Mathesis, 36, 1922

ARCHIMÈDE. A PROPOS D'UN OUVRAGE RÉCENT. (1)

Il faut le répéter : pour faire de l'histoire des mathématiques, il est nécessaire de recourir aux sources elles-mêmes. Les meilleurs traités, telles les *Vorlesungen ueber Geschichte der Mathematik* de Cantor (2), par exemple, excellents, indispensables même comme introducteurs et comme guides, ne sauraient suppléer à l'étude directe des maîtres qui ont créé la science. Entre une histoire des mathématiques grecques par Hankel (3), par Zeuthen (4) ou par Cantor — je ne nomme que les meilleures — et la lecture des œuvres d'Euclide, d'Apollonius ou d'Archimède, il y aura toujours au moins autant de différence qu'entre un traité de rhétorique, si excellent qu'on le suppose, et la lecture d'une tragédie de Sophocle ou d'un discours de Démosthène.

Archimède est le plus personnel des grands géomètres de l'Hellade, dont nous possédons encore des ouvrages importants. Euclide qui le précède, Apollonius qui le suit se présentent à nous sous un autre jour. Les *Éléments* d'Euclide résument plusieurs siècles de tâtonnements. Ils furent précédés par beaucoup d'autres *Éléments*, dont ils conservent nettement la trace dans leur plan d'ensemble, et qu'ils firent peu à peu oublier par la supériorité de leur exécution. Même réflexion relativement aux *Coniques* d'Apollonius. Archimède, au contraire, ne nous a laissé que des mémoires originaux, dans lesquels il crée de toutes pièces les théories et les méthodes. Ces mémoires sont en outre d'inimitables modèles de composition et de style; mais à condition, bien entendu, de convenir qu'on s'en tiendra strictement aux moyens d'écriture et d'analyse dont on disposait alors.

J'insiste sur cette restriction qui est indispensable pour éviter les exagérations ou les malentendus.

Et tout d'abord, j'ai parlé des moyens d'écriture de cette époque. L'idée d'employer des lettres pour faire de l'algèbre eût été chez un Grec contemporain d'Archimède, fort peu naturelle. C'est que dans l'usage courant, chaque lettre de l'alphabet avait alors sa valeur numérique propre: $\alpha = 1$,

(1) *Les Œuvres complètes d'Archimède traduites du Grec en Français avec une Introduction et des Notes,* par PAUL VER EECKE, Ingénieur des Mines (A. I. Lg.), Inspecteur général du travail. Paris et Bruxelles, Desclée-De Brouwer, 1921. Un volume grand in-8° de LX et 553 pages.

(2) 3e édition, tome I, Leipzig, Teubner, 1907.

(3) *Geschichte der Mathematik in Alterthum und Mittelalter.* Leipzig, Teubner, 1874.

(4) Je fais principalement allusion à son *Histoire des Mathématiques dans l'Antiquité et au Moyen-Age,* traduite en français par JEAN MASCART. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

$\beta = 2$, etc. Si Archimède avait écrit une formule telle que celle-ci, $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\gamma}{\delta}$, elle aurait produit sur lui la même impression désagréable que si nous devions lire $\frac{1}{2} = \frac{3}{4}$ en attachant aux chiffres 1, 2, 3, 4, un sens conventionnel. Or attacher aux symboles et aux mots un sens conventionnel étranger à leur signification propre eût répugné profondément à l'esprit clair et rigoureux des Grecs.

Pour faire de l'algèbre ils se servaient, tantôt de figures, (mais ils avaient préalablement démontré leur existence et la possibilité de leur construction à l'aide des axiomes et des postulats fondamentaux), tantôt de petits segments de droite affectés d'indices. Euclide, par exemple, dans ses *Éléments*, emploie le premier procédé aux livres 2 et 5, le second aux livres 7 à 10.

