HISTOIRE DES SCIENCES

Sharaf al-Dīn AL-ṬUSI, *Œuvres mathématiques. Algèbre et géométrie au XI^e siècle*. T. I et II. Texte établi et trad. par Roshdi RASHED. Paris, Les Belles Lettres, 1986. 16 × 24, CXCI-129 p.- XXXVI et CXLI-166 p.

Il s'agit de la première édition critique d'une œuvre méconnue et qui apparaît cependant comme l'une des plus importantes de l'histoire des mathématiques entre l'Antiquité grecque et les travaux de Descartes et Fermat. Cette publication prend place dans une recherche menée par Roshdi Rashed depuis une vingtaine d'années et dont les résultats ont substantiellement enrichi notre connaissance des mathématiques arabes¹⁹ et de leur place dans l'histoire. Ces travaux ont porté, d'une part, sur l'élargissement des matériaux historiques disponibles : découverte, identification et traduction de manuscrits (signalons notamment la publication, d'après la version arabe, de quatre livres des *Arithmétiques* de Diophante perdus en grec²⁰); d'autre part, et simultanément, ils ont consisté à développer une analyse des grandes tendances des mathématiques arabes.

Par-delà les lacunes qui subsistent au niveau des matériaux, ou l'intérêt reconnu de tel auteur isolé, R. Rashed a dégagé la présence de véritables courants qui permettent de structurer ce champ historique. Ainsi, à partir du travail fondateur d'al-Khwārizmī qui, au IX^e siècle, constitue l'algèbre en une science théorique autonome, et de successeurs comme Abū Kāmil, se développent deux courants mathématiques distincts²¹. Le premier, avec notamment al-Karājī (fin X^e-début XI^e siècle) et al-Samaw'al (XI^e siècle), comprend les algébristes arithméticiens, dont les travaux se fondent sur un double mouvement d'arithmétisation de l'algèbre (développement, par exemple, d'une arithmétique des polynômes) et d'application de cette algèbre renouvelée à la théorie des nombres. Le second courant, celui des algébristes géomètres, inauguré par al-Khayyām (XI^e siècle), se

19. En réalité, l'expression commode « mathématiques arabes » représente mal la diversité des auteurs concernés ; il serait sans doute plus correct, mais plus lourd, de dire « mathématiques écrites en langue arabe ».

20. Voir DIOPHANTE, *Les Arithmétiques*, 2 vols, Paris, Les Belles Lettres, 1984.

21. Voir Roshdi RASHED, *Entre arithmétique et algèbre*, Paris, Les Belles Lettres, 1984. Ce livre rassemble les études de l'auteur parues entre 1972 et 1983 dans des revues spécialisées ; elles portent principalement sur le premier courant.

caractérise par la connexion établie entre l'étude des équations algébriques et celle des courbes géométriques. L'œuvre d'al-Kāshī (xv^e siècle), mieux connue des historiens, apparaît ainsi tributaire de ces nombreux travaux antérieurs.

C'est dans la seconde tradition que prend place, au xii^e siècle, l'œuvre d'al-Ṭūsī. Celle-ci se compose, pour l'essentiel, d'un *Traité sur les équations* qui se situe, en effet, dans la lignée du *Traité d'algèbre* d'al-Khayyām, édité au xix^e siècle par F. Woepcke. Le *Traité* d'al-Ṭūsī montre qu'al-Khayyām n'était pas un cas isolé mais l'initiateur d'une véritable tradition. Cette première édition critique du *Traité* a été rendue possible, d'une part, par la découverte en Inde d'une copie datant du xiii^e siècle d'une grande partie du texte dont on connaissait une version tardive située à Londres ; d'autre part, par un profond et patient travail sur le contenu mathématique du texte, qui a permis à R. Rashed de reconstituer les nombreux tableaux de calculs numériques supprimés par le copiste.

