Revue d'histoire des mathématiques,
6 (2000), p. 271–292.

NOTES & DÉBATS

LES CADRES INSTITUTIONNELS DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU XVIE SIÈCLE

Marie-Madeleine COMPÈRE (*)

RÉSUMÉ. — Les avancées notables des connaissances en mathématiques ne peuvent s'expliquer sans le développement d'un enseignement de haut niveau. L'article vise à préciser l'extension géographique et les contenus de cet enseignement dans l'Europe du XVIe siècle. Les mathématiques se fondent sur le commentaire de textes transmis depuis l'Antiquité, intégrés dans le programme des arts libéraux, eux-mêmes tributaires d'un lointain héritage. L'expansion institutionnelle des universités et des collèges du XIVe au XVIIe siècle multiplie virtuellement les lieux où ce programme est enseigné. Mais, parmi les leçons relevant des arts libéraux ou de la philosophie, celles qui abordent les mathématiques sont inégalement assurées en quantité et en qualité.

Cette inégalité tient à deux raisons spécifiques à l'enseignement des mathématiques. En premier lieu, la compétence nécessaire aux professeurs ne pouvait s'acquérir qu'en de rares endroits, lors de conjonctures favorables. En second lieu, on trouvait difficilement un public intéressé parmi les étudiants et les collégiens, dans la mesure où le destin social de la majorité d'entre eux les tenait éloignés des débouchés techniques offerts par les mathématiques.

ABSTRACT. — THE INSTITUTIONAL SETTINGS OF MATHEMATICS' TEACHING IN THE SIXTEENTH CENTURY. — Great advances in mathematics can neither take place nor be explained without the existence of high-level mathematics' intruction. This paper maps out the geography as well as the content of mathematics' teaching in sixteenth century Europe. Mathematical instruction, based on commentaries of texts dating back to Antiquity, became part of liberal arts' instruction which, itself, took its inspiration from a distant intellectual past. Between the fourteenth and the seventeenth century, the institutional expansion of universities and colleges multiplied the settings within which the teaching of mathematics could have taken place. Yet, among the curricula that fell within the province of liberal arts or philosophy, the teaching of mathematics varied tremendously, in quantity as well in quality.

This is due to two features of mathematics' training. First, the knowledge required by the teaching of mathematics may only be procured in few places and under particularly favourable conditions. Second, not many university students took an interest in this kind of training as their social call steered most of them away from the technical vocations, which mathematics then led to.

(*) Texte reçu le 10 juillet 2000.
M.-M. COMPÈRE, INRP, Service d'histoire de l'éducation, 29 rue d'Ulm, 75005 Paris.
Mots clés : enseignement mathématique, université, professionalisation.
Classification AMS : 01-01, 01A40, 01A45, 01A73, 01A74, 97-03.

En dépit d'une mythologie vivace qui fait de l'inventeur un génie isolé, toute réflexion sur la production scientifique ne peut l'abstraire des conditions qui l'ont rendue possible. L'historien est plus qu'un autre persuadé de cette exigence : pour expliquer la fécondité de ces décennies qui vont de Copernic à Newton, il présuppose l'existence d'un terreau, une masse critique, qualitative et quantitative, de connaissances diffuses au cours de cette période. Les institutions vouées à l'enseignement des mathématiques apparaissent alors comme les premiers lieux à investir et à examiner.

Naguère encore, les universités étaient considérées comme au mieux étrangères, plus généralement hostiles, à la « révolution scientifique », au nom du conservatisme qu'elles paraissaient, par définition, incarner. Cette opinion a été révisée : on a reconnu qu'un grand nombre des mathématiciens qui ont laissé un nom ont été formés dans un cadre universitaire et qu'ils y ont, la plupart, enseigné eux-mêmes. En s'imposant, ce révisionisme a réhabilité dans une certaine mesure les universités dans l'œuvre mathématique du XVI^e^ siècle. Il a du moins contribué à réduire l'opposition qu'on plaçait traditionnellement entre les universités, jugées irréductiblement stériles, et d'autres institutions, nées en opposition ou en marge par rapport à elles, qui auraient été seules productives.

L'enseignement des mathématiques a désormais fait l'objet d'études qui dépassent ces frontières institutionnelles et qui traitent plutôt de ses procédures concrètes, tant du point de vue des maîtres que des étudiants, si bien qu'aujourd'hui, on est en plein renouvellement. Un ouvrage pionnier de Mordechai Feingold [1984] a infléchi l'historiographie dans cette voie en 1984 en traitant de l'Angleterre. Au-delà de l'enseignement universitaire, la problématique s'est élargie aux collèges, à commencer par ceux que tenaient les jésuites : l'enseignement des mathématiques dans leurs collèges a fait l'objet de travaux des historiens italiens Ugo Baldini [1992] et Romano Gatto [1994, 1996], et récemment de la thèse d'Antonella Romano [1999].

La présente note n'a pas d'autre ambition que de proposer une synthèse, un état des lieux, à partir d'une bibliographie qui commence à prendre de l'ampleur. Elle se propose de brosser à gros traits les conditions institutionnelles et sociales de l'enseignement mathématique dans un XVI^e^ siècle un peu décalé vers le présent, englobant la période qui va des années 1520 à la mi-XVII^e^ siècle.

L'HÉRITAGE MÉDIÉVAL

Cadre conceptuel

Les mathématiques font partie des arts libéraux : les arts libéraux sont des savoir-faire propres à l'homme libre, comme les arts mécaniques sont des savoir-faire propres aux gens de métier. Ce sont des moyens, non des fins : ils fournissent des outils intellectuels pour reconnaître le vrai du faux, le beau du laid, le bien du mal ; ils procurent des instruments de réflexion et d'expression. La définition des arts libéraux remonte à l'Antiquité et subsiste dans les organisations successives des savoirs dans lesquelles la culture antique a été transmise. Sept arts sont retenus au Moyen Âge comme disciplines générales, objets d'enseignement pour tous, qui se séparent en deux catégories : les trois premiers (grammaire, rhétorique, logique) forment le *trivium* et les quatre autres (arithmétique, géométrie, musique, astronomie) le *quadrivium*. Dans une vision alors globale de la connaissance humaine, *trivium* et *quadrivium* n'occupent pas des places également assurées dans les représentations arborescentes sous lesquelles on figure le savoir. Le *trivium*, qui recouvre les arts des mots, se structure en disciplines scolaires bien identifiées et circonscrites : les connaissances qu'elles recouvrent, les auteurs et textes qui leur servent de références, les exercices auxquels elles donnent lieu sont analogues partout. Elles constituent le premier cycle de la formation universitaire au Moyen Âge avant d'essaimer dans les collèges urbains à partir du XVIe siècle.

