptible d'un exposé purement informatif. De fait, on trouverait sans mal des présentations consonantes, quoique moins détaillées historiquement et dont rien n'indique qu'elles soient dérivées de Vossius. Ainsi, Abdias Trew (Treu) ouvre son *Directorium mathematicum* (1657) par la classification suivante :

> Le sujet de la mathématique est le *quantum*, en tant qu'il est mesurable. Dans le domaine de la quantité, le mesurable est cependant ou

1. G. Crapulli, *Mathesis universalis. Genesi di un'idea nel XVI secolo*, *op. cit.*
2. I. Barrow, « Lectiones mathematicae, in quibus Principia Matheseôs generalia exponantur », *op. cit.*, V, p. 84.
3. Sur J.-C. Sturm, voir la section suivante.

> discret ou continu, celui-ci donne naissance à l'Arithmétique, celui-là à la Géométrie. Lorsque l'une et l'autre est traitée de sorte qu'elle soit abstraite de la nature définie de toutes choses mesurables, elle donne naissance à la *Mathesis* générale (*Mathesis generalis*) qui est appelée pure, alors que celle qui concerne les choses à mesurer et reçoit conformément à leur nature quelque chose de la modification et de la variété, donne naissance pour nous à la *mathesis* mixte ou spéciale [1].

Une présentation très comparable se trouve, on l'a vu, dans la *Logistica* de Gottignies. Mais avant Gottignies un autre auteur mentionnait déjà et *mathesis universalis* et *logistica universalis* : il s'agit de François Dulaurens, qui fait paraître en 1667 ses *Specimina mathematica*. Cet ouvrage peut nous arrêter plus particulièrement parce que nous sommes assurés que Leibniz l'a lu très tôt. Il fut d'ailleurs rendu célèbre par la controverse qui opposa Dulaurens à Wallis à propos du *French Problem* [2]. Il se caractérise dans le corpus par une description assez détaillée de la *mathesis universalis*, dont la richesse n'est écrasée, pour une fois, ni par la théorie des proportions, ni par l'algèbre symbolique (que Dulaurens traite à part au titre de la *logistica universalis*) :

> De ce que l'on a dit jusqu'à présent de la nature de la quantité, on tire aisément la conclusion suivante : pour apercevoir correctement la théorie ou spéculation de la *mathesis universalis*, rien d'autre n'est requis de nous sinon de comparer les deux espèces de quantités, c'est à savoir le nombre et la grandeur, selon leur compréhension parfaite. Ensuite, comme nous embrassons par l'esprit toutes les propriétés qu'on peut tirer de la quantité en général (*quantitas in genere*), dont nous avons vu plus haut qu'elles se ramènent en fait au nombre de six (égalité et inégalité, commensurabilité et incommensurabilité, proportion et disproportion),

1. A. Trew, *Directorium mathematicum ad cujus ductum et informationem tota mathesis*, Altdorf, Hagen, 1657, « Au lecteur », non numéroté, p. 8. Leibniz était familier des travaux de ce professeur de mathématiques de l'Université d'Altdorf, qui avait tenté de démontrer l'année précédente la physique d'Aristote *more geometrico* (*Physica Aristotelica conscripta et redacta ad methodum accurate demonstrative*). Il le cite notamment dans ses lettres à Thomasius (par exemple, dans la lettre du 23 déc. 1670, *cf.* G. W. Leibniz, *Leibniz-Thomasius. Correspondance 1663-1672*, trad. fr. Bodeüs, Paris, Vrin, 1993, p. 261).

2. Sur ce problème et sa circulation, voir A. R. Hall et M. B. Hall, *The correspondence of Henry Oldenburg*, (puis London, Philadelphia, Taylor and Francis), Madison, University of Wisconsin Press, 1969, notamment vol. III, p. 335, la lettre de Dulaurens du 2 février 1666/7 et l'échange qui s'en suit. On trouve d'ailleurs dans cette correspondance une lettre de Oldenburg à Sluse qui expose très clairement le projet de *mathesis universalis* de Dulaurens et indique l'ampleur de sa diffusion (IV, p. 209).

> et de là nous déduisons les axiomes, que nous pouvons ensuite proposer comme fondement des arguments nécessaires pour chercher la vérité dans ces matières [1].

Il n'en faudra pas plus, espérons-le, pour convaincre de la diffusion du concept de *mathesis universalis* dans la seconde moitié du XVIIe siècle selon des modes de réception variés et indépendante de la *Geometria* de Descartes éditée et commentée par Van Schooten. Dans ce qui suit, nous nous porterons plus spécifiquement sur la tradition allemande, dont Leibniz hérite très tôt et dont on verra qu'elle a joué un rôle central dans la définition même qu'il finira par adopter de la mathématique universelle à partir des années 1690.

### Philosophia mathematica *: Weigel et son école*

#### *Erhard Weigel*

Le texte de Vossius, bien que plus susceptible d'avoir influencé le jeune Leibniz que les textes de Van Schooten (qu'il dit n'avoir pas compris) et ceux de Wallis (qu'il ne semble pas bien connaître avant son arrivée à Paris), pourrait paraître figurer la survivance archaïque d'une période désormais close – période que l'émergence de l'algèbre symbolique aurait progressivement éclipsée. Aussi est-il nécessaire de rappeler non seulement qu'il est loin d'être l'unique témoignage indiquant la présence d'une *mathesis universalis* « non cartésienne » en cette seconde moitié du XVIIe siècle, mais surtout que ce programme n'est pas du tout moribond. Comment passer sous silence, à ce point, qu'officie à l'Université de Iéna, lorsque Leibniz s'y rend pour le semestre de l'été 1663, l'illustre Erhard Weigel ? Non seulement ce dernier s'interroge à l'occasion sur le statut de la *mathematica generalis* – terme déjà utilisée par Alsted et que reprendra Leibniz [2] – en même temps qu'il accorde une place centrale à la *doctrina rationum*, mais il semble surtout avoir eu une influence très grande dans la formation philosophique du jeune homme [3]

1. F. Dulaurens, *Specimina mathematica duobus libris comprehensa*, Paris, Charles Savreux, 1667, p. 17.

2. Sur le lien de Weigel à la classification des sciences instaurée par Alsted et la définition de la *mathesis* qui en découle, voir les notes de Leibniz publiées en A VI, 4, 1176.

3. Même si les textes très nombreux sont difficilement accessibles, cette influence est mieux documentée depuis l'étude de K. Moll, *Der junge Leibniz*, Stuttgart, Frommann-Holzboog, 1978, dont le premier tome est consacré à Weigel. On en rappellera l'exorde :

– comme elle le sera d'ailleurs auprès de nombres de ses contemporains, dont Samuel Pufendorf, Johann Christoph Sturm et, indirectement, Christan Wolff [1].

Or le modèle weigelien est très éloigné du modèle « cartésien ». Tout d'abord, il s'inscrit dans une veine « pythagorisante » où l'arithmétique – et non la géométrie ou l'algèbre comme chez les auteurs que nous avons croisés jusqu'à présent à l'exception de Wallis – sert de paradigme à toute connaissance exacte [2]. Ainsi Weigel n'hésite-t-il pas à entreprendre l'étude du *Tetractys*, selon la plus pure tradition pythagoricienne issue de Nicomaque et Jamblique [3]. Cette étude ne fut d'ailleurs pas sans effet sur Leibniz, puisqu'il y puisa vraisemblablement une des inspirations pour la constitution de sa dyadique [4]. Weigel se rendit également célèbre pour avoir entrepris une démonstration arithmétique de la Trinité – modèle qui, à nouveau, n'est pas sans échos chez Leibniz puisqu'il s'y réfère encore en 1710 dans la *Théodicée* [5].

L'autre aspect essentiel des conceptions développées par Weigel est de chercher à neutraliser une opposition qui avait nourri une grande part

« Ohne Rekurs auf Erhard Weigel, seinen Jenenser Lehrer, ist diese sehr eigentümliche Ursprungssituation [scil. la conciliation d'Aristote et d'Euclide sous un seul modèle d'analyse mathématique] seines Philosophierens ebensowenig zu verstehen wie die ausgeprägte Affinität seiner Philosophie zur mathematischen Forschung seiner Zeit. Und in wissenschaftstheoretischer Hinsicht ist Leibniz von niemand nachhaltiger bestimmt worden als von Erhard Weigel » (p. 15). Sur les rapports de la philosophie des mathématiques de Leibniz à Weigel, la référence est désormais : M. Brancato, « Erhard Weigel and His Influence on Leibniz's Philosophy of Mathematics », Dir : Professor Gianfranco Mormino, thèse de doct., Università degli Studi di Milano, 2016. On consultera également H. Schüling, *Erhard Weigel (1625-1699). Materialen zur Erforschung seines Wirkens*, Giessen, Universitätsbibliothek, 1970, ainsi que le choix de textes qui l'accompagne : E. Weigel, *Gesammelte pädagogische Schriften von Erhard Weigel*, Giessen, Universitätsbibliothek, 1970. Lorsque Weigel rend visite à Huygens en 1691, il lui présente d'ailleurs Leibniz comme un de ses élèves en mathématiques (A III, 5, 167).

1. J.-P. Paccioni, *Cet esprit de profondeur. Christian Wolff, l'ontologie et la métaphysique*, Paris, Vrin, 2006, p. 39-45. Sur l'importance de Weigel dans la *Frühaufklärung*, voir E. Winter, « Erhard Weigels Ausstrahlungskraft. Die Bedeutung der Weigel Forschung », *Studia Leibnitiana*, vol. 3, 1971 ; H. Schlee, *Erhard Weigel und sein süddeutscher Schülerkreis*, Heidelberg, Quelle und Meyer, 1968 ; G. Wagner, *Ein Erzieher aus dem XVII. Jahrhunderte*, Leipzig, G. Fock, 1903.

2. H. Schlee, *Erhard Weigel und sein süddeutscher Schülerkreis*, *op. cit.*, chap. II.1.b.

3. E. Weigel, *Tetractys Summum tum Arithmeticae tum Philosophiae discursivae compendium, Artis magnae sciendi genuina radix*, Iena, J. Meyer, 1672.

4. L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, *op. cit.*, Appendice III, p. 473 *sq.*

5. GP VI, 343. Voir également A VI, 4, A, 968.

des conflits autour de la mathématique universelle. Il maintient, en effet, contre la plupart de ses contemporains, que l'analyse d'Aristote et l'analyse euclidienne sont du même type. C'est l'objet d'une de ses œuvres les plus célèbres, à laquelle se réfère Leibniz : l'*Analysis aristotelica ex Euclide restituta* de 1658 (rééditée en 1671 sous le titre significatif *Idea totius encyclopediae mathematico-philosophicae*) [1]. À cette caractérisation d'ensemble, il faut ajouter que Weigel, contrairement à Descartes mais conformément à l'un des vecteurs importants de diffusion du thème de la *mathesis universalis*, est particulièrement intéressé aux questions de pédagogie (et corrélativement d'encyclopédie), dans lesquelles il a été très engagé [2]. La chose est d'autant plus importante que c'est dans ce contexte pédagogique, nous le verrons, que Leibniz va travailler sur la *mathesis universalis* à la fin des années 1690, dans le cadre de ses échanges avec un disciple de Weigel : Johann Andreas Schmidt.