L'objet du *Traité* d'al-Ṭūsī est l'étude des équations algébriques de degré inférieur ou égal à trois. Après quelques préliminaires sur les sections coniques, il donne une classification intéressante des équations en vingt-cinq « problèmes » (toutes les grandeurs considérées étant positives). Au lieu que les équations de degré trois soient réparties de manière formelle en fonction du nombre de leurs termes, comme chez al-Khayyām, al-Ṭūsī établit une séparation entre les cas où les équations ont toujours une solution positive (problèmes 13 à 20), et ceux où elles peuvent ne pas en avoir (problèmes 21 à 25). Cela marque son intérêt pour le problème de l'existence des solutions. D'ailleurs, dans l'étude de chacun des vingt-cinq problèmes en question, la problématique d'al-Ṭūsī, en l'absence alors d'une résolution algébrique exacte, comporte deux volets : a) la démonstration de l'existence générale d'une solution ; b) le calcul numérique direct de la solution, développé sur des exemples.

La méthode de la partie a) consiste à utiliser une construction géométrique des racines ; plus précisément, la solution cherchée est interprétée comme abscisse du point d'intersection de deux coniques dont al-Ṭūsī montre qu'elles se coupent. Le point b) est obtenu grâce au développement d'un algorithme de calcul numérique approché très performant, dont R. Rashed montre qu'il s'apparente à la méthode dite de Ruffini-Horner (du nom de deux mathématiciens du début du xix^e siècle).

La démarche géométrique d'al-Ṭūsī apparaît particulièrement fructueuse dans le cas des problèmes 21 à 25, des équations du troisième degré qui n'ont pas toujours de solution (positive). Pour déterminer les conditions d'existence d'une solution, il est alors conduit à l'étude locale de maxima, dont la traduction algébrique fait apparaître le rôle de l'expression de la dérivée polynomiale. R. Rashed insiste beaucoup sur la nouveauté du style et des concepts qui émergent ainsi dans cette deuxième partie du *Traité* (même si la notion de dérivée n'est pas isolée comme telle) et souligne combien al-Ṭūsī apparaît alors proche de Fermat.

Dans les deux volumes, le lecteur trouvera, outre le texte original arabe et la traduction française en vis-à-vis, une transcription du *Traité* en langage géométrique moderne, des commentaires faisant ressortir sa portée algébrique ou analytique, un chapitre consacré au problème de la résolution numérique avec la reconstitution des tableaux perdus ainsi qu'une introduction historique générale situant matériellement et intellectuellement le texte d'al-Ṭūsī. L'ensemble

constitue une très belle édition, d'une grande qualité technique et scientifique, mariant heureusement l'érudition historique ou philologique et l'analyse théorique. Au niveau de la forme, il aurait cependant peut-être été plus pratique et plus clair que le texte original et la traduction soient regroupés dans un même volume, l'autre rassemblant la transcription et les commentaires (ce dernier ensemble, très précieux notamment pour faciliter l'accès au texte original, aurait sans doute gagné à être un peu allégé).

L'œuvre d'al-Ṭūsī ainsi restituée constitue une pièce importante dans la conception du statut des mathématiques arabes et de leur place dans l'histoire proposée par R. Rashed²². Les savants de langue arabe ont joué, certes, un rôle de conservation et de transmission de la science grecque. Mais, dès le IX^e siècle, ils en dépassent le cadre et développent un travail créateur non seulement au niveau des applications, mais au plan théorique. R. Rashed insiste sur la continuité entre les mathématiques arabes, dominantes entre le IX^e et le XV^e siècle, et les mathématiques européennes des XVI^e et XVII^e siècles. Il est ainsi amené à discuter la pertinence, en histoire des sciences exactes, de la coupure traditionnelle entre « médiéval » et « moderne » issue de l'histoire générale, et à proposer une nouvelle périodisation dans laquelle le champ des mathématiques classiques apparaît comme s'étendant du IX^e jusqu'au milieu du XVII^e siècle.

Ainsi R. Rashed peut-il récuser la notion d'une science « occidentale » identifiée à la science classique, non pas pour avancer celle d'une science « arabe » différente voire supérieure, mais, au contraire, dans le dessein de réinsérer celle-ci dans l'histoire de la science universelle : « la science écrite en arabe, dite à ce titre seulement science arabe, et dont les seuls héritiers légitimes sont ceux qui l'ont poursuivie et développée, n'est ni plus ni, certes, moins, qu'un moment, une étape de l'histoire, et doit être traitée comme telle si l'on ne veut ni s'égarer, ni égarer »²³.