Le *quadrivium*, plus flou dans sa conception, donne lieu à des traductions diversifiées dans l'organisation des études. Au livre 7 de *La République*, Platon distingue bien les quatre compétences qu'il comporte, pour lui nécessaires au responsable de la Cité, auxquelles il fait succéder la dialectique. Il n'emploie pas alors le terme de mathématiques, qui reste rare dans son œuvre. Le mot, d'origine pythagoricienne, est en revanche utilisé par Aristote avec le sens qu'il a toujours aujourd'hui : science des nombres (arithmétique) et des figures de l'espace (géométrie). Entre les mathématiques et le *quadrivium*, qui comprend non seulement l'arithmétique et la géométrie, mais aussi la musique et, surtout, l'astronomie, et qui continue de structurer le programme des facultés des arts, les contenus de l'enseignement entrent en quelque sorte en concurrence dialectique. Les objets de l'enseignement mathématique sont-ils des *intelligibilia*, c'est-à-dire des objets purement abstraits, ou des *sensibilia*, c'est-à-dire des objets qu'on peut atteindre par les sens ? Autrement dit, les étudiants doivent-ils être initiés aux arts des nombres, des quantités ou des grandeurs, de toutes façons catégories abstraites, ou aux arts des choses ? Dans les universités qui relèvent d'une tradition intellectuelle platonicienne (Angleterre), la première option l'emporte ; c'est la seconde dans celles qui se fondent exclusivement sur l'œuvre d'Aristote (universités italiennes et françaises).

On aboutit à des configurations différentes de l'enseignement des mathématiques dans chaque université. En Italie, les mathématiques sont enseignées indifféremment dans le cadre des arts ou de la médecine : dans une perspective encore vivace, qui fait de l'homme le jouet d'influences cosmiques, l'astrologie doit être connue des futurs médecins. À Paris, elles font partie du programme de philosophie : les livres qui relèvent du *quadrivium* sont expliqués avec ceux de logique ou, plus souvent, de physique (ou philosophie naturelle). En Angleterre au contraire deux cycles d'études se succèdent : aux mathématiques qui forment un premier cycle d'enseignement des arts s'ajoute un second cycle comprenant les trois philosophies (naturelle, morale, métaphysique). Inutile de dire que l'ambiguïté demeurant, ces organisations sont suceptibles de changement, non seulement suivant les lieux, mais les époques et les professeurs.

Indépendamment de ces traditions institutionnelles, les professeurs s'impliquent personnellement dans l'enseignement qu'ils délivrent. Sans faire de philosophie ou de théologie, il faut poser, préalablement à toute étude, qu'à l'époque toute activité humaine s'intègre dans une vision cohérente du monde, conforme à la représentation que chacun se fait de son propre salut et de celui de l'humanité. Les mathématiques comportent des enjeux spécifiques, liés à la validité du raisonnement qui permet d'atteindre la vérité. L'épistémologie de la démonstration scientifique est fondée par Aristote dans les *Seconds analytiques*, un des livres constitutifs de l'*Organon* : ce livre, dont la lecture a révélé à Christoph Clavius sa vocation mathématique, est connu et médité de tous. Si la vérité se démontre, quelle procédure est-elle plus efficace pour y atteindre : est-ce le syllogisme aristotélicien ou la démonstration géométrique ? L'activité mathématique est-elle d'essence contemplative (ou spéculative) ou est-elle au service de réalisations concrètes ? Loin de laisser les mathématiciens indifférents, ces enjeux s'inscrivent dans des convictions personnelles. Pour les plus religieux, ils inquiètent leur conscience et motivent leurs efforts. Les conceptions que chacun élabore personnellement sont mûrement réfléchies, quand bien même leurs conséquences seraient potentiellement tragiques.

Les protestants semblent en l'occurrence plutôt du côté de la justification par les œuvres. Pierre Ramus, en particulier, se qualifiait lui-même d'*usuarius* : pour lui, c'est la pratique qui engendre la théorie et non le contraire, et les sciences sont indissociables de leur usage [Hooykaas 1958]. L'activité mathématique peut s'inscrire à l'opposé dans une perspective métaphysique. On retrouve chez le luthérien Johannes Kepler pour qui Dieu continue à créer le monde dans les progrès de la pensée mathématique (*creatio continua*) des accents analogues à ceux du jésuite Christoph Clavius pour qui, Dieu étant le calculateur suprême, toute construction visant à mieux comprendre cette intelligence calculatrice ramène à lui.

Cadre institutionnel

Les universités telles que les lègue le Moyen Âge se partagent en deux grandes catégories correspondant à deux matrices d'organisation, les universités doctorales et les universités professorales. Dans les premières, l'enseignement est tout entier entre les mains des maîtres, ou docteurs, formés par chacune des facultés. Ils sont rémunérés par des rétributions versées par les étudiants : leur modèle est Paris, et il a essaimé en France et en Angleterre. Dans les secondes, les objets de l'enseignement sont distribués entre des chaires préétablies, correspondant chacune à une rémunération fixée à l'avance : leur modèle est Bologne, et il a essaimé en Italie et dans la péninsule ibérique. Dans les universités professorales, le nombre des chaires et des postes est fixe, ou peu susceptible de variation : le poste vacant est confié par l'instance nominatrice à un titulaire par bail à durée déterminée, généralement six ans, à la suite de procédures diverses (concours entre les candidats, désignation par les autres professeurs, résignation du titulaire antérieur). À la fin du bail, le professeur s'attend à une revalorisation financière. Il peut partir s'il s'estime injustement traité. Une ou plusieurs chaires sont spécifiquement attribuées aux mathématiques, sous la dénomination indifférenciée de mathématiques ou d'astrologie. À Bologne, par exemple, les chaires des arts se répartissent entre la médecine (quatre), la philosophie (quatre), les mathématiques (deux) et l'humanistique (deux) [Simeoni-Sorbelli 1940, t. II, p. 34]. À Padoue, d'après l'affiche qui annonce les cours de la faculté des arts du temps où Galilée y enseigne (1594), on dénombre vingt-huit professeurs qui se répartissent entre dix-huit chaires : théologie (trois chaires, correspondant chacune à un poste), philosophie (six chaires, dix postes), médecine (sept chaires, treize postes), humanités (une chaire, un poste), mathématiques (une chaire, un poste, occupé par Galilée)[1]. L'existence de ces chaires, même si elles restent faibles proportionnellement en nombre, suffit à garantir que les mathématiques sont enseignées.