L'*Analyse* d'Archimède est fort originale. Mais, on ne la connait bien que depuis 1907, date où M. Heiberg publia, dans *Hermes* (1), le texte grec du traité *De la Méthode* retrouvé dans le fameux palimpseste de Jérusalem. Inutile de dire, que les manuels d'histoire des mathématiques n'en parlent pas encore. Il me serait cependant difficile d'exposer clairement l'analyse du Syracusain en quelques lignes. J'observerai donc seulement qu'elle repose à la fois sur deux ordres de considérations différents : la théorie de l'équilibre du levier, dont nous avons encore la démonstration dans les deux livres *De l'Équilibre des plans*; la décomposition des surfaces et des volumes supposés parfaitement homogènes, respectivement en une somme infinie de lignes et de surfaces d'après un procédé analogue à celui qui fut renouvelé plus tard par Cavalieri.

On eut un moment de surprise. Que devenait la proverbiale rigueur du Syracusain? Mais l'étonnement fut de courte durée, car dès la première proposition du traité *De la Méthode* l'auteur se chargea lui-même de le dissiper. Dans cette proposition il recherche la quadrature du segment de parabole. Quand il l'a trouvée, il y ajoute cette remarque caractéristique :

« Ce que nous venons de dire ne démontre sans doute pas ce qui précède, mais donne jusqu'à un certain point l'idée que la conclusion est juste. C'est pourquoi, reconnaissant nous même que la conclusion n'est pas démontrée, mais ayant dans l'idée qu'elle est exacte, nous donnerons en son lieu la démonstration géométrique que nous avons trouvée et déjà publiée. »

Cette démonstration géométrique fait effectivement l'objet de la seconde partie du traité de la *Quadrature de la parabole* (prop. 18-24).

(1) Tome XLII, Berlin, Weidmann, 1907, pages 235-303. Une traduction allemande, avec un savant commentaire de M. ZEUTHEN, paraissait la même année dans la *Bibliotheca Mathematica*. 3e série. tome VII, Leipzig, Teubner, pages 321-363.

Outre ce moyen d'analyse qui lui était personnel, Archimède, il est superflu de le dire, en avait évidemment un autre dont il ne parle pas en termes exprès, parce que c'était le procédé de tous les géomètres de son temps. Ceux-ci dessinaient des figures et des épures; en un mot opéraient comme nous le faisons encore en géométrie élémentaire et en géométrie projective. Chasles, il est bon de le rappeler à ce propos, a démontré dans ses *Porismes d'Euclide* (1) que ce géomètre possédait la théorie du rapport anharmonique, et qu'il en appréciait la fécondité.

On le conçoit, tout ceci n'est guère de nature à faciliter une première lecture d'Archimède. Une autre difficulté, et ce n'est pas la moindre, vient s'y ajouter. Nous avons pris l'habitude de traduire tous nos raisonnements mathématiques en équations. Archimède, au contraire, raisonne exclusivement par transformations des proportions, qu'il manie d'ailleurs avec une virtuosité incomparable, mais fatigante à suivre pour nous, tant elle s'écarte de notre manière ordinaire de penser.

Voilà, en peu de mots, les moyens dont disposait Archimède et les défauts qui leur sont inhérents. Mais encore une fois si l'on convient de s'en tenir à ces moyens, il faut reconnaitre que l'illustre géomètre les manie en artiste incomparable. Toujours il a le mot juste. Jamais il ne laisse tomber de sa plume un raisonnement rendu obscur parce qu'il est entortillé. Toujours il va droit au but, avec une impeccable rigueur, sans se laisser un moment distraire en route par des remarques intéressantes, mais inutiles dans la chaîne du raisonnement.