Dès l'*Analysis*, Weigel recommande que tous les savoirs soient subordonnés à celui du mathématicien [3]. Cela lui valut d'ailleurs de vives critiques de la part de ses collègues menacés [4]. Ainsi eut-il l'occasion de défendre publiquement son programme de recherche, le rendant d'autant plus célèbre. Nous possédons, par exemple, un texte que K. Moll qualifie de « *Mathematisches Credo* », où se trouvent justifiés le rôle de modèle que doit tenir la *mathesis* pour toute connaissance – notamment dans la lutte contre l'athéisme – et la place centrale que le maître accorde dans son enseignement à la *doctrina rationum*, rebaptisée *Pantometria* et dont il rappelle le rôle d'*ars inveniendi* [5].

1. E. Weigel, *Idea totius encyclopediae mathematico-philosophicae. hoc est Analysis Aristotelico-Euclidea Genuinum demonstrandi modum et plenam solidioris Philosophiae faciem per omnes disciplinas et Facultates ichonographice depingens*, Iena, Meyer, 1671.

2. K. Schaller, « Erhard Weigels Einfluß auf die systematische Pädagogik der Neuzeit », *Studia Leibnitiana*, vol. 3 (1), 1971 et H. Schlee, « Die Pädagogik Erhard Weigels – ein Charakteristikum der Frühaufklärung », *Studia Leibnitiana*, vol. 3 (1), 1971.

3. W. Hestermeyer, *Paedagogia Mathematica. Idee einer universellen Mathematik als Grundlage der Menschenbildung in der Didaktik Erhard Weigels, zugleich ein Beitrag zur Geschichte des pädagogischen Realismus im 17. Jahrhundert*, Paderborn, F. Schöningh, 1969, p. 216.

4. K. Moll, *Der junge Leibniz, op. cit.*, p. 73.

5. Ce texte non daté a été reproduit par W. Hestermeyer, *Paedagogia Mathematica. Idee einer universellen Mathematik als Grundlage der Menschenbildung in der Didaktik Erhard Weigels, zugleich ein Beitrag zur Geschichte des pädagogischen Realismus im 17. Jahrhundert*, *op. cit.*, p. 265 ; sur le fait que l'*Analysis* a provoqué des conflits dans l'université, voir G. Wagner, *Ein Erzieher aus dem XVII. Jahrhunderte*, *op. cit.*, p. 19.

À l'orée des années 1660, lorsque Leibniz suit brièvement ses cours à Iéna, Weigel, qui a été recteur de l'Université en 1657, est un des membres actifs d'un Collège ésotérique baptisé « Société Pythagoricienne », qu'il a fondé [1]. Il s'occupe également à un grand projet encyclopédique (*Corpus pansophicum*). S'y trouve avancé, notamment, le programme d'une *scientia generalis*, dans lequel la *philosophica mathematica*, faisant immédiatement suite à la *philosophia prima*, tient une place centrale [2]. La meilleure indication qu'on puisse en donner pour la diffusion du thème de la mathématique universelle est d'indiquer ce que Leibniz lui-même en a recopié quelques années plus tard :

> Corps complet de Philosophie. Métagéométrie, comprenant les propositions, communes et les plus parfaites pour l'estime de toutes les choses. Elle peut être également appelée PANTOMETRIE, traitant des éléments de toutes sciences :
>
> Sect. I. consiste dans les propositions pan-estimatives :
> 1. De l'identique et du différent
> 2. Du nécessaire et du contingent
> 3. De la cause et du causé
>
> Sect. II. Consiste dans les propositions purement estimatives :
> 1. Du tout et de la partie
> 2. Des rapports et proportions
> 3. De l'exprimable et de l'inexprimable [3].

Non seulement les différents traits avancés distinguent la perspective de Weigel de celle des « cartésiens », mais ils livrent surtout quelques aspects essentiels de la conception que Leibniz se fait de la *mathesis* : l'attachement à l'arithmétique comme modèle de connaissance intuitive, la volonté d'étendre le calcul à tous les domaines du pensable au titre de l'*aestimatio*, le refus de rejeter l'analytique aristotélicienne et la volonté

1. Sur les rapports de Leibniz et de Weigel, voir K. Moll, *Der junge Leibniz*, *op. cit.*, chap. II « Die Stellung des jungen Leibniz zu Weigel. Dokumente » (p. 61. *sq.*) et W. Voisé, « Meister und Schüler. Erhard Weigel und Gottfried Wilhelm Leibniz », *Studia Leibnitiana*, vol. 3 (1), 1971, p. 55-67.

2. W. Hestermeyer, *Paedagogia Mathematica. Idee einer universellen Mathematik als Grundlage der Menschenbildung in der Didaktik Erhard Weigels, zugleich ein Beitrag zur Geschichte des pädagogischen Realismus im 17. Jahrhundert*, *op. cit.*, p. 210.

3. A VI, 4, 1183-1184 (1683). Il s'agit de notes prises à partir de l'*Universum corpus pansophicum* de Weigel (publié à Iéna en 1673). Le passage cité fait suite à celui qui concerne la *Pantologie* ou Métaphysique et précède celui qui concerne la *Logica Pansophica*. Les notes détaillées sur la *mathesis* se trouvent aux pages 1172 à 1176.

d'en étendre le modèle à Euclide (aussi bien qu'à Descartes), l'attachement au programme encyclopédique, permettant la constitution d'une véritable République des Lettres [1]. On ne peut qu'être frappé également de trouver tirés de Weigel plusieurs leitmotive de la conception de la *mathesis universalis* leibnizienne : la dépendance de la théorie *de toto et parte* à la doctrine *de eodem et diverso* sous l'égide d'une *scientia generalis* [2] et, surtout, la définition même de la *mathesis* comme connaissance estimative. Ainsi, on le verra, Leibniz reproche-t-il abondamment aux cartésiens dans les années 1690 d'avoir échoué à constituer une *mathesis* vraiment *universalis* faute d'avoir compris la vraie manière d'*estimer* (*ratio aestimandi*). Cette approche servira dès lors de caractérisation la plus constante jusqu'aux textes du début des années 1700 [3].

Certes Leibniz ne ménagera pas ses critiques contre Weigel. Mais, à tout prendre, elles restent modérées par rapport à celles dont Descartes fut l'objet. Or le programme weigelien insuffle dans le programme de *mathesis universalis* que Leibniz reçoit des exigences qui joueront un rôle essentiel dans sa conception. Au premier chef doit figurer le programme d'une mathématisation des qualités en un sens différent de celui des *Recentiores*. L'archaïsme de Weigel provient ici du fait qu'il se revendique d'un idéal pythagoricien et chrétien, dans lequel le monde est gouverné par le calcul et où l'harmonie est la preuve la plus manifeste de la sagesse du Dieu-calculateur. Dans cette conception les objets sont intrinsèquement structurés par les mathématiques et cette structure se donne comme loi ou règle. La forme même de l'étant ou son essence se donne sur un mode quantitatif en un sens large ou *quantum* [4] et la *mathesis* doit être définie comme science permettant *d'estimer* les choses [5]. On peut

1. Pour une étude détaillée, *cf.*M. Brancato, « Erhard Weigel and His Influence on Leibniz's Philosophy of Mathematics », *op. cit.*

2. *Consilium de encyclopaedia nova conscribenda methodo inventoria* (juin 1679 ; A VI, 4, 344-347), ainsi que, de la même époque : *De arte inveniendi combinatoria* (entre mai et juin 1679 ? ; A VI, 4, 332). Cette caractérisation subsiste dans des textes plus tardifs, mais plutôt au titre de la prévalence de l'*ars combinatoria*. Voir [**3**], ainsi que G. W. Leibniz, *De l'horizon de la doctrine humaine*, éd. par Michel Fichant, Paris, Vrin, 1991, p. 35-36.

3. Voir [**3**] : *Mathesis universalis est scientia de quantitate in universum seu de ratione aestimandi*, ou [**4**] : *Scientia Mathematica Generalis agit de quantitate in universum seu de ratione aestimandi*.

4. Sur la notion de quantité « au sens large » (*lato sensu*), voir le texte [**4**].

5. Sur le lien de la *mathesis* au concept de forme, voir K. Moll (1978), p. 15-17, où est indiqué combien ce lien est essentiel à une certaine conception de la physique où les mathématiques valent comme indicateurs d'invariance (voir aussi n. 229). K. Moll indique

alors distinguer entre des lois données positivement et naturellement, comme celles des nombres ou de la Logique (*entia notionalia*), et des lois imposées par l'homme dans le cadre moral, juridique ou politique (*entia moralia* ou *civilia*). Il en résulte que la mathématique et sa structure démonstrative ne s'étendent pas aux seules qualités « sensibles » ou *naturalia*, mais également aux notions logiques et morales, quoiqu'elle ne les prenne pas directement comme objet [1]

L'exemple qui semble avoir le plus marqué le jeune Leibniz est celui auquel s'attelle dans ses *Éléments de jurisprudence universelle* un autre élève célèbre de Weigel : Samuel Pufendorf [2]. Il en fait mention dès 1663 dans sa première lettre à Thomasius, qui témoigne par ailleurs et du rôle de Weigel et de la façon dont ce dernier a pu servir pour la connaissance d'auteurs comme Hobbes. À la question de savoir si Hobbes a trouvé un contradicteur, il répond, en effet : « Moi, je n'en connais qu'un : Maître Pufendorf, lequel, cependant, a donné forme à presque tous ses *Elementa Jurisprudentiae* en les tirant, dit-on, d'une *Ethica Euclidea* manuscrite de notre cher Weigel (*Weigelius noster*) » [3]. Cette mention révèle le rôle central que tient, dès les premiers travaux de Leibniz, le modèle calculatoire, y compris dans les études politiques ou juridiques – comme en témoignent des pièces comme la *Disputatio de conditionibus* (1665) ou le *Specimen Demonstrationum Politicarum Pro Eligendo Rege Polonorum* (1669) [4].

Leibniz en fait mention dès 1664 et se réclame alors explicitement de Weigel comme d'un précepteur :

> Et le très célèbre Weigel, Prof. de mathesis à Iéna, celui qui a dirigé et favorisé mes études (*Praeceptor, Fautorque meus*), a établi fermement qu'il y a trois genres d'Étants susceptibles d'être étudiés : *Naturel*, *Moral* et *Notionnel*, et qu'il faut donc s'enquérir dans les choses singulières de la *Quantité* ou *Estime*, de la *Qualité* et de l'*Action*. Le droit peut ainsi être

l'influence de ces thèses sur Leibniz dès les lettres à Thomasius, où la géométrie apparaît déjà comme science des formes (A II, 1, 11/16/19-20).

1. Ainsi Weigel peut-il entreprendre la rédaction d'une logistique de la vertu ou *Aretologistica* parue en 1687. Sur tous ces points, voir l'article de W. Röd, « Erhard Weigels Metaphysik der Gesellschaft und des Staates », *Studia Leibnitiana*, vol. 3, 1971.

2. S. Pufendorf, *Elementa jurisprudentiae universalis*, La Haye 1660.

3. À Thomasius, 2 Septemb. 1663 (A II, 1, 3, 29-31 ; trad. fr. Bodéüs, p. 36).

4. Respectivement A VI, 1, 101-150 ; A IV, 1, 3-98. Voir également « Sur l'interprétation, les raisons, l'application et le système des lois » (1670), dans G. W. Leibniz, *L'Estime des apparences*, texte établi, traduit, introduit et annoté par Marc Parmentier, Paris, Vrin, 1995.

> rapporté aux qualités morales, et de même que l'Espace est le substrat de l'action naturelle ou mouvement, de même l'État est une sorte d'espace moral, dans lequel peut s'exercer une action quasi morale. Ce qui a été exprimé par *M. Sam. Pufendorf*, maintenant Prof. à Heidelberg dans ses *Elem. Jurispr. l. 1. Defi. I. seqq.* [1].