La chaire introduit dans le corps enseignant un marché concurrentiel, d'université à université et à l'intérieur d'une même université. Le système favorise l'émulation entre les maîtres et pousse à l'excellence dans un domaine précis. Quant aux étudiants, ils ont plus de latitude pour suivre les cours de tel ou tel professeur au gré de la réputation dont il jouit ou de leurs propres curiosités. Mais si la chaire n'est pas prestigieuse ou si la fondation n'est pas riche, elle n'est pas attirante, si bien que, dans le cas des mathématiques qui nous occupe, l'existence d'une chaire n'est par forcément gage de qualité. À Pise par exemple, où l'université s'ouvre de nouveau en 1543 après une fermeture temporaire, les deux-tiers des étudiants sont des juristes ; les chaires qui ne sont pas consacrées au droit ont peu d'audience ; celles de mathématiques, rémunérées au tiers des chaires de droit, sont souvent occupées par des religieux des couvents locaux qui donnent un enseignement sans originalité [Schmitt 1972]. Il peut aussi y avoir détournement de l'objet de la chaire. Le Gresham College de Londres, fondé en 1597, qui offre des chaires bien rémunérées, a été fondé en vue de la formation professionnelle des marchands, mais on y a nommé des professeurs qui avaient été formés dans les universités, et qui en ont fait un lieu de recherche scientifique.

Dans l'université doctorale, le cycle des études intègre l'étudiant au cours d'étapes bien balisées jusqu'à lui faire assurer lui-même un enseignement : les cours entendus et ceux qui sont professés s'inscrivent dans un continuum, faisant la part belle au caractère mutuel de l'enseignement. Au début de notre période, l'étudiant entre à la faculté des arts une fois

[1] L'affiche est reproduite dans un cahier d'illustrations non paginé, au milieu du n° 3, année 1999, de la revue *Annali di storia delle università italiane*, Bologne, CLUEB.

qu'il sait comprendre le latin et s'exprimer dans cette langue. Il commence le cycle des études ès arts par une initiation à l'argumentation, dominée par la logique, d'au moins deux années, à l'issue de laquelle il passe le baccalauréat, ce qui lui donne le droit de participer lui-même à l'enseignement, sous forme de lectures extraordinaires, et l'oblige à argumenter dans les disputes. Deux autres années d'études au moins, consacrées au reste du programme, sont couronnées par les examens et soutenances de thèses en vue de la graduation. Une fois gradué, le nouveau maître ès arts doit, à son tour, faire un cours, c'est-à-dire assurer l'ensemble des lectures qui forment le cycle des arts. Quand il a accompli comme maître un cycle d'enseignement, il est délié de ses obligations universitaires et peut s'orienter vers d'autres carrières, généralement cléricales, mais il lui est possible aussi de prolonger l'enseignement en s'engageant dans de nouveaux cycles et de s'installer ainsi dans le métier de professeur. Dans ce système, les professeurs se renouvellent chaque année dans une certaine proportion et leur nombre est variable. Un programme identique et complet étant imposé à tous, la spécialisation est découragée. Le système est souple, mais fragile : il repose sur une démographie scolaire en expansion, puisque chaque nouveau maître doit se trouver une clientèle.

Dans les universités doctorales, l'enseignement des mathématiques peut être évalué d'après l'intitulé des livres au programme ou la durée du temps que les étudiants doivent théoriquement leur consacrer pour être gradués. Selon les statuts de 1564, par exemple, l'étudiant d'Oxford accomplit seize termes, soit quatre ans, d'étude des arts libéraux (deux de grammaire, quatre de rhétorique, cinq de logique, trois d'arithmétique et deux de musique) avant ses trois années de philosophie. Mais les statuts sont susceptibles d'être modifiés. À Cambridge par exemple, des statuts nouveaux publiés en 1549 proposent que la première année soit entièrement consacrée aux mathématiques. Aux termes d'une nouvelle promulgation en 1558, les mathématiques sont réduites à une partie de la troisième année, consacrée pour le reste essentiellement à la logique. En dépit de ces fluctuations, fruit des luttes d'influence au sein du corps professoral, Cambridge manifeste une prédilection réelle et originale pour les mathématiques.

Il convient surtout de relativiser la valeur des normes officielles et d'apporter des correctifs à une vision trop administrative des choses, du fait de la souplesse du système doctoral. En dehors du programme défini par les statuts, il est possible de proposer un cours extraordinaire ou supplémentaire, précisément pour répondre à une curiosité intellectuelle nouvelle. En Angleterre, on recourt aux *lectureships*, cours rémunérés grâce à une fondation particulière, dont le bénéficiaire est chargé en fonction de sa qualification, quel que soit son statut vis-à-vis de l'université. À Oxford, Thomas Linacre fonde des *lectureships* de mathématiques dès 1527 dans le cadre de la faculté de médecine [Fletcher 1977] ; le cardinal Wolsey a également fondé des *lectureships* de mathématiques avant d'instituer son Cardinal College.

L'existence des collèges multiplie d'ailleurs virtuellement les lieux d'enseignement au sein des universités. Fondés par de généreux bienfaiteurs (dignitaires ecclésiastiques, serviteurs du pouvoir royal) pour héberger des étudiants choisis sur des critères de revenus et d'origine géographique, les collèges accueillent d'autres pensionnaires, payants — on sait l'expansion considérable de la population étudiante dans la première moitié du XVI[e] siècle. Pour attirer et retenir ces élèves précieux, les dirigeants des collèges cherchent à assurer l'enseignement (ou exercice) dans leurs murs : ils y développent les études de grammaire préparatoires à l'entrée dans la faculté des arts et invitent les maîtres ès arts à venir y faire leur cours d'arts, mettant éventuellement en concurrence les maîtres nouvellement promus pour engager le meilleur. Le fondateur d'un collège a pu d'ailleurs instituer tel ou tel enseignement. Le fait semble rare s'agissant des mathématiques, mais mérite d'être relevé. À Paris, le collège de Maître Gervais, fondé en 1378 par le médecin du roi Charles V, dispose de bourses pour deux « lecteurs » qui sont censés « lire en sciences mathématiques, à savoir les livres du *quadrivium* des arts libéraux autorisés par les lois de l'Eglise et non réprouvés par l'université de Paris »[2]. Trois collèges de Cambridge (Jesus, Queen's, St John's) ont également un enseignement de mathématiques prévu dans les statuts. Un collège peut proposer des cours extraordinaires ou *lectureships* en dehors des heures normales de classe,

[2] Statuts publiés par P. Féret, *La faculté de théologie et ses docteurs les plus célèbres au Moyen Âge*, 1894–1897, t. 3, p. 632–662. Ce collège, qui n'a malheuresusement pas été étudié, a des liens très étroits avec la chaire du Collège Royal : Oronce Finé et Guillaume Postel ont été détenteurs de ces bourses et Gilles de Roberval logeait au collège.

de façon que tous ceux qui y logent puissent y assister. C'est ainsi qu'à Cambridge, deux *lectureships* (une d'arithmétique, une de géométrie) sont fondées en 1573 à Queen's college.