Des questions restent bien sûr en partie ouvertes, par exemple : quelle est la part de la transmission et de la redécouverte dans l'articulation entre les mathématiques arabes et celles d'Europe occidentale ? Quel est le rôle exact joué, dans l'histoire des mathématiques classiques, par le symbolisme algébrique, absent de l'œuvre d'al-Ṭūsī, et dont l'usage va se développer à partir du XV^e siècle en Europe. On est ici aux frontières d'une recherche en cours ; une recherche qui, par-delà les spécialistes concernés, revêt, sans doute, une importance culturelle particulière.

Christian GILAIN.

22. Voir notamment : « La notion de science occidentale », in R. RASHED, *op. cit. supra* n. 3, p. 301-318 ; ID., « La périodisation des mathématiques classiques », *History and Technology*, vol. 4, 1987, p. 449-454.

23. R. RASHED, *op. cit. supra* n. 3, p. 13.

Gottfried Wilhelm LEIBNIZ, *Naissance du calcul différentiel*. 26 articles des *Acta Eruditorum*. Introd., trad. et notes par Marc PARMENTIER, préf. de Michel SERRES. Paris, Vrin, 1989. 13,5 × 21,5, 500 p., index, bibliogr. (« Mathesis »).

Cette publication met à notre portée les principaux articles qui, de 1682 à 1713, ont jalonné l'évolution de l'activité mathématique de Leibniz. On y lit, dans une traduction neuve, le déploiement d'une activité intellectuelle dans plusieurs directions. C'est, en effet, un Leibniz à la fois inventeur de solutions mathématiques et historien de sa propre pratique qui livre chaque fois un état différent de son parcours.

Faisant suite à la brillante et généreuse préface de Michel Serres (« L'invention algorithmique »), une longue introduction de Marc Parmentier, sous le titre générique de « L'optimisme mathématique », analyse avec précision la nature de l'activité d'invention mathématique de Leibniz. Cherchant à caractériser la logique mise en œuvre dans les articles rassemblés dans ce volume, Marc Parmentier met à jour le bouleversement introduit par Leibniz dans le rapport entre méthode et hasard, entre difficulté et facilité, entre fondements et pratique, dans la découverte en mathématique. Il nous est ainsi donné de constater la fécondité du renversement du rapport du simple au complexe que Leibniz opère par rapport à Descartes. Selon M. Parmentier, la démarche leibnizienne se caractérise par une certaine audace mêlée de pragmatisme dans la résolution de problèmes locaux. Cette attitude de jeune homme est liée dans la pratique à l'importance donnée à l'*occasion* : tant il est vrai qu'il ne s'agit pas tant pour Leibniz de livrer un système mathématique complet que de résoudre des problèmes.

M. Parmentier montre comment l'originalité de l'*ars inveniendi* leibnizienne débouche sur une conception nouvelle de la communauté scientifique, puisque aussi bien le pragmatisme va de pair chez Leibniz avec l'aspiration à une élaboration collective des solutions apportées aux problèmes mathématiques grands et petits.

La forme d'articles sous laquelle ces textes se présentent est tout à la fois conforme à la démarche mathématique de Leibniz et au type de communication scientifique, parfois houleuse, qui caractérise son temps. Chaque texte est accompagné d'un double commentaire : une notice introductive élucide les enjeux, rétablit les liens et reformule les problèmes, tandis qu'un abondant et diversifié appareil de notes apporte les précisions biographiques, bibliographiques ou historiques nécessaires, complétées de remarques philosophiques ou mathématiques qui ne sont jamais des redites par rapport à la notice.

Ce recueil d'articles permet donc de suivre *in concreto* le cheminement mathématique de Leibniz tout en apportant un éclairage documentaire et philosophique précieux sur les débats auxquels le philosophe fut mêlé, en particulier la querelle sur la priorité de la découverte du calcul différentiel qui l'opposa à Newton ou plus exactement à ses partisans. M. Parmentier réussit à faire comprendre que l'important est moins de savoir qui, des deux mathématiciens, a effectivement précédé l'autre, que de reconnaître dans cette controverse l'opposition de deux conceptions antagonistes de la découverte mathématique. Il montre aussi que la

notation adoptée par Leibniz, plus commode que celle de Newton, fut aussi plus féconde.

Mais ce sont toutes les dimensions de l'activité intellectuelle de Leibniz qui sont présentes dans ces textes, où l'on découvre avec grand intérêt l'importance que revêtait alors pour les plus grands esprits le lien entre mathématiques et métaphysique, entre science et théologie, par exemple autour de la question, omniprésente, de la *naturalité* des objets mathématiques.