Ce mouvement est repris dans la lettre à Conring du 9/19 avril 1670, avec l'apparition d'une idée essentielle dans notre parcours et dont l'origine est souvent méconnue : celle de *Logica Mathematica* [2]. On voit alors comment la conception weigelienne d'une mathématique comme science de l'estime permet de développer une logique générale, dont l'algèbre forme un cas particulier au titre de la « logique mathématique ».

L'autre élément important de l'influence de Weigel dans le programme de « mathématique universelle » leibnizien est la conciliation d'Aristote et d'Euclide sous un même modèle d'Analyse. Un point notable est que l'Analyse mathématique est rapportée à deux exposés typiquement *synthétiques* : la théorie euclidienne d'un côté, la logique aristotélicienne de l'autre. Or cela suppose que le thème de l'*ars inveniendi* (Analyse au sens large) soit conçu comme dépassant la séparation entre analyse et synthèse à l'intérieur de chaque discipline. Cette approche sera déterminante dans les conceptions leibniziennes, dont on augmente souvent la confusion en comprenant l'art d'inventer comme un synonyme d'analyse, alors que cet amalgame y est explicitement dénoncé [3]. Elle jouera également un rôle important dans l'idée que le calcul puisse être conçu comme une logique à part entière – ou, pour reprendre une expression des notes sur Weigel, qu'il y a une *logica logistica* comme logique *du* calcul [4].

1. *Specimen Quaestionum Philosophicarum ex Jure Collectarum* (1664; A VI, 1, 94), cité par K. Moll, *Der junge Leibniz*, *op. cit.*, p. 65. En 1683, Leibniz recopie à nouveau cette définition : *Mathesis scientia quantitatis seu cognitionis aestimave* (A VI, 4, 1173).

2. « *Illud igitur prorsus assentior : prudentiam dicasticam seu artem judicandi in genere paucissimis regulis absolvi, esse enim nihil aliud quam Logicam ad moralia applicatam. Porro ut Ars Experimenta faciendi alia est a physica, ita ars quaestiones juris definiendi alia a Jurisprudentia; tantum enim hae distant inter se quantum* Logica serviens *(ita enim appellare malo quam cum Scholasticis Logicam utentem) a* Scientia utente. *Nihil enim aliud est haec generalis prudentia dicastica, quam vera dialectica juris, prorsus ut Logicam Theologicam non pauci, Logicam Medicam Methodistae,* ***Logicam Mathematicam*** *Algebraici Vieta, Ougthredus, Cartesius dedere* » (A II, $1^2$, 68). L'expression est déjà utilisée par Weigel lui-même au début de son *Analysis* (voir l'*Idea totius encyclopediae*, p. 3).

3. Voir notamment nos textes [**1**] et **Annexe 2**.

4. A VI, 4, 1197. Sur les rapports de l'algèbre et de la logique chez Weigel, *cf.* W. Hestermeyer, *Paedagogia Mathematica. Idee einer universellen Mathematik als*

Mais le plus déterminant pour notre étude est que Weigel se préoccupe, lui aussi, très explicitement de « mathématique générale ». Que pouvait-il enseigner à ce sujet lorsque Leibniz suit ses cours en 1663 ? Il n'est pas aisé de le déterminer avec certitude. On peut déjà faire fond sur le descriptif de l'*Analysis*, où la *mathesis* est présentée sur le modèle d'une famille. L'arithmétique y tient évidemment une place de choix (celle de la Tante), mais on sera sensible au fait qu'elle n'est pas seule en ce lieu de surplomb puisque l'accompagne une discipline qui aura une importance considérable chez Leibniz : la *scientia de relatis et correlatis* (La Grand-mère) [1]. Il est tout à fait remarquable que cette « science des relations » ne soit pas considérée comme une discipline logique, instrumentale, comme deux autres disciplines apparaissant au titre d'« accessoires » : la spécieuse d'un côté, la logistique de l'autre. En 1661, Weigel propose dans son *Himmelsspiegel* une représentation différente de la sagesse universelle (*Weltweisheit*) [2]. Le système des *mathèmata* n'y est plus considéré sous le modèle familial, mais dans le cadre d'une encyclopédie des connaissances rapportées les unes aux autres sous la forme de cercles concentriques. La *Generalmathematik* y fait une apparition remarquable : elle prend significativement la place intermédiaire entre les mathématiques spéciales et la logistique, devenue science-mère (comme science de la pratique des nombres). Dans l'*Idea mathesos universae* de 1669, Weigel mentionne une *mathesis prima*, également appelée « Métagéométrie » ou « Pantométrie », qui tient dans les sciences

*Grundlage der Menschenbildung in der Didaktik Erhard Weigels, zugleich ein Beitrag zur Geschichte des pädagogischen Realismus im 17. Jahrhundert*, *op. cit.*, p. 144-145, et K. Moll, *Der junge Leibniz*, *op. cit.*, p. 46. Weigel est l'auteur d'un *Compendium logisticae, praemissa Doctrina de tribus mentis operationibus in computando…*, Iéna, chez H.C. Cröker, 1706 (la première édition date de 1691).

1. W. Hestermeyer reproduit le schéma (W. Hestermeyer, *Paedagogia Mathematica. Idee einer universellen Mathematik als Grundlage der Menschenbildung in der Didaktik Erhard Weigels, zugleich ein Beitrag zur Geschichte des pädagogischen Realismus im 17. Jahrhundert*, *op. cit.*, p. 216) et renvoie à l'*Analysis* (p. 255). La Mère est bien évidemment la *mathesis vera* où trône la Géométrie.

2. E. Weigel, *Speculum uranicum aquilae romanae sacrum, das ist Himmels-Spiegel*, Francfort, Samuel Krebs für Thomas Matthias Götze, 1661. Dans la lettre à son frère Jean-Frédéric (1691), Leibniz a inscrit dans la marge : « *Verum est me sub ipso* [*scil.* Weigel] *audisse Elementa doctrinae sphericae, cum essem sedecim credo annorum* » (A I, 7, 683). K. Moll, qui cite cette annotation, renvoie à l'*Astronomiae Pars Sphaerica Methodo Euclidea Conscripta*, parue en 1657 (et dont la deuxième partie traitait d'ailleurs des *Principia demonstrationis*). Il précise néanmoins qu'il n'est pas aisé de déterminer à quoi Leibniz fait exactement référence. Curieusement, il ne mentionne pas le *Himmelsspiegel* de 1661.

estimatives une position proche de la métaphysique, traitant des prédicats les plus universels, et de la logique, traitant des règles les plus universelles de l'attribution [1].

Une classification de 1684, où la logistique tient encore la première place, la définit désormais comme « doctrine fondamentale de l'usage de l'entendement pour la recherche de la vérité » – ce qui correspond à la définition autrefois avancée pour la *scientia de relatis et correlatis* [2]. Se dessine dans cette progression une voie d'unification où l'arithmétique et la science des relations se rejoindraient dans une conception large, et pas seulement instrumentale, de la *logistica*. C'est ce que tendrait à confirmer la présentation du *corpus pansophicum* que recopie Leibniz en 1683 : la *Pantometria* y apparaît élargie au point de comprendre désormais et la science *de toto et parte* et la science *de eodem et diverso*.

Il n'est pas facile de se repérer dans ces classifications, marquées par un certain flottement conceptuel, mais leur principal intérêt est d'indiquer un programme de recherche qui fut très influent sur Leibniz et qui intervient très tôt dans sa formation. Cette influence, aujourd'hui injustement oubliée, fut d'ailleurs plus générale, comme il apparaît chez un autre disciple important de Weigel qui fit de la *mathesis universalis* un des axes de sa doctrine et fut l'interlocuteur de Leibniz sur ces questions : Jean-Christophe Sturm [3].

*Johann Christoph Sturm*

Au moment où Leibniz passe par l'Université de Iéna, Sturm en est déjà parti. Sa destination ne nous est pas indifférente puisqu'il s'agit de l'Université de Leyde, haut-lieu de la *mathesis universalis* cartésienne, où il se rend en 1660. L'année suivante voit paraître son *Compendium Universalium seu Metaphysicae Euclideae* – texte qui est connu très tôt de Leibniz, puisqu'il y fait référence dès le *De Arte combinatoria* [4]. Bien

1. « *Ita mathesi* ***Metageometriam****, seu* ***Pantometriam****, praedicatorum communissimorum scientiam aestimativam, alias* ***mathesin primam*** *dictam, Metaphysicae sororem* » (p. 21).

2. Sur tous ces points, voir la présentation de W. Hestermeyer, *Paedagogia Mathematica. Idee einer universellen Mathematik als Grundlage der Menschenbildung in der Didaktik Erhard Weigels, zugleich ein Beitrag zur Geschichte des pädagogischen Realismus im 17. Jahrhundert*, *op. cit.*, p. 217 *sq.*

3. H. Schlee voit en Sturm l'équivalent pour Weigel de Melanchton pour Luther (*op. cit.* p. 123 *sq.*).

4. GP IV, 55 : *Prodiit cujusdam Joh. Christoph. Sturmii Compendium Universalium seu Metaphysicae Euclideae ed. 8. Hagae anno 1660 apud Adrian. Vlacq.* (A VI, 1, 186, 15-17).

qu'il soit passé par Leyde, Sturm ne s'est pas rangé aux définitions des cartésiens et reste fidèle à l'enseignement de son maître Weigel, ainsi qu'à sa caractérisation de la mathématique comme science « estimative ». L'universalité portée par la mathématique universelle, au sens traditionnel de la théorie des rapports et proportions, relève à ses yeux de principes plus larges, tirés de la logique et de la métaphysique. Elle s'érige donc en philosophie universelle [1]. Le but du traité est de montrer que la théorie des proportions, qu'Euclide a limitée à la grandeur et au nombre, peut être étendue non seulement à tous les *quanta*, mais plus généralement aux *qualia*, sinon à toutes choses [2]. Le ressort de cette extension, que l'on retrouvera chez Leibniz et qui provient à nouveau de Weigel, est l'extension de la comparaison depuis les rapports purement quantitatifs vers la similitude [3]. La *Théodicée* portera encore le souvenir de cette lecture, dont Leibniz dira qu'elle l'a néanmoins déçu :

> Feu M. Sturmius, Mathématicien célèbre à Altorf, étant en Hollande dans sa jeunesse, y fit imprimer un petit livre sous le titre d'*Euclides Catholicus* [*sic*], où il tâcha de donner des règles exactes et générales dans des matières non mathématiques, encouragé à cela par feu M. Erhard Weigel, qui avoit eté son précepteur. Dans ce livre, il transfère aux semblables, ce qu'Euclide avoit dit des égaux, et il forme cet axiome : *Si similibus addas similia, tota sunt similia*; mais il fallut tant de limitations pour excuser cette règle nouvelle, qu'il auroit été mieux,

1. « *Ea omnia, quae de analogis et proportionibus sciri possunt, quamvis hactenus non nisi de mathematicis rebus demonstrata atque ideo ad mathesin spectare iudicata sint, mere metaphysica esse* » (Praefatio). Nous citons d'après l'édition parue sous le titre *Universalia Euclidea hoc est liber Quintus Euclidis universallimis inq ; omni entium genere veris demonstrationibus confirmatus*, La Haye, Adrian Vlacq., 1661. L'expression *mathesis generalis* est mentionnée explicitement p. 66, mais afin de lui substituer une authentique *philosophia universalis* : *Generalis autem Mathesis, qua lais, non nisi ea quae his, non vero quae omnibus entibus communia sunt considerare queat : haec nostra autem effata neque de magnitudine seorsim, nec peculiariter de numeris, neque etiam de his saltem in genere, sed universallissime de rebus seu entibus quibuscunque loquantur.*

2. « *Deinde extensionem earundem propositionum, quae apud Euclidem solum de magnitudinibus et numeris proportionalibus loquuntur, ne minus ipsarum demonstrationum ad omnia alia quantorum, et proportionalum genera. Sed amplius aussi sumus in ipsa tractione, ultra quantitatum limites ad qualia quoque extendere et de analogiis qualitativis efferre quae de quantitativis hoc est de proportionalibus stricte sic dictis eramus polliciti* » (Praefatio).