UNIVERSITÉS ET COLLÈGES

Expansion des lieux d'enseignement

Institutionnellement, le XVI^e siècle est marqué par l'expansion des lieux d'enseignement des arts. Cette expansion, débordant de part et d'autre le siècle proprement dit, ne s'affaiblit pas avant la seconde moitié du XVII^e siècle. On assiste d'abord à la multiplication des universités [Frijhoff 1996]. Avant 1300, seules quinze universités existent en Europe, et ces quinze vont garder une importance prépondérante[3] : on en compte cinq en France, cinq dans la péninsule italienne, les deux anglaises (qui resteront les seules jusqu'au XIX^e siècle), deux espagnoles et une portugaise, mais aucune sur le territoire de l'Empire. La période 1300–1520 ajoute soixante nouvelles universités : les anciens pôles géographiques sont renforcés, mais l'Empire et l'Europe orientale où les universités sont désormais présentes en vingt-cinq sites bénéficient de l'extension géographique du mouvement de création[4]. À partir de 1520, le facteur confessionnel ajoute un élément de concurrence qui stimule les fondations. Au cours de la période 1520–1600, quarante-neuf nouvelles universités voient le jour : les universités luthériennes se renforcent et on voit apparaître les académies calvinistes.

Toutes les institutions créées à partir du XIV^e siècle se réfèrent au modèle professoral. On assiste indéniablement, sur le long terme, à l'affirmation de l'autonomie du professeur par rapport à une conception collective de l'enseignement. La généralisation des chaires induit en effet la spécialisation du professeur, d'abord reconnue dans les nouveaux savoirs (grec, langues orientales), puis étendue progressivement à toutes les disciplines. Dans les universités doctorales à l'origine, le modèle professoral s'impose par plusieurs biais. La fondation de chaires spécifiques est le plus

[3] Angers, Bologne, Cambridge, Lisbonne, Montpellier, Naples, Orléans, Oxford, Padoue, Paris, Salamanque, Salerne, Sienne, Toulouse, Valladolid.

[4] Budapest, Cologne, Cracovie, Dole, Erfurt, Heidelberg, Leipzig, Louvain, Prague, Rostock, Vienne, Wurzbourg, de 1300 à 1450 ; Bâle, Copenhague, Frankfort-Oder, Fribourg-Brisgau, Greifswald, Ingolstadt, Mayence, Bratislava, Trèves, Tubingen, Upsala, Wittenberg, Zamosc de 1450 à 1520.

direct. Mais, de façon plus lente et insidieuse, les dispenses d'enseigner se multiplient en faveur des maîtres nouvellement gradués. L'accaparement de l'enseignement par les collèges y introduit *de facto* le système des chaires, dans la mesure où le nombre des collèges d'exercice tend à se stabiliser. L'organisation doctorale laisse cependant des traces : les professeurs continuent d'assurer l'ensemble du cycle des études et tout maître nouvellement gradué peut toujours se faire attribuer une salle par la faculté ou par un collège s'il veut enseigner.

Le dénombrement des lieux où les mathématiques sont enseignées dans la première moitié du XVII[e] siècle doit logiquement commencer par l'inventaire des chaires qui leur sont spécifiquement consacrées. L'exercice est facile dans le cas des universités doctorales puisque la fondation de la chaire se superpose ostensiblement au système en place. À Paris, les chaires sont fondées par le roi dans un cadre résolument neuf qui les extrait complètement de la graduation, donc des contraintes de programme : le Collège Royal. La première chaire de mathématiques y est occupée à partir de 1532 par Oronce Finé. Une seconde chaire de mathématiques est fondée par Pierre Ramus. Les premières chaires (*professorships*) scientifiques sont fondées à Oxford en 1619 par Henry Savile, principal de Merton College de 1585 à 1621 (*Savilian Professorships of Geometry and Astronomy*). Cambridge n'a pas de chaire de mathématiques fondée avant 1663. Mais, à la différence de leurs homologues français, les collèges des universités anglaises peuvent rémunérer des professeurs sur leurs fonds propres (*fellows*) : un lecteur de mathématiques est ainsi rémunéré à Christ Church College à Oxford en 1552 [McConica 1986, p. 36–37].

L'inventaire devrait se poursuivre avec les chaires spécifiques de mathématiques dans les universités professorales. Ce travail de recensement n'a malheureusement pas encore été réalisé. L'Empire est considéré comme « le saint asile des mathématiques » par Pierre Ramus dans ses *Scholae mathematicae* en 1569. Il recense lui-même huit chaires spécifiques (Louvain, Ingolstadt, Tübingen, Bâle, Fribourg, Genève, Leipzig, Strasbourg) [Hooykaas 1958]. Philippe Melanchthon, animateur du réseau universitaire luthérien, favorise le développement des mathématiques, à commencer par Wittenberg, université créée en 1502, devenue deux décennies plus tard un phare luthérien. Dans les universités professorales d'ancienne fondation, de nouvelles chaires peuvent apparaître : une chaire de mathématiques pratiques (*ad paraxim mathematicam*) est ainsi créée à Bologne en 1554.

Mais l'enseignement des mathématiques ne se réduit pas aux universités. Les collèges commencent, à partir de la décennie 1530, à s'organiser dans les villes non universitaires, jusque là dotées de simples écoles de grammaire. Les municipalités élisent l'une d'entre elles comme objet d'investissement pour y prolonger le cursus en la conformant au modèle du collège développé dans les universités et tout particulièrement à Paris. Ces collèges urbains connaissent une expansion considérable dans la seconde moitié du XVI^e siècle. Dans un contexte de luttes confessionnelles, le collège devient le principal lieu stratégique pour conforter la confession qui est majoritaire dans une ville, ou plutôt au sein du conseil municipal. Les plus militants de la fidélité catholique agissent pour remettre le collège local à la Compagnie de Jésus, née en 1540. S'ajoutent, dans chaque camp, et pour les mêmes raisons de politique religieuse, des établissements créés par fondation privée.

Les mathématiques sont désormais potentiellement enseignées là où il y a un cours de philosophie, terme par lequel on désigne plus volontiers l'enseignement correspondant au programme des facultés des arts. Les réformes de ces facultés au cours du XVI^e siècle ont abouti à la réduction de la durée du cycle : au lieu d'être de quatre ans au minimum, il est de deux à trois ans. La réduction s'est faite au détriment de la logique, qui prenait le temps le plus long du cycle. Les mathématiques, qui gardent la même définition, gagnent en proportion. Si la dotation d'un collège urbain est suffisante, il assure un enseignement philosophique, incluant donc virtuellement les mathématiques. Les frontières sont désormais brouillées avec les universités puisque l'enseignement philosophique que les collèges assurent a le même contenu que celui des facultés des arts. La différence entre les uns et les autres réside dans la délivrance des grades, critère purement administratif. Certains collèges jésuites ont d'ailleurs le statut d'université (Messine, Pont-à-Mousson, Tournon). Les collèges peuvent également disposer de chaires spécifiques : dès sa création en 1538, le gymnase (nom que prend dans la sphère luthérienne l'établissement appelé ailleurs collège) de Strasbourg est doté d'une chaire de mathématiques, avant même qu'il n'acquière, en 1566, le statut d'université. On peut rappeler en revanche que, parmi les collèges jésuites, ni le collège romain ni le collège de Clermont à Paris ne sont des collèges universitaires.