Archimède, comme tous les maitres de la pensée grecque, ne saurait être apprécié à sa pleine valeur sans être lu dans la langue originale. La remarque est en général, peut-être encore plus vraie pour les géomètres de l'Hellade, que pour ses historiens, ses orateurs et ses poètes, auxquels on l'applique sans presque rencontrer de contradicteurs. C'est que la langue grecque a une limpidité et une souplesse unique pour exprimer les idées abstraites avec leurs nuances les plus délicates. Mais où trouver aujourd'hui les mathématiciens capables de lire Euclide, Apollonius ou Archimède en grec? Il faut bien leur offrir des traductions. Or ici surgit une difficulté. Comment convient-il de traduire Archimède? Est-ce littéralement ou en notations modernes? Nizze (2) et Heath (3) se sont arrêtés à cette seconde solution. Peyrard (4) avait au commencement du siècle dernier

(1) *Les trois Livres des Porismes d'Euclide rétablis pour la première fois d'après la Notice et les Lemmes de Pappus et conformément au sentiment de R. Simson.* Paris, Gauthier-Villars, 1860.

(2) *Archimedes von Syrakus vorhandene Werke.* Stralsund. Loeffler, 1824.

(3) *The works of Archimedes edited in modern notation.* Cambridge, University press, 1897.

(4) *Œuvres d'Archimède traduites pour la première fois en Français.* Paris, Buisson, 1807. Un volume in-4°. L'année suivante, chez le même éditeur et sous le même titre, paraissait une 2e édition, mais cette fois en deux volumes in-8°.

préféré la première. Employées isolément chacune de deux méthodes a de graves défauts. Le procédé Nizze-Heath déforme trop le texte à traduire, celui de Peyrard l'obscurcit souvent et le rend alors dur à comprendre.

En combinant les deux procédés, M. Paul Ver Eecke s'est arrêté, nous semble-t-il, à une bonne solution. Il nous donne d'abord, dans le texte courant, une traduction serrant la phrase grecque d'Archimède d'aussi près que le comporte le génie de la langue française. Puis, pour y porter de la lumière, le traducteur a multiplié à profusion les notes de petit texte au bas des pages. Chaque fois qu'Archimède jongle à l'aide des proportions, le passage correspondant est reproduit dans ces notes en écriture et en signes algébriques modernes. Très souvent même il y est complété par des calculs intermédiaires, qu'Archimède, imité en cela par nos contemporains, a cru trop simples pour devoir être développés. De plus, le texte courant renferme-t-il un endroit obscur, il est aussitôt signalé et autant que possible élucidé dans une note. Je dis autant que possible, car l'obscurité peut provenir du mauvais état des manuscrits qui nous ont conservé le texte grec et l'on conçoit qu'en ce cas il n'y ait parfois rien à faire.

M. Ver Eecke a pris pour base de son travail l'excellente édition critique d'Heiberg (1), qui a été achevée pendant la guerre. C'est la seule qui soit complète et à tout point de vue elle est la meilleure. Il n'y avait pas à hésiter.

Quant au fond même des œuvres d'Archimède, tout y est remarquable, tout mérite d'y être étudié; mais à condition toujours de les prendre comme beaux modèles d'enchaînement logique, de précision et de rigueur mathématique; sans trop nourrir l'espoir d'y découvrir des théorèmes d'un imprévu sensationnel. On n'attend sans doute pas de moi que je m'attarde à développer cette idée. Aussi ne puis-je que dire aux lecteurs : Ouvrez le volume de M. Ver Eecke et lisez.

Plus d'un d'entre eux éprouvera cependant un mouvement d'hésitation compréhensible devant ce gros in-octavo. A ceux-là je dirai : Commencez par les deux livres *De l'Équilibre des plans*. Ils sont indispensables pour comprendre le traité *De la Méthode*, qui de tous est celui qui vous ouvrira probablement le plus d'horizons nouveaux. Passez ensuite à la *Quadrature de la parabole*. Elle renferme deux solutions du problème. La première qui est mécanique s'appuie sur la théorie de l'équilibre du levier. Elle vous montrera une des formes sous lesquelles Archimède concevait l'analyse d'une question (prop. 1-17). La seconde solution qui est géométrique (prop. 18-24) vous fera voir comment, l'analyse faite, il en entendait ensuite la démonstration rigoureuse.

H. Bosmans S. J.

(1) *Archimedis Opera omnia cum Commentariis Eutocii, iterum edidit J. L. Heiberg.* Leipzig, Teubner; tome I, 1910; tome II, 1913; tome III, 1915.