3. « *In quantum enim de Proportionalibus loquuntur demonstrationes nostrae, fluunt ex talibus principiis quae prima infallibilia (...) Sed quatenus de analogis qualitativis iisdem sermo est, nituntur principiis aliss ex similutidinis et dissimilitudinis ratione desumtis* » (Praefatio).

> à mon avis, de l'énoncer d'abord avec restriction, en disant, *Si similibus similia addas similiter, tota sunt similia*. (*Théodicée* § 212 ; GP VI, 245) [1]

Le maître-livre de Sturm, la *Mathesis enucleata* (1689), où s'originera un dialogue polémique avec Leibniz [2], s'ouvre encore par cette définition toute weigelienne : « la *Mathesis* est la science de l'étant en tant que *quantum* ou qu'il est estimable (*Ens quatenus quantum vel aestimabile*), i.e. des *quanta* et de la quantité. Et elle mérite assurément le titre d'*universalis*, tant qu'elle s'occupe des propriétés communes à tous ou la plupart des *quanta* » [3]. Elle est suivie de la définition du *Quantum* qui correspond à tout ce qui peut être estimé (*quantum autem, hoc generali nominis significatu, dicitur, quicquid ulla ratione aestimari potest ; nimirum immediate habitudines et qualitates*). Sturm se place alors explicitement sous le patronage de Weigel et tout aussi explicitement contre Wallis (p. 2, note). Il y a quatre genres de *quanta* sur lesquels peut se déployer la mathématique universelle : *naturalia*, *moralia*, *notionalia* et *transcendentia* [4]. Le *quantum* n'est donc pas lié à la seule quantité, au sens traditionnel du terme, mais désigne bien toute forme de loi constitutive – qui, par la sagesse du créateur, se retrouve dans tous les étants [5].

La doctrine de la mathématique universelle fut d'ailleurs l'objet de cours spécifiques donnés par Sturm, dont témoigne le second livre de ses

1. On se rappellera également que l'*Universalia Euclidea* est suivi d'un traité de logique que l'on considère comme l'un des premiers où soit fait usage de la représentation des raisonnements syllogistiques à l'aide de cercles.

2. Sur cette polémique, voir notre **annexe 3**.

3. J. C. Sturm, *Mathesis enucleata*, Nüremberg, Endter, 1689, Livre I, cap. 1, def. 1, p. 1. Cet ouvrage est suivi d'une *In Analysin Speciosam sive Geometriam novam introductio*, où sont exposés les principes de la géométrie algébrique cartésienne.

4. « Quanta notionalia, *h.e. a notionibus et operationibus intellectus oriunda, ut sunt e.g. Conceptuum et Effatorum amplitudo vel angustia, universalitas aut particularitas, etc.* » (*ibid.* p. 3). Les notions transcendantes (ou transcendantales) sont celles qui sont communes à toutes les autres comme la durée ou continuation de l'existence, qui s'appelle le temps dans les *naturalia*, ou l'unité.

5. On sera sensible à ces définitions en lisant la caractérisation que donne Leibniz lui-même de la mathématique universelle à la fin des années 1690 : « *Mathesis universalis est scientia de quantitate in universum, seu de ratione aestimandi, adeoque limites designandi, intra quos aliquid cadat. Et quoniam omnis creatura limites habet, hinc dici potest, ut Metaphysica est scientia rerum generalis, ita Mathesin universalem esse scientiam creaturarum generalem* » (texte [**3b**]).

*Praelectiones academicae* consacré à la *Doctrina matheseos universalis* [1]. On y retrouve la ligne directrice des *Universalia Euclidea* qui aura donc traversé tout son enseignement. La *mathesis generalis sive universalis* y est définie, par différence avec la Métaphysique, comme traitant de l'étant en tant qu'estimable, c'est-à-dire du *quantum* (p. 65-67). De façon très significative, l'interlocuteur principal de cette *Praelectio* est Aristote, dont Sturm rappelle les passages sur les démonstrations universelles et la mathématique première. Mais l'influence de Weigel est toujours notable, puisque les *quanta* sont à nouveau répartis en *naturels, moraux et notionnels* [2].

Outre que les positions de Sturm permettent d'indiquer assez clairement que s'était développée une interprétation « weigelienne » cohérente – par différence avec la conception « cartésienne », elles montrent surtout que ces deux lignées n'étaient pas incompatibles. Nous possédons, pour étayer cette interprétation, un témoignage remarquable sous la forme d'une dissertation soutenue sous la présidence de Sturm sur la nature des mathématiques [3]. L'élève, Cornelius Marci, y reprend toute la tradition de l'interrogation sur la *mathesis* jusqu'à ses développements les plus récents (Biancanus, Vossius, etc.). Aussi envisage-t-il tour à tour son nom, sa certitude, sa division, qu'il commence avec les disciplines vulgaires et impures. Le cinquième et dernier chapitre est consacré à la *mathesis pura*, couronnée par la *mathesis generalis* (*Caput V et ultimum. Mathesis puris ac proprie talibus, geometria puta, et arithmetica, super has eminente mathesi generali, et analysi speciosa*). À cette occasion, l'élève ne manque pas de se référer au travail du maître qui, dans ses *Universalia Euclidea*, a rappelé le statut universel des rapports et proportions. C'est alors l'occasion d'une très belle définition canonique de la *mathesis universalis*, où apparaît clairement l'influence de Weigel :

1. J. C. Sturm, *Praelectiones academicae, quarum prima astrologiae divinatricis vanitatem pro cathedra demonstratam; altera doctrinam mathesis universalis; tertia, incomprehensibilia matheseos; quarta, denique arithmeticam sacram tractat, olim in Academia Altdorffina auditoribus in calamum dictatae*, Francfort et Leipzig, D. Bartholomei, 1722.

2. Cap. I, § V. Les *quantitates transcendantales* et le rapport à la métaphysique sont exposés au § VII. Le dialogue avec Aristote entraîne un retour au traitement traditionnel, tel qu'on pouvait le trouver chez Alsted. Ainsi le second chapitre traite-t-il du fini et de l'infini, le troisième du divisible et de l'indivisible, etc. La logistique spécieuse est convoquée (chap. VII) comme opérateur d'universalisation des opérations de l'arithmétique.

3. C. Marci, *Dissertatio praeside M. Joh. Christophoro Sturmio... publicae disquisitioni subjiciet Cornelius Marci*, Altdorf, Henri Schönnerstaedt, 1678.

> Il y a donc une certaine *Mathesis universalis*, ce qui est confirmé par le très célèbre Vossius, ainsi que Proclus *In Eucl.*, livre I, Ben. Pereira *De comm. Rerum naturalium Princip.*, livre I, et l'*Apologia pro Archimede* d'Adrianus Romanus. Elle traite de ce qui est commun à la Géométrie et à l'Arithmétique, *tôn meta ta geometrica*, et pourrait donc être appelée à aussi bon droit une Méta-Géométrie, comme la Philosophie Première traite, d'après Aristote, *meta ta physica*, et a été jugée digne par les interprètes latins du titre de *Métaphysique*. Ainsi, comme il est de coutume de définir celle-là comme *Science de l'étant en tant qu'étant*; de même on pourrait dire celle-ci sans lui faire tort, *Science de l'étant en tant que quantum*. Elle démontre assurément à propos de ces choses selon les Rapport et Proportions, Égalités et inégalités, l'Addition et la Soustraction de plusieurs. (p. 36-37)

De manière très significative, la *mathesis universalis* est alors présentée comme étant rendue plus universelle encore par l'usage de lettres de l'alphabet, ce qui lui permet de s'appliquer non seulement au nombre et à la grandeur, mais à toutes choses [1] – et Cornelius Marci de renvoyer, pour plus de précision, au manuel de Van Schooten.

*Joachim Jungius*

Les programmes de Weigel puis de Sturm ont une grande importance pour indiquer des lignes programmatiques dont l'influence sur la pensée leibnizienne est manifeste. Sans ces clés, nombre de déterminations apparaissant dans nos textes restent opaques [2]. Elles sont également l'occasion de rappeler que la tradition philosophique allemande s'était développée selon des vecteurs propres, qui ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux qui valent en France ou en Angleterre. Remarque banale en apparence, mais sur laquelle insistera lourdement Leibniz lui-même en regrettant régulièrement la manière dont la figure de Descartes avait éclipsé dans le domaine de la nouvelle logique les recherches d'un auteur comme Joachim Jungius.

1. « *Theoremata pariter ac Problemata, Universallissimis etiam aphabeticarum literarum signis usa, quae non Magnitudini tantum ac numero, sed universim rebus omnibus (cum res nullae sint, quarum vel magnitudo, vel multitudo, vel potentia, vel virtus, aut aliarum qualitatum gradus, vel pretium aut valor, vel existimatio, etc., aestimari non possit) accommodari queant utilissime* » (p. 37).

2. Voir en particulier notre **annexe 3** où nous expliquons le rôle déterminant de la polémique avec Sturm pour le tournant des années 1690 et la caractérisation de la *mathesis universalis* comme « science de l'estime » qui restera au centre de tous les textes postérieurs.

Jungius eut un rôle déterminant non seulement pour la constitution d'une logique conçue comme « analyse des notions » (ou *protonoématique*), mais surtout pour la défense des mathématiques en Allemagne. Après avoir fait ses études au gymnase de Lübeck et à l'Université de Rostock selon l'inspiration de la seconde scolastique, il s'était, en effet, détourné de cette voie au motif qu'elle n'était pas scientifique et orienté vers les mathématiques. Maître de philosophie à Giessen en 1608, il y devint professeur de mathématiques dès l'année suivante et prit comme thème de son discours d'entrée *De matheseos dignitate, praestantia et usu* [1]. Cette défense, qui s'inscrivait dans les grands programmes encyclopédiques (« pansophiques ») et pédagogiques de Ratichius, fut l'occasion de vives controverses [2]. Mais l'intérêt de Jungius pour les sciences le conduisit surtout en un endroit qui n'est pas sans importance pour notre thème, puisqu'il étudia la médecine à l'Université de Padoue (1616-1619) [3] et en tira une influence décisive pour sa réflexion sur la méthode [4].

1. K. Vogel, « Mathematische Forschung und Bildung im frühen 17. Jarhundert », dans *Die Entfaltung der Wissenschaft. Zum Gedenken an Joachim Jungius, 1587-1687. Actes des journées de la* Joachim Jungius Gessellschaft der Wissenschaften*, tenues à Hambourg 31 oct-1er novembre 1957 pour le 300e anniversaire de la mort de Joachim Jungius*, Glückstadt, J. J. Augustin, 1957, p. 41. Sur la vie de Jungius, la référence reste M. Vogel, *Historia vitae et mortis Joachimi Jungii*, Strasbourg, Bockenhoffer, 1658.