Les mathématiques dans le cycle de philosophie

Vers le milieu du XVII^e^ siècle, la plupart des grandes villes sont dotées d'un établissement où est enseignée la philosophie, même parfois la théologie. Il faudrait donc y repérer les professeurs qui enseignaient les mathématiques, sachant qu'ils pouvaient le faire même si l'établissement ne disposait pas d'une classe ou d'une chaire qui leur fût spécifiquement dédiée.

L'enquête est possible dans les collèges jésuites grâce à l'existence des catalogues, conservés aux archives romaines de la Compagnie, qui donnent, année par année et établissement par établissement, l'identité de tous les membres présents et les fonctions dont chacun est chargé. On peut donc relever ceux que le catalogue indique comme enseignant les mathématiques. Ce recensement a été fait sur l'ensemble de la période moderne par le Père François de Dainville pour les collèges français et le travail a été repris et affiné dans la thèse d'Antonella Romano qui a précisé, dans chaque site, à la charnière des XVI^e^ et XVII^e^ siècles, la formation reçue par le professeur en question et l'enseignement réellement dispensé [Romano 1999].

Son étude permet d'illustrer, avec des exemples, la diversité des situations dans les collèges jésuites français dans la seconde moitié du XVI^e^ siècle. Prenons d'abord Toulouse : d'une année sur l'autre, les mathématiques sont présentes ou absentes suivant que l'un des professeurs de philosophie en poste en insère ou non des leçons dans son cours. Cette incertitude représente sans doute le cas le plus fréquent. À Bordeaux, une rivalité confessionnelle extrêmement vive oppose le vieux et célèbre collège de Guyenne, séculier voire protestant, qui dispose depuis 1586 d'une chaire de mathématiques, au collège jésuite de la Madeleine, ouvert en 1572, et fermé autoritairement de 1589 à 1603 [Compère et Julia 1984, p. 141–156]. Lors de sa réouverture, le professeur de philosophie Antoine Jordan qui a été choisi pour son expérience pédagogique, non seulement aborde les mathématiques dans son cours, mais intègre même des éléments d'enseignement du collège rival, comme s'il s'était créé une véritable tradition locale à laquelle on ne pouvait échapper. À Tournon, où les jésuites enseignent à partir de 1561, à Paris, où ils le font à partir de 1564, le cours du professeur de philosophie s'empreint progressivement de mathématiques : sans disposer de documents précis là-dessus, on peut déduire ce renforcement de témoignages et du fait que des professeurs ont reçu une formation spécifique en mathématiques. L'enseignement est brutalement interrompu à Paris dont les jésuites sont expulsés en 1595. Les professeurs se réfugient à Pont-à-Mousson, université jésuite érigée en 1572, et donnent un nouvel essor à l'enseignement des mathématiques qui y avait été assuré dès l'origine. Tournon reste ouvert de 1595 à 1603 alors que les jésuites, expulsés de Lyon, s'y replient pour une part d'entre eux : l'enseignement des mathématiques s'y trouve, là aussi, conforté ; on sait que Peiresc y a alors séjourné.

La diversité révélée par la recherche recouvre des spécificités propres à l'histoire jésuite, mais partout à l'époque l'enseignement des mathématiques connaît les mêmes inégalités d'un site à l'autre. Il ne faudrait pas croire, d'ailleurs, que la Compagnie de Jésus ait une expérience analogue dans tous les pays où elle s'est implantée. Dans certains, il semble bien que les collèges jésuites n'ont pas du tout assuré d'enseignement mathématique. C'est le cas, semble-t-il, en Espagne, où le réseau jésuite est tout aussi dense qu'en France. Malheureusement on ne dispose pas d'autre enquête d'une certaine ampleur géographique. L'étude portant sur les collèges jésuites révèle le rapport complexe qui s'établit entre la définition officielle de la chaire ou de la classe et l'enseignement effectivement donné. On a tout lieu de croire que ce rapport était analogue dans d'autres réseaux, par exemple les universités luthériennes ou les académies calvinistes. Au-delà de l'existence d'une chaire, l'enseignement mathématique apparaît fragile, dépendant des circonstances locales et, surtout, de la compétence des professeurs titulaires des classes de philosophie.

L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Cours et répétitions

Un historien étranger aux mathématiques peut difficilement rendre compte du contenu de l'enseignement. On se contentera ici de faire une simple analyse externe des leçons annoncées, en les confrontant aux cours réellement pris sous la dictée pour essayer d'atteindre les pratiques pédagogiques. Comme il affectait les formes institutionnelles, le legs des siècles antérieurs affecte également le mode de l'enseignement : l'unité est la leçon, c'est-à-dire la lecture commentée d'un texte faisant autorité. Chacune des disciplines du *quadrivium* correspond à un ou plusieurs textes, remontant à l'Antiquité, qui servent de fondement à la lecture annoncée dans les statuts universitaires ou sur l'affiche du programme. En musique, le livre de référence est un traité de Boèce. La géométrie se réclame partout des *Éléments* d'Euclide. Le livre de base de la leçon d'astronomie est un traité de la sphère, fondé sur l'œuvre de Ptolémée. Mais chaque génération de professeurs a réédité et transformé les mêmes textes. On peut même dire que, plutôt que par disciplines ou sous disciplines, c'est en textes à lire que se définissent les contenus d'enseignement et qu'ils se distinguent les uns par rapport aux autres. Un titre (en particulier la *Sphère*) devient lui-même un terme générique, une discipline scolaire à part entière. Sacrobosco, auteur du XII^e^ siècle, est l'auteur le plus souvent cité, mais on trouve aussi des auteurs plus récents, et jusqu'aux contemporains, comme Peuerbach et Oronce Finé.

Les textes choisis sont bien sûr révélateurs des positions personnelles du professeur, mais quels livres étaient à sa disposition ? La bibliothèque locale est marquée par la tradition imprimée par les prédécesseurs dans le même poste. Le professeur dispose aussi des cours qu'il a lui-même suivis quand il était étudiant. L'examen des cours effectivement produits révèle autant la relative liberté d'initiative des professeurs que les contraintes de leur documentation. Elie Vinet dont la carrière s'identifie au collège de Guyenne à Bordeaux où il demeure, avec seulement quelques interruptions, à partir de 1533 jusqu'à sa mort en 1587, comme principal du collège et professeur de mathématiques, y enseigne l'arithmétique d'après Psellus, auteur byzantin du XI^e^ siècle, qu'il a lui-même traduit en latin.

