

NOTES & DÉBATS

LES CADRES INSTITUTIONNELS DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU XVI^E 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 XVI^e 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 XIV^e au XVII^e 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' instruction. 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, professionnalisation.

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 XVI^e 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 susceptibles 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