2. Voir, dans le recueil cité dans la note précédente, l'article de R. Meyer, « Joachim Jungius und die Philosophie seiner Zeit », notamment p. 22-23, où est mentionné son programme de *scientia generalis*. Jungius avait fréquenté Ratichius entre 1612 et 1616. Sur le programme de Ratichius, voir G. Rioux, *L'Œuvre pédagogique de Wolfgang Ratichius (1571-1635)*, Paris, Vrin, 1963.

3. Sur l'importance de l'Université de Padoue dans les réflexions sur la mathématique universelle à la Renaissance, *cf.* D. Rabouin, *Mathesis Universalis : L'Idée de « Mathématique Universelle » d'Aristote à Descartes*, *op. cit.*, chap. IV et A. De Pace, *Le Matematiche e il mondo*, Milan, Francoangeli, 1993.

4. Voir R. Meyer, « Joachim Jungius und die Philosophie seiner Zeit », dans *Die Entfaltung der Wissenschaft. Zum Gedenken an Joachim Jungius, 1587-1687. Actes des journées de la* Joachim Jungius Gessellschaft der Wissenschaften*, tenues à Hambourg 31 oct-1er novembre 1957 pour le 300e anniversaire de la mort de Joachim Jungius*, Glückstadt, J.J. Augustin, 1957, p. 25-26, et p. 29 pour l'influence de Zabarella. Cette influence est très perceptible dans le chap. XVI de la *Logica Hamburgensis*, *De scientia totali*, dont une bonne part est consacrée à la distinction des rapports de l'*ordo doctrinae* à la *via doctrinae* et à la *methodus*. C'est dans ce chapitre qu'est d'ailleurs mentionné le thème d'une mathématique générale.

Enfin, il faut mentionner son enthousiasme pour l'œuvre de Viète, découvert dès 1613 et dont il tira une conception nouvelle de l'*ars analytica*, qui le conduisit même à créer en 1619 une *Societas Heuretica* [1].

La confrontation des philosophies de Leibniz et de Jungius est évidemment d'autant plus importante que le premier eut toujours à cœur de réhabiliter le second et se mit très tôt en rapport avec ses disciples les plus actifs (M. Vogel, H. Conring, V. Placcius, J. Vaget) [2]. Nous ne saurions entrer dans le détail des multiples concordances entre les deux projets, notamment en ce qui concerne la logique, la physique (notamment dans le projet d'une *phoranomica*) [3] et la métaphysique (Jungius entendait réaliser une *conjunctio metaphysicae cum mathesi*) [4]. Un point ne peut cependant manquer de nous arrêter : l'existence chez Jungius d'une « mathématique universelle » appelée *Protomathesis*, terme dont nous n'avons pas trouvé trace ailleurs pour désigner la mathématique universelle [5], *sinon chez Leibniz lui-même* (voir nos textes [**4**] et [**5**]).

Dans le discours inaugural prononcé lors de son entrée en chaire à Hambourg en 1629, Jungius met même cette discipline au premier rang de la philosophie théorique :

> La philosophie tout entière se divise, d'après l'avis unanime de tous les philosophes sérieux, en philosophie théorique et pratique, et cette dernière à son tour en Mathématique, Physique et Métaphysique; la Mathématique (*mathesis*) à son tour en pure et appliquée ou, comme on dit dans l'Ecole, en abstraite et concrète; l'abstraite cependant [se divise] en Arithmétique, Géométrie et *Protomathesis*; la concrète, enfin, en doctrine de l'Harmonie, Optique, Statique, Astronomie et les disciplines restantes; que l'on ne puisse cultiver avec succès la philosophie pratique, sans avoir auparavant compris les sciences de la nature et de l'âme, cela

1. M. Vogel, *Historia vitae et mortis Joachimi Jungii*, *op. cit.*, p. 11-12. Le programme de l'*Heuretica* jungienne est bien connu de Leibniz, comme en témoigne sa lettre à J. Vaget de décembre 1679 (A II, $1^2$, 770).

2. Dès 1671, Leibniz est en contact avec M. Fogel (A II, $1^2$, 126, etc.). Sur les éloges dont Leibniz couvre Jungius, voir L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, *op. cit.*, p. 73, n. 4.

3. Sur ces points, voir H. Kangro, « Joachim Jungius und Gottfried Wilhelm Leibniz. Ein Beitrag zum geistigen Verhältnis beider Gelehrten », *Studia Leibniana*, vol. 1, 1969.

4. Titre d'un paragraphe des *Logicae Hamburgensis addimenta*, rééd. W. Risse, Göttingen, 1977, p. 134.

5. Le terme avait été utilisé par Oronce Fine comme titre d'une de ses œuvres, mais sans référence particulière à une mathématique universelle (O. Fine, *Protomathesis : opus varium, ac scitu non minus utile quam iucundum, nunc primum in lucem fœliciter emissum*, Paris, Gérard Morrhy, 1532).

> est si bien reconnu en général que même Epicure n'enseignait à personne son art de vivre s'il ne s'était auparavant consacré à sa physique. Entre les trois disciplines théorétiques sévit une très vive controverse quant à leur rang dans le cours des études. Je suis d'avis que ceux qui veulent s'exercer aux sciences avec aisance, sûreté et profit doivent commencer avec la mathématique, et assurément par celle qui est pure ou abstraite, puis de là progresser des mathématiques concrètes à la physique et à la métaphysique [1].

Le caractère transversal de la *protomathesis* est largement confirmé par un fragment cité par H. Kangro où Jungius parle d'une « Logistique abstraite ou protomathétique (également *Logistica transcensoria*), que Viète a caractérisée comme *Speciosa*, parce que son objet est la grandeur, qui est abstraite du nombre, de la grandeur géométrique pourvue de dimensions, du poids ou de n'importe quel objet » [2].

Quant à l'origine de cette *protomathesis*, il n'y a guère de doute à son sujet, puisqu'elle fait l'objet d'un passage de la *Logica Hamburgensis* (publiée en 1638) : « Souvent, en effet, il y a dans quelque science des causes spéciales, qui demandent que les universelles soient moins mises en avant. Ainsi Euclide place après la théorie des figures planes, exposée dans les quatre premiers [*scil.* livres] le cinquième, qui contient la *Protomathesis*, considérant la grandeur, et même la quantité en général » [3]. La fonction architectonique de cette science est également présentée à cette occasion : « En effet, les conclusions du livre cinq ne réfèrent en rien aux démonstrations des livres précédents : en outre les propriétés, qui sont démontrées dans le cinquième livre, sont plus difficiles et plus composées que celle qui sont conclues dans les quatre premiers, puisque celles-ci se réduisent à une égalité et celles-là à une proportion : enfin les propositions

1. Cité par R. Meyer, « Joachim Jungius und die Philosophie seiner Zeit », *op. cit.*, p. 26-27.

2. « Abstrakte oder protomathetische Logistik (auch *Logistica transcensoria*) nenne ich diejenige welche Viète *Speciosa* bezeichnet, weil ihr Objekt die Grösse ist, welche von der Zahl, von der geometrische dimensionierten Grösse, vom Gewicht und jeder beliebigen Sache abstrahiert » (cité par H. Kangro, « Joachim Jungius und Gottfried Wilhelm Leibniz. Ein Beitrag zum geistigen Verhältnis beider Gelehrten », *op. cit.*, p. 192), qui renvoie au manuscrit [Ms J Pe 69a, 251] et indique le lien de Jungius au programme de « mathématique générale »). Jungius était notamment l'auteur d'une *Heureticae Mathematicae generalis* – et Kangro de commenter à juste titre que Jungius n'avait donc pas besoin de passer par l'influence du traité de Bartholin pour élaborer lui-même un programme de mathématique générale (p. 193).

3. Éd. R. Meyer, 1957, p. 242.

de la *protomathesis* ne sont pas aidées par l'imagination et la mémoire à l'aide de diagrammes, comme c'est le cas dans la géométrie plane » (*ibid.*). Cette présentation opère dans le cadre d'une réflexion sur l'ordre d'enseignement (*ordo didascalicus*), la grande loi de cet ordre étant que les choses les plus faciles à connaître doivent être enseignées en premier (*suprema lex didascalici ordinis haec est, ut facilioris notrae cognitionis ratio habeatur*), même si elles ne sont pas premières d'un point de vue fondationnel.

De même que Leibniz met régulièrement la logique de Jungius face à celle de Descartes, de même faudrait-il certainement mettre face à face leurs idées de la « mathématique universelle », surtout une fois constaté qu'elle se développe dès les années 1620 et se prolonge chez des auteurs comme Weigel ou Sturm. La disparition d'une grande partie des manuscrits de Jungius dans un incendie en 1691 rend malheureusement cette confrontation difficile. Aussi est-il plus facile de s'en faire une idée en passant, comme nous l'avons fait avec Weigel puis Sturm, par les héritiers de ce programme dont Leibniz a reçu l'influence. Le point décisif est que Leibniz connaît assez mal le programme « cartésien », avant son arrivée à Paris, alors qu'il a eu un contact direct et déterminant avec cette tradition allemande. Si donc on veut, comme cela s'est souvent pratiqué, dresser un tableau d'ensemble de l'âge classique en prenant comme point de repère la confrontation Descartes-Leibniz, il ne faudra pas se laisser prendre à l'écho trompeur de la *mathesis universalis*, qui serait venue en droite ligne de l'un à l'autre et commanderait une part de leur dialogue. La *mathesis universalis* a assurément été un programme fécond au XVII^e siècle – et même plus fécond qu'on ne le pense généralement – mais cette fécondité s'est manifestée par une richesse de traitement et de discussion qui reste encore largement méconnue et dont il ne faut négliger ni l'importance ni la complexité.

## 3. Présentation du corpus

Afin d'aider le lecteur à se repérer dans le corpus, on donne ici une première description de l'ensemble des textes en expliquant la manière dont on les a regroupés et édités.

Lorsque l'on fait le recensement des textes où Leibniz traite de la *mathesis universalis*, un premier trait qui se dégage immédiatement du corpus est leur nombre relativement limité. Certes, il existe de nombreux textes où Leibniz fait *allusion* au thème de la mathématique universelle, qu'il s'agisse de décrire l'organisation générale des disciplines (dans les années 1680) ou de polémiquer avec les cartésiens sur le fait qu'ils sont loin d'avoir entrevu la « vraie » mathématique universelle (dans les années 1690). Ces passages, qui restent au stade incantatoire, souvent de quelques lignes à peine, ont fait les délices des commentateurs qui, par contagion, se sont trouvés autorisés à traiter les textes plus achevés sur le même mode, en y prélevant des passages isolés. Nous avons fait le choix contraire en mettant en avant le corpus des textes développés et en utilisant les passages allusifs dans les commentaires ou en les rassemblant, lorsqu'ils formaient des touts cohérents, dans des annexes thématiques (**Annexe 1** autour du projet de « Science générale », **Annexe 3** autour du projet des *Dynamica*)[1]. On voit alors clairement apparaître un deuxième trait de notre corpus : les textes se répartissent en deux grandes périodes, dont les lignes d'orientations sont distinctes. La première période, de 1679 à 1685-1686, tourne autour du projet d'une « logique de l'imagination » (*logica imaginationis*) dans le cadre des échantillons du projet d'une « Science générale ». La seconde période, à partir du milieu des années 1690, tourne autour du projet d'une *Logica mathematica*. Entre ces deux moments, la ligne de fracture est, comme on peut s'y attendre, le voyage dans le sud de l'Allemagne puis en Italie (1687-1690). Dans ce moment de transition, où Leibniz lance le projet des *Dynamica*, la mathématique universelle est clairement requalifiée en « science de l'estime des choses », restreinte à la seule quantité et mise au service de la promotion de la « Science de l'infini » qui doit servir la nouvelle physique.