Seules la géométrie et l'astronomie font toujours partie des leçons, la musique très rarement ; l'arithmétique apparaît plus souvent que la musique, mais elle peut aussi ne pas figurer. Il faut dire que l'arithmétique, qui fait partie de l'apprentissage professionnel du marchand, a son propre réseau d'écoles en dehors des universités et des collèges. L'astronomie prend la plus grande place, la plus diversifiée aussi, à cause de l'ampleur de l'objet étudié, et surtout des interprétations que le professeur fait de son enseignement. On peut rappeler l'ambiguïté signalée en introduction sur les objets de l'enseignement mathématique. La notion d'astronomie est extensive : elle peut recouvrir l'optique, la mécanique, la géographie (description du globe terrestre), des traités sur les instruments de mesure et d'observation (astrolabe, cadrans solaires), chacune de ces sous-disciplines renvoyant au titre de l'ouvrage de référence. Les professeurs donnent libre cours à leur éclectisme. Boucher, par exemple, professeur à Paris en 1625, dont le cours témoigne d'un étroit conservatisme aristotélicien, fait cependant allusion aux phénomènes astronomiques observés dans les décennies précédentes, supernova de 1572 et comète de 1577 [Thorndike 1951]. Les débats sur l'héliocentrisme et leur résonance focalisent l'attention aujourd'hui. Antonella Romano s'étonne de trouver dans un cours du jésuite Antoine Jordin à l'aube du XVII^e siècle une allusion tout à fait sereine à l'œuvre de Copernic. L'obscurité de la plupart des professeurs leur épargnait le soupçon d'hérésie.

Compte tenu de l'insertion des mathématiques dans le cours de philosophie, le professeur peut se fonder essentiellement sur les livres d'Aristote (traité du ciel, météorologiques, *parva naturalia*). Dans cette orientation philosophique, il peut aller jusqu'à abolir tout caractère proprement mathématique à un cours, en dépit de son intitulé. C'est la raison principale de l'opposition de Ramus à la nomination de Jacques Charpentier à la chaire de mathématiques du Collège royal. Pour Ramus, tout cours de mathématiques doit se mouler dans une structure préétablie, commencer par l'arithmétique, continuer par la géométrie, et finir par l'astronomie, qu'il appelle astrologie (la musique n'est pas mentionnée) : « En la mathématique, l'ordre y est non seulement profitable et utile, ains totalement nécessaire. [...] L'astrologie [...] ne se peut ni concevoir ni démontrer sans l'arithmétique et géométrie, car l'astrologie n'est autre chose qu'arithmétique à nombrer les degrés, minutes et toutes autres parties ès mouvements des corps célestes, ce n'est autre chose que géométrie à mesurer les triangles, les cercles, les sphères et toutes figures y étant, et ainsi des autres disciplines mathématiques »[5]. Charpentier a certes des références en rhétorique et en philosophie, mais n'étant pas mathématicien, il doit être rejeté. « Je remontre que ce n'était point ici la cause de Ctésiphon, ni de Milon, qu'il fallût employer l'éloquence de

[5] Extrait de la remontrance faite par Pierre de La Ramée au Conseil privé [...] le 18 janvier 1567 au sujet de la charge de professeur de mathématiques, publié dans Dom Michel Félibien et Dom Guy-Alexis Lobineau, *Histoire de la ville de Paris* [...], Paris, 1725, t. 3, p. 695.

Démosthène ni Cicéron, c'était une question pythagoricienne qui voulait être traitée en silence avec un crayon et une table, avec une règle et un compas »[6].

Cette dernière remarque pointe l'originalité de l'enseignement des mathématiques, qui ne saurait se limiter à la leçon. Les traces conservées privilégient cette leçon, mais il faut suppléer par l'imagination aux lacunes documentaires. A partir d'indices infimes, il faudrait reconstituer les exercices mutuels qui complétaient le cours du professeur, au-delà de la lecture commentée du texte annoncé : questions disputées à la manière scolastique, démonstrations et problèmes. Dans les portraits destinés à diffuser leur image, les professeurs ont à cœur de se faire représenter à proximité d'une sphère, avec, à portée de main, la règle, l'équerre et le compas. Sur quel support se font ces démonstrations ? Le tableau, sur lequel on écrit à la craie, est-il déjà inventé (Ramus parle de « table ») ? À propos des *lectureships* fondées au Queen's College de Cambridge, en 1573, Mordechai Feingold parle de figures géométriques dessinées sur le sable.

Comme pour les autres disciplines universitaires, l'enseignement public se prolonge dans des lieux privés selon des modalités qui échappent aussi en grande partie à l'historien, une activité de ce type n'étant atteignable que par des témoignages exceptionnellement conservés. Bruno Amerbach, l'aîné de la célèbre famille des éditeurs bâlois, arrive à Paris en mai 1501 pour entamer son cursus des arts et réside au collège de Sainte Barbe ; il indique à son père le sujet des répétitions que son pédagogue, lui-même en fin de *cursus ès arts*, lui fait suivre les premiers mois de son séjour : « il nous fait réviser (*resumit*) dans notre chambre, d'une part, les jours de congé, la rhétorique et l'arithmétique pratique, qu'on appelle vulgairement l'algorisme, d'autre part, les jours ordinaires, un point de logique »[7]. Les comptes de deux étudiants d'Oxford, Richard et Mathew Carsew, tenus au cours de l'année 1572, révèlent l'achat d'un compas et la participation à des exercices de mathématiques entre un trimestre de rhétorique et un de philosophie [Kearney 1970]. De tels témoignages sont précieux, mais

---

[6] *Ibid.*, p. 696.

[7] *Die Amerbach Korrespondenz* (im Auftrag der Kommission für die öffentliche Bibliothek der Universität Basel), Alfred Hartmann éd., vol. 1, 1481–1513, Bâle, 1942, lettre n° 158, p. 145.

ils ne donnent malheureusement que des éclairages ponctuels.

Spécificité de la profession mathématique

Enseigner les mathématiques requiert-il une formation spécifique ? La question apparaît comme la clé principale de l'enseignement. La faible qualification des professeurs ne semble pas toujours avoir constitué un obstacle à l'époque pour leur confier un cours. La tradition doctorale répugnait tout particulièrement à la spécialisation. On peut d'ailleurs remarquer la part de l'autodidaxie dans les biographies des professeurs qui en ont fait l'objet, donc des plus célèbres, comme Clavius ou Ramus.