On aura compris qu'à tous points de vue, tant par l'intérêt des textes rassemblés que par le soin et l'érudition apportés à leur présentation, l'ouvrage de M. Parmentier constitue d'ores et déjà une référence essentielle.

Jean-François BAILLON.

Mass, Zahl und Gewicht. Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung. Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel (Nr 60). Herausgegeben von Menso FOLKERTS, Eberhard KNOBLOCH und Karin REICH. Weinheim, VCH Verlagsgesellschaft, 1989. 21 × 26, 392 p., 220 ill. (« Acta humaniora »).

Faisant suite à une exposition consacrée, au cours de l'été 1989, à l'histoire des mathématiques et à leur rôle dans le développement des sciences, la très célèbre et très riche bibliothèque de Wolfenbüttel a publié un remarquable catalogue. Remarquable tout d'abord par la diversité et la qualité de l'iconographie, mais aussi par la présentation tant de chacun des ouvrages et de leurs auteurs que par les multiples mises en perspective permettant de mieux saisir l'intérêt présenté par tel ou tel livre dans le cadre de l'évolution des sciences mathématiques et de leurs applications.

Bien plus qu'un simple catalogue, cet ouvrage constitue donc tout à la fois une riche source documentaire pour les historiens des sciences et une passionnante introduction à l'histoire des mathématiques.

Michel BLAY.

- Christophe CHARLE, Éva TELKÈS, *Les Professeurs du Collège de France. Dictionnaire biographique (1901-1939)*. Paris, Institut national de la recherche pédagogique/Éd. du Centre national de la recherche scientifique, 1988. 15,5 × 24, 247 p. (« Histoire biographique de l'enseignement »).
- *Les Professeurs de la Faculté des sciences de Paris. Dictionnaire biographique (1901-1939)*. Paris, Institut national de la recherche pédagogique/Éd. du Centre national de la recherche scientifique, 1989. 15,5 × 24, 271 p. (« Histoire biographique de l'enseignement »).

Ces deux ouvrages constituent les troisième et quatrième volumes d'un très utile *Dictionnaire des universitaires français aux XIX^e et XX^e siècles*, déjà riche de deux volumes consacrés aux professeurs de la Faculté des lettres de Paris sur la période 1809-1939. L'art de la prosopographie s'y épanouit pleinement. Les notices ont toutes été établies de façon rigoureuse sur un modèle identique : date et lieu de naissance, date et lieu de décès, origines sociales, études, mariage, carrière, activités spécifiques, honneurs, principaux ouvrages, religion et opinion politique. Ces deux dernières rubriques sont nécessairement les plus hésitantes et parfois même les plus discutables. Il est évidemment malaisé de caractériser d'un mot une sensibilité politique, naturellement en constante évolution et souvent difficile à saisir. Il en va à peu près de même pour les options religieuses attribuées, qui ne correspondent pas toujours à la réalité des pratiques.

En dépit de ces réserves, tout académiques d'ailleurs, on ne peut que se féliciter de la publication de ces deux dictionnaires, chacun précédé d'une introduction dans laquelle les auteurs ont esquissé un usage possible de leur ouvrage, laissant heureusement l'essentiel du travail à de futurs chercheurs. Ils se contentent simplement de souligner quelques lignes de force ainsi que certains traits de différenciation qui distinguent entre eux les différents corps. Le recrutement du Collège de France se révèle être ainsi plus diversifié que celui de la Faculté des lettres de Paris. Il comprend quelques « miraculés sociaux » et se présente comme une sorte « d'instance de rattrapage pour les hérétiques non reconnus dans le système classique ». La Faculté des sciences de Paris, quant à elle, est encore socialement davantage ouverte. L'« hérédité » de ses membres y joue moins fortement qu'à la Faculté des lettres ou au Collège de France. Point commun, en revanche, des trois institutions universitaires : l'extrême polarisation parisienne.

Au-delà de ces premières analyses, il reste à poursuivre la recherche à partir de ce premier travail de collecte. La fiabilité de ces données épargnera bien des peines à tous ceux qui s'acharnent à comprendre les ressorts de l'histoire intellectuelle contemporaine.

Christophe PROCHASSON.