Précisons les principales lignes de force qui se dégagent de ces deux moments. La première période, qui correspond au retour de Leibniz en Allemagne après son séjour parisien (de 1678-1679 jusqu'aux années 1685-1686)[2], est dominée par les considérations méthodologiques et

1. Étant donné l'état de la publication des manuscrits mathématiques, dont près de la moitié reste à ce jour totalement inédits, on ne peut exclure la découverte d'autres textes. Cela dit, l'ensemble du corpus a déjà été parcouru à la recherche de textes sur la mathématique universelle par plusieurs chercheurs depuis Couturat et il a désormais été intégralement catalogué et numérisé par les éditeurs de Hanovre. Autant on ne peut exclure qu'aient échappé des mentions de la *mathesis universalis*, autant on est plus assuré de n'avoir pas manqué un grand nombre de textes s'y rapportant comme à leur sujet propre. Nous signalerons au fur et à mesure quelques rares manuscrits que nous n'avons pas sélectionnés, faute de place, mais qui étaient généralement redondants par rapport à ceux que nous avons choisis.

2. Comme on le verra à la lecture de notre texte [**2**], ce projet a vraisemblablement mûri en même temps que le programme d'une réforme de la géométrie au titre de l'*analysis*

encyclopédiques autour du projet d'une *Scientia generalis* et culminent dans l'évocation d'une « nouvelle » *mathesis universalis* conçue comme « logique de l'imagination » (texte [**2**]). L'exposé historique mené dans la section précédente permet de mieux saisir l'impulsion qui conduit à ce thème : il s'agit pour Leibniz à la fois de défendre avec les « cartésiens » les pouvoirs du symbolique comme vecteur d'universalité en mathématiques, mais tout aussi bien de contester à ces mêmes « cartésiens » la réduction de l'*ars inveniendi* à la seule algèbre (la vraie source de l'*ars inveniendi* étant pour Leibniz à trouver du côté de l'*ars characteristica*). Cette stratégie, qui remonte aux années parisiennes [1], gagne en ampleur à la fin de 1678 dans le cadre d'une polémique qui éclate avec Tschirnhaus. Ce dernier avait, en effet, écrit à Leibniz en critiquant « ces nombreux auteurs qui croient à tort que l'art combinatoire est une science [distincte] et doit être apprise avant l'algèbre et les autres sciences » [2].

Leibniz n'est évidemment pas dupe sur la polémique qui s'engage avec ces *multi* : « Ces très nombreux, en effet, qui pensent comme tu le dis, j'estime plutôt qu'à part moi, ils sont très peu ». Il répond alors que la critique lui semblerait justifiée si l'on appelait *art combinatoire* la science qui étudie le dénombrement des variations. Mais tel n'est assurément pas son cas : « et vraiment pour moi la combinatoire s'en trouve à l'évidence très loin : science des formes, c'est-à-dire du semblable et du dissemblable, de même que l'algèbre est science de la grandeur, c'est-à-dire de l'égal et de l'inégal. Bien plus, la Combinatoire semble peu différer de la science de la Caractéristique générale, grâce à laquelle les Caractères adaptés à l'Algèbre, à la Musique, et même à la Logique ont été

*situs*. On en trouve une première trace dans un texte qui pourrait dater de la fin des années parisiennes *De usu geometriae* où Leibniz a d'abord écrit, avant de rayer cette mention : « *Geometria ut hinc ordiamur scientia est de magnitudine eorum quae situm habent, sive de extensis. A duabus scientiis generalioribus praesidia petit, ab una de magnitudine (a) in universum, quam vulgo Analysin vocant, et si ad mensuram communem referatur Arithmeticam, et ab altera de similitudine in universum, sive de formis, quam Combinatoriam appellare soleo* » (A VI, 3, 439; le texte est très travaillé et contient de multiples corrections et ratures dont on trouvera le détail dans l'édition critique).

1. Par différence avec un premier projet présenté au Duc Jean-Frédéric en 1671, issu du *De Arte Combinatoria* et où il s'agissait plutôt de prolonger la *mathesis universalis* « cartésienne » dans la philosophie sous la forme d'une spécieuse générale. Sur cette évolution, voir également D. Rabouin, « A fresh look at Leibniz' *Mathesis universalis* », dans *Ad felicitatem nostram alienamve. "Für unser Glück oder das Glück anderer" : Vorträge des X. Internationalen Leibniz-Congress*, Olms, 2016.

2. A II, $1^2$, 661.

ou peuvent être imaginés » [1]. En relèvent donc aussi bien la Cryptographie que l'extraction des racines ou l'art de trouver les progressions (séries) et d'établir des tableaux. Or cet art se distingue du fait que les formules n'y expriment pas nécessairement la seule quantité, ce qu'on peut notamment vérifier, avance Leibniz, dans le cas d'un calcul traitant du *situs*. Cette position large d'art combinatoire est donc liée, comme on pouvait s'y attendre, à la manière dont « l'arithmétique de l'infini » et l'analyse du *situs* ont fait valoir leur droit face à la trop étroite *logistica* et ont ouvert la possibilité d'un abord que Leibniz désigne comme « qualitatif » dans la *mathesis*.

Cette orientation générale explique l'apparition relativement tardive du thème et en prévient déjà, à soi seul, l'identification pure et simple avec les thèmes plus anciens de la *caracteristica universalis* ou de l'*ars combinatoria* – avec laquelle la *mathesis universalis* se trouve ici confrontée et non identifiée. Ainsi est-il remarquable que le premier texte que Leibniz ait consacré en propre à la mathématique universelle (notre texte [**1**]) en investisse un sens encore étroitement « cartésien » (où elle ne désigne que l'analyse algébrique mise au service de la géométrie). Il s'agit alors d'en expliciter la structure symbolique (notamment au travers d'une analyse très intéressante de la notion de « représentation ») et d'en indiquer par là-même la dépendance vis-à-vis de l'*ars characteristica*. Ce premier moment de confrontation avec la *mathesis universalis* correspond à l'époque où Leibniz met en œuvre les premières élaborations effectives d'autres analyses mathématiques, hors du domaine étroit de la quantité. Ce projet, conçu à Paris contre les limitations de la mathématique cartésienne, se déploie notamment sous la forme d'une « caractéristique géométrique » ou *analysis situs*, dont les premiers essais achevés datent de la même époque [2]. Dans le prolongement de ces réflexions, Leibniz conçoit la possibilité d'une extension de la mathématique universelle elle-même qui fera l'objet des *Elementa nova matheseos universalis* ([**2**], daté par les éditeurs de Hanovre de 1683). Il s'agit alors non plus de pointer simplement la dépendance de l'ancienne « mathématique universelle » à l'art combinatoire, mais de prendre acte des changements que cette subordination induit dans la mathématique elle-même. Ainsi se trouve-t-on en

1. A II, $1^2$, 662.

2. On remarquera que l'élaboration de l'algorithme différentiel, autre vecteur important de dépassement de l'analyse cartésienne, ne joue qu'un rôle mineur dans ce premier projet (il est mentionné allusivement dans [**2**], A VI, 4, 522, l. 7-10).

mesure de dessiner les contours d'une *nouvelle* mathématique générale, susceptible de traiter aussi bien de la quantité que de la « qualité » ou de la « forme ».

Le ressort de cette extension est clairement l'analyse des concepts primitifs de la géométrie – en tout premier lieu l'élaboration d'une définition de la similitude qui remonte au moins à 1677 [1] et sert de soutien à la conviction qu'il faut repenser l'organisation conceptuelle d'ensemble de la *mathesis*. Les *Elementa nova*, point culminant de cette période, présentent ainsi une caractérisation ordonnée des relations fondamentales des mathématiques (pas seulement de la géométrie puisque les notions de coïncidence et de similitude sont alors étendues aux formules algébriques elles-mêmes, voire à toute formule, et que la seconde partie du texte est consacrée au seul calcul des grandeurs).

Cette orientation générale concorde également avec le rôle méthodologique accordé à l'*ars combinatoria*, qui est alors présenté comme l'autre grande voie de découverte à côté de l'analyse *stricto sensu* [**1** et **2**]. Le texte du *Plus Ultra* [**Annexe 1**], daté de 1686, fournit la synthèse de cette première orientation en présentant – juste après la triade habituelle « grammaire rationnelle », « éléments de vérité éternelles » et « calcul général » – « l'art d'inventer » (§10), dont les deux branches sont la synthèse ou art combinatoire (§11) et l'analyse (§12). La prise en compte des aspects caractéristiques conduit alors directement à leur implémentation dans une *mathesis generalis*, constituée de la combinatoire *spéciale* (ou « science des formes et des qualités en général, ou du semblable et du dissemblable ») (§13) et de l'analyse *spéciale* (ou « science des quantités en général, ou du grand et du petit ») (§14) [2]. On remarquera

1. Lettre à Gallois de 1677, non envoyée (A II, $1^2$, 568-569).

2. Pour les motivations, voir le *Consilium de Encyclopaedia nova conscribenda methodo inventoria* (1679, A VI, 4, 344), qui propose l'ordre d'étude suivant : d'abord la structure du langage (*grammatica*), puis celle des inférences (logique), suivi de l'*ars memoria* et de l'établissement des vérités premières (topique et *ars inveniendi*). À partir de ces principes se développe l'*ars formularia* (*de eodem et diverso*), puis la *logistica*, décrite selon les termes habituels de la mathématique universelle : *de toto et parte, sive de magnitudine in genere, rationibusque ac proportionibus, in quam incidit Quintum Euclidis Elementum, et magna pars Algebrae*. L'identification entre *logistica* et *mathesis universalis* est faite dans un fragment du même type, le *De arte inveniendi combinatoria* (1679, A VI, 4, 332). Leibniz y propose la liste de disciplines suivantes : *Logica de compatibili et incompatibili sive de connexo et inconnexo/Scientia combinationum ; de eodem et diverso/Analogica ; de simili et dissimili/Logistica ; de aequali et inaequali, sive de Calculo*. Dans une autre version, il écrit pour cette dernière : *Logistica vel calculus seu mathematica universalis de toto et parte*.

au passage, comme l'avait déjà signalé Couturat [1], que ce texte fournit une explication à un fait qui trouble souvent les lecteurs : la combinatoire peut apparaître tantôt en position de surplomb par rapport à la *mathesis universalis* et tantôt se trouver subsumée par elle. C'est qu'il y a deux sens de la combinatoire : l'un « général », où elle est considérée dans son rôle méthodologique, l'autre « spécial » où elle est considérée dans son effectivité proprement mathématique, comme science du semblable et du dissemblable, complémentaire de la science de l'égal et de l'inégal [2]. Parallèlement, on remarquera que la *mathesis universalis* peut aussi être prise dans un sens étroit (science universelle de la quantité comme dans notre texte [**1**]) ou dans un sens large (science mathématique universelle de la quantité *et* de la qualité (voir notamment, outre les *Elementa nova* et le *Plus Ultra*, le texte *Initia Scientiae Generalis* (**Annexe 1**), lui aussi daté de 1679). Ici encore, nul mystère au bout du compte : la première correspond au sens traditionnel que Leibniz reçoit via la réinterprétation « cartésienne », la seconde à son propre projet d'extension de la science universelle de la quantité à une science traitant également de la qualité. Il précise d'ailleurs généralement dans ce cas qu'il s'agit d'une « nouvelle », voire de « sa », mathématique universelle.