Ces derniers en tout cas, et avec eux tous ceux qui avaient à cœur le développement des mathématiques, ont eu le souci de la formation des maîtres. On peut observer que leur stratégie commune a consisté à animer des groupes plus ou moins informels, proches des séminaires de recherche actuels, et les ont associés à la production de manuels. Pensons, par exemple, au « Melanchthon Circle » qui réunit à Wittenberg dans les années 1540-1550, sous l'autorité de Melanchthon, des mathématiciens comme Erasmus Rheinhold, Georg Joachim Rheticus et Caspar Peucer [Westman 1975]. Dans les mêmes décennies, se trouvaient ensemble au collège de Presles, sous l'autorité de Pierre Ramus, Frédéric Reisner, le disciple chéri, Jean Pena, mort prématurément en 1558 après avoir occupé une chaire au Collège Royal, et Pierre Forcadel, qui occupera lui aussi une chaire au Collège Royal. Christoph Clavius, professeur de mathématiques au collège romain de 1563 à 1611, rédacteur des paragraphes concernant l'enseignement des mathématiques dans la *Ratio studiorum*, revendique explicitement une institution de ce genre, qu'il appelle « académie », pour former les professeurs de mathématiques dans la Compagnie de Jésus. Il préside au collège romain celle qui a formé la première génération des professeurs jésuites. Une attention précise aux listes des personnels jésuites a permis à Antonella Romano de constater qu'à Pont-à- Mousson, le refuge des professeurs parisiens évoqué plus haut avait permis à Jean Chastelier d'animer un pôle analogue de formation et de recherche. Ces groupes informels réunissant des pairs et assurant la formation du futur professeur représentent la plus volontariste et la plus exigeante scientifiquement des formes institutionnelles qui se développent en marge de l'enseignement universitaire.

Si, en amont de l'enseignement, la formation des maîtres ne peut se satisfaire des programmes communs d'études, en aval, la qualité des étudiants tranche de façon analogue sur le gros des contingents étudiants. Les mathématiques forment une discipline prisée dans un certain nombre de milieux sociaux, précisément réfractaires à l'éducation classique et universitaire. Leur usage courtisan et militaire les fait apprécier des princes et aristocrates, qui confient volontiers leur fils à un précepteur mathématicien. Mais leur connaissance est aussi recherchée par une noblesse plus modeste, vouée au métier des armes. Cette clientèle, particulièrement visée par les jésuites dans leur souci de christianisation des élites, explique en partie l'effort tenté par la Compagnie en vue de l'enseignement des mathématiques.

Or, le grand inconnu de l'enseignement public des mathématiques demeure les étudiants ainsi que leur diversité de niveau et d'intérêt. On imagine difficilement que les professeurs aient pu s'abstraire de leur public, de ses attentes, de ses capacités. On a vu qu'un certain nombre de professeurs justifiaient leur activité par leur utilité auprès des gens de métier. Il ne faudrait pas écarter cet auditoire potentiel. On n'observe pas d'ailleurs de solution de continuité dans la production de professeurs universitaires depuis les questions purement spéculatives jusqu'aux mathématiques dites mixtes, qui débouchent sur une application. Au cours de ses années de professorat à Padoue, Galilée publie des traités sur des questions pratiques (fortification, compas, cosmographie) qui suggèrent qu'il s'adonnait parallèlement à un enseignement professionnel. Dans le même sens, les mathématiciens publient aussi bien leurs textes en langue vulgaire qu'en latin pour être lus en dehors des cercles lettrés.

Cette dernière réflexion mène au-delà de l'enseignement. Au cours du XVI^e siècle, les mathématiciens (*mathematici*) forment un groupe professionnel bien identifié, qui recouvre partiellement celui des professeurs [Biagioli 1989]. Parmi de grands universitaires, on trouve des constructeurs d'instruments : Finé a conçu la fameuse horloge astronomique aujourd'hui conservée à la bibliothèque Sainte Geneviève, Conrad Dasypodius, premier titulaire de la chaire de mathématiques du gymnase de Strasbourg, celle de la cathédrale ; le dominicain Ignazio Danti (1536–1586), qui enseigne les mathématiques à Florence et à Bologne, manifeste une polyvalence professionnelle remarquable : ingénieur chargé de reconstruire le pont de Fiumicino, astronome spécialiste du calendrier, cartographe au service de la papauté. Dans la diversité de ses réalisations, Galilée n'est pas exceptionnel.

Parmi les professeurs, la spécificité des mathématiciens tient essentiellement à cette dualité professionnelle. Ils pouvaient s'engager parallèlement dans une voie technique, à titre d'ingénieurs. En une période de guerre — et le XVI^e siècle n'a pas été particulièrement pacifique — les rois et les princes les engageaient pour des études très concrètes en matière de balistique, d'artillerie, de fortification. Certaines cours princières gageaient des astronomes attitrés [Westman 1980]. L'enseignement représente la seconde voie de spécialisation. Dans ce cas, les mathématiques peuvent n'être qu'une des disciplines enseignées par un individu, qui peut en enseigner d'autres : la philosophie au premier chef, mais aussi la médecine, la langue grecque, voire la théologie.

Les informations rassemblées dans cette note permettent en conclusion d'analyser plus finement la correspondance, posée comme nécessaire en introduction, entre l'avènement de la « révolution scientifique » et l'importance de l'enseignement des mathématiques. Cet enseignement se calque, dans une certaine proportion, sur les lieux où s'enseignent les arts libéraux, d'abord au sein des universités, puis dans les collèges urbains. Ces institutions connaissant une expansion considérable au cours du XVI^e siècle, les mathématiques sont virtuellement appelées à un développement analogue.

Mais son caractère marginal, optionnel, dans le programme des études le rend fragile. Pour s'affirmer dans sa spécificité, il lui faut des conditions propices : le climat intellectuel général, la tradition culturelle locale, la présence d'étudiants intéressés, le besoin de milieux professionnels, autant de facteurs incitatifs, mais non garantis dans le temps. La permanence de cet enseignement se heurte surtout à la diversité de niveaux des maîtres dont la formation poussée n'est pas parvenu à s'institutionnaliser. Cette préjudiciable dépendance vis-à-vis de la conjoncture explique la diversité des appréciations sur l'importance de l'enseignement mathématique au cours de la période.

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie présentée ici rassemble des études qui traitent de la question de façon générale et sont elles-mêmes susceptibles de servir de guide bibliographique pour approfondir tel ou tel point.

Biagioli (Mario)

[1989] The Social Status of Italian Mathematicians, 1450–1600, *History of Science*, 27 (1989), p. 41–95.

Baldini (Ugo)

[1992] *Legem impone subactis. Studi su filosofia e scienza dei gesuiti in Italia 1540–1632*, Rome : Bulzoni editore, 1992.

Beaujouan (Guy)

[1954] L'enseignement des mathématiques à l'université de Paris aux XIII^{e} et XIV^{e} siècles, De l'abaque à l'algorisme, dans *Homenaje a Millàs-Vallicrosa*, Barcelone : C.S.I.C., Casa provincial de Caridad-Imprenta-Esuela, 1954, t. 1, p. 93–124.

Brizzi (Gian Carlo) & Verger (Jacques), (dir.)

[1995] *Le Università dell'Europa*, t. 6, *Le scuole e i maestri. L'età moderna*, Milan : Amilcare Pizzi, Riunione Adriatica di Sicurtà, 1995.

Caruggio (Adriano)

[1981] L'insegnamento della matematica all'Università di Padova prima e dopo Galileo, *Storia della cultura veneta*, vol. 4 : Dalla controriforma alla fine della Reppublica, t. 2, Vicence : N. Pozza, 1981, p. 151–199.