Cela dit, il faut se méfier du caractère bien ordonné de la description des relations et des disciplines auxquels on parvient au milieu des années 1680 avec les *Elementa Nova* et le *Plus Ultra*. Nombre de commentateurs s'y sont laissés prendre en y trouvant le canevas de leur lecture de la *mathesis universalis* leibnizienne [3]. Le plus grand mystère que réserve notre corpus est, en effet, que cette architecture conceptuelle, qui frappe par sa netteté et sa fécondité, *n'ait pas été stable*. Quand on regarde les descriptions de la seconde période (après 1690), qu'il s'agisse de la définition de la mathématique universelle (désormais très clairement limitée à la seule quantité), de la description des relations fondamentales (souvent assez désordonnée), de la description des entités primitives

1. L. Couturat, *La Logique de Leibniz*, *op. cit.*, p. 299, note 4.

2. Un texte de 1679 explique bien la dualité des sens de la combinatoire en séparant l'art combinatoire de la science des combinaisons : « *Aliud est ars Combinatoria aliud Scientia combinationum, quae tamen utiliter praemittetur, ut primum appareat natura combinationum in universum, postea modus doceatur utiles combinationes ab inutilibus distinguendi* (*De arte inveniendi combinatoria* » (A VI, 4, A, 332, entre mai et juin 1679 ?).

3. C'est encore le cas de M. Schneider qui insiste beaucoup sur l'aspect de classification des relations en intégrant de ce fait nombre de textes postérieurs qui ne mentionnent pas la *mathesis universalis*, mais relèvent de l'*Analysis situs*.

(elles-mêmes assez floue) ou de l'intervention de l'*ars combinatoria*, on est d'abord frappé par la relative confusion qui y règne par rapport aux textes des années 1680. C'est précisément en ce point qu'une approche mieux informée du contexte historique et des évolutions de la pensée de Leibniz s'avère la plus utile.

Tout se passe, en effet, comme si Leibniz avait été de plus en plus embarrassé par les difficultés cachées dans le programme d'une mathématique universelle et qu'il avait été conduit à complexifier et à nuancer une image trop lisse que le programme d'une « science générale » avait projeté sur l'organisation générale du savoir [1]. Leibniz est d'ailleurs explicite sur cette prise de conscience dans un des premiers textes qu'il rédige à ce sujet dans les années 1690 (reproduit en [**3a**]). Alors que son projet avait connu une première réorientation, sous l'impulsion de la Dynamique et de son fondement dans le calcul différentiel (vu comme « partie la plus élevée » de la mathématique universelle), il avoue avoir progressivement réalisé que sa partie la plus élémentaire, « logistique commune » ou algèbre, était en fait elle-même mal comprise et mal fondée [2]. D'où un projet qui va se préciser de plus en plus nettement autour de l'élucidation des notions fondamentales de l'algèbre (nombre, grandeurs, opérations). Il n'est donc pas étonnant qu'un des slogans de cette période soit de se placer sous l'égide d'une « logique mathématique » portant le développement de l'algèbre [3].

Pour bien comprendre ce mouvement d'ensemble, encore faut-il saisir d'abord la manière dont Leibniz revient à notre thème au début des années

1. Ceci concorde avec le fait que, comme l'ont bien montré les travaux d'Arnaud Pelletier, le projet de « science générale » passe clairement à l'arrière-plan après 1688, *cf.* A. Pelletier, « L'ordre des choses : catégories et définitions chez Leibniz », thèse de doct., Université Paris IV, sous la direction de M. Fichant, 2009 – dont les principaux résultats sur la science générale sont présentés dans A. Pelletier, « The *Scientia Generalis* and the *Encyclopaedia* », dans *Oxford Handbook of Leibniz*, online edition, Oxford University Press, 2015.

2. GM VII, 49, ci-dessous p.121.

3. Voir la lettre d'avril 1700 à Johann Peter Ludewig, où Leibniz écrit : « *Algebra revera Logica Mathematica est ; et avidit ut eadem sit etiam mathesis universalis, quid aliud enim sunt Generales scientiae, quam Logicae applicationes quas vocant Logicas mentes* » (A I, 18, 611). Pour une étude plus complète de ce tournant, voir A. Michel-Pajus et D. Rabouin, « *Logica Mathematica* : Mathematics as Logic in Leibniz », dans *Leibniz and the Dialogue between Sciences, Philosophy and Engineering, 1646-2016. New Historical and Epistemological Insights*, London, The College's Publications, 2017.

1690. Ce retour est sans mystère. Il fait suite au voyage en Italie [1] et relève d'une orientation assez différente de celle qui se dégage de la première série de textes ([**1**] ; [**2**] et les textes reproduits en **Annexe 1** et **2**). Il s'agit cette fois – toujours contre les cartésiens, mais également contre J.-C. Sturm – de faire valoir un concept de mathématique universelle adossé au grand projet d'une *Scientia Infiniti*, instrument mathématique de la nouvelle *Dynamique* (nous présentons ce programme, annoncé dans de très nombreuses lettres du début des années 1690, dans l'**Annexe 3**). Dans ce contexte, Leibniz revient clairement à la définition « étroite » de la mathématique universelle comme « science universelle de la quantité », mais en l'étendant à une « partie supérieure » fournie par le calcul différentiel et intégral – élargissement qu'autorise un retour à la définition weigelienne qui se retrouvera désormais dans tous les textes : la *mathesis universalis* est la science de *l'estime des choses* (*ratio aestimandi*). Le point notable est qu'il ne s'agit plus d'élargir la *mathesis universalis* à la forme – sur le modèle de l'*analysis situs* considérée comme ouvrant à une science de la similitude et de la qualité – mais avant tout à la force – sur le modèle de la mathématisation de la physique permise par les nouvelles *Dynamica*.

L'idée d'élargir la mathématique universelle à l'estime des forces, où se développe sa *pars sublimior*, est très présente dans les textes des années 1690-1695, mais elle reste alors à l'état incantatoire et polémique. Elle accompagne le projet d'un traité (*De Scientia infiniti*) que Leibniz pensait pouvoir consacrer à son nouveau calcul différentiel. Or cette entreprise, comme on le sait, n'aboutit pas [2]. La publication en 1696 par le Marquis de l'Hôpital de son *Analyse des infiniment petits* la rendait d'ailleurs en partie caduque. Leibniz n'abandonna pas, pour autant, le projet d'un livre sur la mathématique universelle, mais celui-ci prit un tour différent. On en trouve des traces dans une lettre à Augustin Vaget de l'été 1696, où ce dernier demande à Leibniz s'il n'aurait pas un manuel d'arithmétique et d'algèbre à lui conseiller. Leibniz répond n'en avoir pas à l'esprit et déplore au passage qu'il n'existe pas de présentation « logique » de ces

1. Chargé de rédiger une Histoire de la maison de Brunswick, Leibniz entreprend d'octobre 1687 à juin 1690 un grand voyage à la recherche de sources, d'abord en Allemagne puis en Italie (à partir de mars 1689).

2. H.-J. Hess, « Leibniz comme propagandiste d'une science nouvelle nommée "scientia infiniti" », dans *L'Actualité de Leibniz : les deux labyrinthes,* Studia Leibnitiana Supplementa XXXIV, Stuttgart, Steiner, 1999.

disciplines. Cette « logique mathématique » (*logica mathematica*) consisterait à ses yeux en un exposé parallèle (παραλλήλως) de l'Algèbre et de l'Arithmétique qui suivrait le fil des notions, des jugements et des vérités [1]. Cette idée d'une approche « logique » de l'algèbre et d'un traitement παραλλήλως à l'arithmétique remonte au moins au *De Ortu* (reproduit dans notre **Annexe 2**). Elle fournit le fil directeur des textes que Leibniz va rédiger à la fin des années 1690 dans le cadre de ses échanges avec Johann Andreas Schmidt, professeur de théologie et de mathématiques à l'Université de Helmstedt. Le texte que Gerhardt a édité sous le faux titre de *Praefatio* et que nous reproduisons en [**3a**] sous le titre *Ad scientiam mathematicam generalem* [2], fait encore se côtoyer les deux orientations (estime de la force et présentation logique) et semble marquer un moment de transition vers la rédaction d'un traité dont nous est conservé la première partie ([**3b**] : *Matheseos universalis pars prior*). Ce manuscrit, que Leibniz fait parvenir à Schmidt et Rudolf Christian Wagner fin 1698, appartient à un dossier plus riche où l'on trouve également des prolongements autour des « fondements du calcul », et en particulier, des élaborations d'une axiomatique des nombres entiers et des opérations algébriques élémentaires [**4a** et **4b**]. Le point crucial est ici de noter que la « logique mathématique » ne désigne donc pas la subordination de la mathématique à un *calcul* logique [3]. Elle consiste en une analyse conceptuelle de la science de la quantité, sur le modèle de l'entreprise engagée à la fin des années 1670 pour la géométrie et dont on trouve également une illustration dans l'analyse du concept de grandeur élaborée dans [**5**].

## REMARQUES CONCLUSIVES

En conclusion de cette présentation générale, revenons sur les points saillants qui ressortent de notre édition des écrits leibniziens sur la mathématique universelle. Au premier rang, on doit insister sur le fait que la *mathesis universalis* ne saurait être confondue ni avec la *caracteristica*

1. À Vaget, 5(15) juin 1696, A III, 6, 781, *cf.* la présentation de [**3**] pour une traduction de la lettre.

2. Voir la présentation du texte pour l'explication de ce changement de titre.

3. Pour plus de détails sur la notion de « logique mathématique » chez Leibniz, voir A. Michel-Pajus et D. Rabouin, « *Logica Mathematica* : Mathematics as Logic in Leibniz », *op. cit.*

*universalis*, ni avec l'*ars combinatoria*. Aucun texte n'appuie ces équivalences pourtant très répandues dans le commentaire. Indéniablement, Leibniz a évoqué à plusieurs reprises la relation de l'*ars combinatoria* à la *mathesis universalis*, mais il ne l'a jamais fait sur le mode d'une identification. Bien plus, cette relation est variable, à mesure de la variation des définitions de la *mathesis universalis* elle-même. C'est là le deuxième trait saillant qui ressort de notre corpus : les caractérisations de la mathématique universelle évoluent et elles évoluent dans un sens qui n'est pas celui qu'on attendrait. Initialement, *mathesis universalis* a le sens qui lui avait été attribué par la tradition cartésienne, où elle désigne l'algèbre symbolique (mise au service d'une analyse des problèmes géométriques). Le point de départ de Leibniz est de prendre appui sur ce modèle pour l'élaboration d'une « écriture universelle », dont il esquisse le projet dès le *De arte combinatoria* et qui servirait de soubassement à une authentique « logique de l'invention ». Ce rapprochement entre « caractéristique réelle » et algèbre symbolique n'est pas opéré explicitement en 1666, mais on a vu qu'il découle naturellement du programme initial et se trouve annoncé comme tel au début des années 1670. À cette époque, Leibniz n'écrit pas *sur* la mathématique universelle, mais s'en inspire. On trouve là la matrice d'une première interprétation répandue de la *mathesis universalis*, qui en fait un simple synonyme du projet de caractéristique universelle.