Compère (Marie-Madeleine)

[1995] L'insegnamento della retorica e della lingua greca, dans [Brizzi & Verger 1995], p. 109–125.

Compère (Marie-Madeleine) & Julia (Dominique)

[1984] Les collèges français (XVI^{e}–XVIII^{e} siècles), Répertoire, t. 1, France du Midi, Paris : CNRS-INRP, 1984.

[1988] Les collèges français (XVI^{e}–XVIII^{e} siècles), Répertoire, t. 2, France du Nord et de l'Ouest, Paris : CNRS-INRP, 1988.

Dainville (François de)

[1940] *La géographie des humanistes*, Paris : Beauchesne, 1940 ; rééd. Slatkine reprints, Genève.

[1954] L'enseignement des mathématiques dans les collèges jésuites de France du XVI^{e} au XVIII^{e} siècle, *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 1954 ; rééd. *L'éducation des jésuites*, Paris : Éditions de Minuit, 1978, p. 323–354.

Feingold (Mordechai)

[1984] *The Mathematicians' apprenticeship. Science, University and Society in England, 1560–1640*, Cambridge : Cambridge University Press, 1984.

Fletcher (John M.)

[1977] Linacre's Lands and Lectureships, dans Madison (F.), Pelling (M.), Webster (C.), éd., *Essays on the Life and Work of Thomas Linacre, c. 1460–1524*, Oxford : Clarendon Press, 1977.

Florez Miguel (Cirilo), Garcia Castillo (Pablo), Albares Albares (Roberto)

[1988] *El humanismo cientifico*, Salamanque : Caja de Ahorros y Monte di Piedad, 1988.

FRIJHOFF (Willem)

[1996] Patterns, dans Rüegg (W.), éd., *A History of the University in Europe*, Vol. II, *Universities in Early Modern Europe (1500–1800)*, Cambridge-New York : Cambridge University Press, 1996, p. 43–106.

GATTO (Romano)

[1994] *Tra scienza e immaginazione. Le matematiche presso il collegio gesuitico napoletano (1552–1670 ca.)*, Florence : Leo S. Olschki, 1994.

[1996] L'insegnamento delle nuove scienze nei collegi gesuitici italiani, *Annali di storia dell'educazione e delle istituzioni scolastice*, 3 (1996), p. 53–71.

GIARD (Luce)

[1997] Sur le cycle des 'artes' à la Renaissance, dans Weijers (O.), Holtz (L.), éd., *L'enseignement des disciplines à la faculté des arts*, (Paris et Oxford, XIII^{e}–XV^{e} siècles), Tunhout : Brepols, 1997, p. 511–538.

GILLE (Bertrand)

[1964] *Les ingénieurs à la Renaissance*, 1^{e} éd., Paris : 1964.

GRANT (Edward) & MURDOCH (John E.), éd.

[1987] *Mathematics and its Applications to Science and Natural Philosophy in the Middle Ages*, Cambridge-New York : Cambridge University Press, 1987.

GRÖSSING (Helmuth)

[1983] *Humanistische Naturwissenschaft. Zur Geschichte der Wiener mathematischen Schulen des 15. und 16. Jahrhunderts*, Baden-Baden : V. Koerner, 1983.

GÜNTHER (Siegmund)

[1887] *Geschichte des mathematischen Unterrichts im deutschen Mittelalter bis zum Jahr 1525*, Berlin : A. Hofmann, 1887 (collection des *Monumenta Germaniae Paedagogica*, 24 (3)).

HOOYKAAS (René)

[1958] *Humanisme, science et Réforme. Pierre de la Ramée (1515–1572)*, Leyde : Brill, 1958.

KEARNEY (Hugh F.)

[1970] *Scholars and Gentlemen : University and Society in Pre-industrial Britain, 1500–1700*, Londres : Faber, 1970.

KIBRE (Pearl)

[1978] Arts and Medicine in the Universities of the Later Middle Ages, dans Ijsewijn (J.), Paquet (J.), éd., *The Universities in the Late Middle Ages*, Leuven : Leuven University Press, 1978, p. 213–227.

KRAYER (Albert)

[1991] *Mathematik im Studienplan der Jesuiten : die Vorlesung von Otto Cattenius an der Universität Mainz, 1610–1611*, Stuttgart : F. Steiner, 1991.

LEADER (Damian R.)

[1988] *The University to 1546*, vol. 1 de Brooke (Chr.), éd., *A History of the University of Cambridge*, Cambridge : Cambridge University Press, 1988.

MARGOLIN (Jean-Claude)

[1976] L'enseignement des mathématiques en France, 1540–1570, dans Sharrat (P.), Charles de Bovelles, Finé, Peletier, Ramus, éd., *French Renaissance Studies, 1540–1570 : Humanism and the Encyclopedia*, Edimbourg, 1976, p. 109–155.

MCCONICA (James)

[1986] The Collegiate University, vol. III de Ashton (T.H.), éd., *The History of the University of Oxford*, Oxford : Clarendon Press, 1986.

North (John D.)

[1989] *The Universal Frame : Historical Essays in Astronomy, Natural Philosophy and Cosmology*, Londres : Hambledon, 1989.

[1993] Astronomy and Mathematics, dans Catto (J.I.) and Evans (R.), éd., *Late Medieval Oxford*, London : Clarendon Press, 1993 (*The History of the University of Oxford*, II), p. 65–174.

Romano (Antonella)

[1999] *La Contre-Réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique jésuite à la Renaissance (1540–1640)*, Rome : École française de Rome, 1999 (Bibliothèque des Écoles françaises d'Athènes et de Rome, fasc. 306).

Rose (Paul L.)

[1975] *The Italian Renaissance of Mathematics. Studies on Humanists and Mathematics from Petrarch to Galileo*, Genève : Droz, 1975 (Travaux d'humanisme et Renaissance 145).

Schmitt (Charles B.)

[1972] The Faculty of Arts at Pisa at the Time of Galileo, Physis, *Rivista internazionale di storia della scienza*, 14 (1972), p. 243–272.

Shapin (Steven)

[1993] A Scholar and a Gentleman : the Problematic Identity of Scientific Practitioner in Early Modern England, *History of Science*, 29 (1991–1993), p. 279–327.

Simeoni (Luigi) & Sorbelli (Albano)

[1940] *Storia della Università di Bologna*, 2 t., 1940 (nouv. éd. Bologne : A. Forni, 1988).

Thorndike (Lynn).

[1951] The cursus philosophicus before Descartes, *Archives internationales d'histoire des sciences*, 14 (1951), p. 16–24.

Westman (Robert S.)

[1975] The Melanchthon Circle, Rheticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory, *Isis*, 66 (1975), p. 165–193.

[1980] The Astronomer's Role in the Sixteenth Century : a Preliminary Study, *History of Science*, 18 (1980), p. 105–147.