Pourtant les premiers textes sur la mathématique universelle sont plus tardifs (fin des années 1670) et correspondent clairement à un changement de programme lié au développement de nouvelles analyses mathématiques durant les années parisiennes (*analysis situs*, analyse des infiniment petits, élaboration des premiers projets de « calcul universel » en logique). Alors que le premier programme consistait à prendre modèle sur la *mathesis universalis*–algèbre pour développer une « caractéristique universelle », il s'agit désormais de faire valoir que la *mathesis universalis* tire sa force de son fonctionnement « caractéristique » et donc d'un *ars combinatoria* conçu plus largement comme « science des formes et des formules » (l'élément important étant la mise en avant du concept de « forme »). En retour, il devient donc possible d'élaborer une *nouvelle* mathématique universelle qui s'ouvrirait au traitement de la « forme » en mathématiques. Une des formulations ramassée que Leibniz propose pour ce nouveau projet est la constitution d'une « logique de l'imagination ». Il s'agit alors de s'appuyer sur un système de relations élargissant les relations habituellement dévolues au traitement des seules quantités et autorisant le développement de tout un aspect « qualitatif » des mathématiques.

Les *Elementa nova matheseos universalis* [**2**] et le *Guilielmi Pacidii Plus Ultra* [**Annexe1**] nous en conservent le témoignage. C'est là le second modèle dans l'interprétation de la *mathesis universalis*, certainement le plus répandu dans le commentaire. Elle y figure une « science générale des relations abstraites », directement issue d'une théorie de nature logique, *appliquée* au domaine des mathématiques (ou, dans le vocabulaire de Leibniz, des « imaginables »).

D'où l'élément décisif qu'apporte notre édition des textes en montrant que ce programme ne semble pas avoir survécu au voyage en Italie. La définition de la mathématique universelle que l'on trouve dans les vingt années qui suivent se cantonne très clairement au domaine de la « quantité », avec pour seule exception la comparaison avec la logique esquissée dans les *Nouveaux essais*. Parmi les raisons qui pourraient expliquer cet apparent retrait, nous pouvons mentionner le fait suivant : le milieu des années 1680 ne correspond pas seulement à l'apothéose d'un projet ambitieux de *Scientia generalis*, il correspond aussi à la mise au point des plus beaux échantillons de calculs logiques préservés dans des textes comme les *Recherches générales sur l'analyse des notions et des vérités* [1] ou le *Non inelegans specimen demonstrandi in abstractis* [2]. Or ces travaux aboutissent, contre toute attente, non à la subordination de la mathématique au calcul logique, mais à leur juxtaposition, l'axiome d'idempotence marquant la frontière que le calcul des grandeurs ne peut franchir. Il y a là une piste très intéressante pour comprendre pourquoi Leibniz semble s'être intéressé à l'axiomatisation de l'algèbre surtout dans cette seconde période.

Un autre aspect remarquable des écrits de la fin des années 1690 et du début des années 1700 est d'y voir Leibniz rencontrer plusieurs difficultés. Les raisons en sont multiples et nous y reviendrons plus en détail dans la présentation des textes, mais elles doivent être indiquées dès à présent pour expliquer une autre particularité des documents de cette période. De fait, il est frappant de voir que les textes les plus tardifs s'attachent à l'élucidation des notions mathématiques les plus *élémentaires*, comme la notion de nombre entier, les opérations de base du calcul algébrique [**4a-b**] ou le concept de grandeur [**5**] – alors qu'on aurait pu attendre que cette approche *commande* à la réflexion sur la mathématique universelle. C'est là un des bénéfices de l'approche génétique de la pensée de Leibniz :

1. A VI, 4, 739-788, trad. R, 200-303.
2. A VI, 4, 845-855, trad. R, 424-434.

là où des générations de lecteurs se sont plu à condenser sa philosophie des mathématiques dans la présentation « analytique » des vérités arithmétiques, telle qu'on peut la trouver présentée dans les *Nouveaux essais* (IV, 7 § 10), nous allons voir que cette présentation – d'ailleurs loin d'être aussi transparente qu'on le prétend parfois [1], n'intervient qu'au bout d'un long processus de maturation et d'approfondissement. C'est à suivre ce processus de maturation que nous invitons maintenant le lecteur.

1. M. Fichant, « Les axiomes de l'identité et la démonstration des formules arithmétiques : $2+2=4$ », *Revue Internationale de Philosophie*, vol. 48, n° 188, 1994 ; E. Grosholz et E. Yakira, *Leibniz's Science of the Rational*, Studia Leibnitiana Sonderheft 26, Stuttgart, Steiner, 1998.

## LISTE DES TEXTES TRAITANT DE LA MATHESIS UNIVERSALIS

| | |
|---|---|
| **1666-1672**<br>La « Caractéristique » pensée sur le modèle de la *mathesis universalis* des cartésiens | **1666** : *De Arte Combinatoria*. Mention des *Elementa Matheseos Universalis* [sic] de Van Schooten et Bartholin.<br>**1671** : Leibniz présente son projet au Duc Jean-Frédéric comme « un moyen qui permet de faire en philosophie ce qu'ont fait Descartes et d'autres par l'algèbre et l'analyse en Arithmétique et en Géométrie » [A II, $1^2$, 261]<br>**Fin 1671-début 1672** : *Demonstratio propositionum primarum* [A VI, 2, 481] |
| **1679-1686**<br>La *mathesis universalis* comme « logique de l'imagination ». Textes d'inspiration méthodologique et encyclopédique (*Scientia generalis*) | **1679** : [**1**] *In re mathematica in universum* [A VI, 4, A, 315-331, sous le titre : *De arte characteristica inventoriaque analytica combinatoriave in mathesi universali*]<br>**1679** : [**Annexe 1a**] *Initia scientiae generalis. Conspectus speciminum* [A VI, 4, A, 362-363]<br>**1682** : [**Annexe 1b**] *Initia et specimina scientiae novae generalis* [A VI, 4, A, 442-443]<br>**1683** : [**2**] *(Idea Libri cui titulus erit) Elementa nova matheseos universalis* [A VI, 4, A, 513-524]<br>**1685-1686** ? : [**Annexe 2**] *De ortu, progressu et natura algebrae* [GM VII, 203-216]<br>**1686** : [**Annexe 1c**] *Guilielmi Pacidii Plus Ultra* [A VI, 4, A, 673-677] |
| **1690-1696** [1]<br>Projet d'une *mathesis universalis* dont la partie « supérieure » serait la *Science de l'Infini*. Textes polémiques contre les cartésiens et les weigeliens dans le cadre des *Dynamica* | **1690** : *Animadversiones ad Weigelium* [*Nouvelles lettres et opuscules inédits*, éd. Foucher de Careil, 1857, p. 148-149]<br>**après 1690** : *Thesaurus mathematicus* [LH XXXV, 1, 25, 1]<br>**1691** : *De legibus naturae et vera aestimatione virium motricium* [*Acta eruditorum*; GM VI, 204-215]<br>**1692** : *Animadversiones in partem generalem Principiorum Cartesianorum*, sur l'art. II, 36 [GP IV, 370]<br>**1694** : *Considérations sur la différence qu'il y a entre l'analyse ordinaire et le nouveau calcul des transcendantes* [*Journal des sçavans*; GM V, 306-308]<br>**1695** : *Specimen dynamicum* [*Acta Eruditorum*; GM VI, 244]<br>**Après 1695** : *De magnitudine et mensura* [GM VII, 38 et 40] |
| **1696-1700**<br>La *mathesis universalis* comme « logique mathématique » | **1696 :** Lettre à Augustin Vaget [5(15) Juin 1696; A III, 6, 781]<br>**1692-1697 ?** : [**3a**] *Ad scientiam mathematicam generalem* [GM VII, 49-52, sous le titre *Praefatio*]<br>**1698-1700** : Correspondance avec J. A. Schmidt autour de différents projets d'un traité de *mathesis universalis* [A I, 16, 295; 341; 393; 633]. Envoi de [**3b**] *Matheseos universalis pars prior* [GM VII, 53-76] |
| **autour de 1700**<br>Réflexions fondationnelles sur les nombres, les opérations algébriques et les grandeurs | **1699-1700** : [**4a-b**] *Mathesis Generalis* [LH XXXV, 1, 9, 8 et 9-14]<br>**1700 ?** : [**5**] *Scientia mathematica generalis* [LH XXXV, 1, 9, 1-4]<br>**1704** : *Nouveaux essais sur l'entendement humain* IV, 17, § 4 [GP V 460-461; A VI, 6, 478] |

1. Nous renvoyons à l'**Annexe 3** pour le détail des mentions dans la correspondance sur la période 1690-1696.

## ÉDITIONS EXISTANTES DES TEXTES

Tous les textes latins que nous traduisons ont fait l'objet d'une édition préalable, à l'exception de LH XXXV, I, 9 fol. 8 [**4a**], totalement inédit, et LH XXXV, I, 9 fol. 1-4 [**5**], dont un court extrait avait été transcrit par Vincenzo de Risi en annexe de son ouvrage *Geometry and Monadology* (Basel, Birkhäuser, 2007, Appendix n. 18, p. 625-626) et que nous retranscrivons en intégralité pour la première fois.

Les textes de la première période ont fait l'objet d'une édition critique dans le volume 4 de la série VI de l'édition dite « de l'Académie » (*Sämtliche Schriften und Briefe*, herausgegeben von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, 1999). Nous indiquons les références à cette édition pour que les lecteurs désireux de connaître le détail des variantes puissent s'y reporter. Le *De arte characteristica inventoriaque analytica combinatoriave in mathesi universali* (A VI, 4, A, 315-331) – que nous proposons de rebaptiser par son incipit : *In re mathematica in universum* – était auparavant inédit. Les *Elementa Nova matheseos universalis* (A VI, 4, A, 513-524) avaient fait l'objet d'une édition partielle par Couturat dans les *Opuscules et fragments inédits de Leibniz* (Paris, Alcan, 1903, p. 348-351). Il faut aujourd'hui éviter cette édition tronquée qui induit le lecteur en erreur sur les intentions de Leibniz en supprimant toute la partie de genèse des relations à partir des questions de discernabilité.

Les textes apparaissant dans la correspondance sont aujourd'hui disponibles dans les volumes des séries I, II et III (voir le tableau ci-dessus et l'**Annexe 3** pour les références). Le premier volume de la série II (correspondance philosophique) a fait l'objet d'une réédition améliorée en 2006 que nous désignons par la référence A II, $1^2$.

La *Matheseos universalis pars prior*, la « *Praefatio* » et le *De ortu, progressu et natura algebrae*, ont été édités par Gerhardt au tome VII de ses *Mathematische Schriften*, dont le premier chapitre est consacré aux textes fondationnels (*Initia mathematica. Mathesis universalis. Arithmetica. Algebraica*). Nous reproduisons ces textes en les corrigeant et les modifiant lorsque les choix de Gerhardt nous paraissent infondés, mais sans en proposer toutefois une édition critique complète (cette édition critique paraîtra dans les prochains volumes de l'édition de l'Académie).

Le texte LH XXXV, I, 9 fol. 9-14 a fait l'objet d'une transcription et d'une édition par Emily Grosholz dans E. Yakira & E. Grosholz, *Leibniz's Science of the Rational*, Studia Leibnitiana Sonderheft 26, Steiner Verlag, 1998. Nous avons vérifié, complété (il y manquait un feuillet) et corrigé cette transcription.

Les textes du corpus primaire ont fait l'objet d'une vérification à partir des manuscrits conservés à Hanovre et désormais disponibles en ligne (http ://digitale-sammlungen.gwlb.de/index.php ?id=7). Le groupe « Mathesis » remercie vivement Siegmund Probst pour son aide dans l'accès aux manuscrits et pour son expertise.