Manuscrit auteur, publié dans "Faut-il réhabiliter Héron d'Alexandrie ?, France (2008)"

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

FAUT-IL RÉHABILITER HÉRON ?

BERNARD VITRAC, CNRS UMR 8567, Centre Louis Gernet, Paris

Plus de la moitié des écrits mathématiques qui nous sont parvenus de l'Antiquité grecque sont attribués à cinq auteurs seulement : Euclide (III^e^ s. avant notre ère) et Ptolémée (II^e^ s.), les commentateurs Pappus et Théon d'Alexandrie (respectivement première et seconde moitiés du IV^e^ s.), et ce qu'on appelle le corpus héronien, une vingtaine d'ouvrages d'extension variable que les manuscrits et/ou les érudits modernes ont rattaché au nom de Héron d'Alexandrie. Ces cinq auteurs ne sont probablement pas les plus originaux, mais leurs écrits couvrent la quasi totalité du champ mathématique grec ancien (arithmétique, astronomie, géographie mathématique, géométrie, harmonique, mécanique, optique)[1], ils constituent parfois l'essentiel de ce que nous connaissons dans certaines spécialités, l'optique par exemple, et leur importance historique est indiscutable. Ils ont un autre trait en commun : les historiens modernes (depuis le XIX^e^ s.) n'ont pas toujours été très charitables avec eux.

Que des commentateurs, malgré leurs compétences reconnues, n'aient pas trouvé grâce aux yeux d'un courant historiographique trop souvent prêt à ne valoriser que les contributeurs les plus originaux — les "grands" hommes de la science — n'étonnera personne. Les cas d'Euclide et de Ptolémée ont donné lieu à beaucoup de discussions. Pour lors, je voudrais soutenir l'idée que Héron d'Alexandrie mérite lui aussi une réhabilitation, au moins une juste appréciation de ses œuvres.

I *Données*

Du personnage lui-même, nous ne savons à peu près rien : aucune biographie ancienne ne semble lui avoir été consacrée — c'est le cas de tous les mathématiciens non philosophes, à l'exception d'Archimède[2] —, il n'apparaît ni dans les documents épigraphiques, ni dans les papyri. Nous disposons donc seulement des citations et témoignages d'autres auteurs ainsi que des informations tirées de ses ouvrages. Encore faut-il savoir ceux qu'on lui doit vraiment[3], car il n'est certainement pas d'autre auteur mathématicien grec ancien pour lequel la question se pose avec autant d'acuité.

[1] A l'époque moderne des spécialités comme l'optique, la mécanique ou l'astronomie seront désignées comme des sciences physico-mathématiques ou "mixtes", mais les Anciens les appellent « mathématiques ». Sur les classifications de ces disciplines, je me permets de renvoyer à B. VITRAC, « Les classifications des sciences mathématiques en Grèce ancienne », dans *Archives de philosophie* 68, 2005, pp. 269-301.
[2] La biographie d'Archimède, composée par un certain Héraclide ou Héracléios, est perdue. Elle est citée par Eutocius, *In Arch. Dim. Circ.*, 228.20-21 Heiberg et Eutocius, *In Apoll. Coniques,* 168.7-8 Heiberg.
[3] Voir la liste des ouvrages qu'on lui attribue *infra* dans l'Annexe de cet article.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

En admettant l'authenticité des *Métriques,* du traité de la *Dioptre,* des *Pneumatiques* et des *Automates,* on peut dire que Héron cite Eudoxe, Archimède, Ératosthène, Philon de Byzance, un certain Dionysodore[4], et très certainement Apollonius de Perge, mais sans le mentionner explicitement[5]. En y adjoignant les *Mécaniques,* conservées dans la traduction arabe due à Qustâ ibn Lûqâ, et en admettant la correction proposée par Clermont-Ganneau, reprise par le Baron Carra de Vaux, il se réfère aussi à Posidonius[6]. A son tour Héron est cité par Pappus, Théon d'Alexandrie, Grégoire de Naziance, Proclus, Damianus, Eutocius[7] et l'auteur de l'*Introduction* (anonyme) *à l'*Almageste de Ptolémée[8].

Il a donc vécu entre le premier siècle avant et le troisième siècle après notre ère. Contrairement à ce que l'on lit souvent, la datation (2^e^ moitié du I^er^ s.) reposant sur des données astronomiques élaborées à partir du chapitre 35 du traité de la *Dioptre* et proposée par O. Neugebauer en 1938 qui en concluait que Héron avait personnellement observé, à Alexandrie, l'éclipse de lune qui a commencé « la cinquième heure de la nuit, dix jours avant l'équinoxe de printemps », identifiée avec celle qui s'est produite dans la nuit du 13 au 14 Mars 62, est plausible, mais nullement incontestable[9]. D'autres considérations — mais aucune n'est absolument décisive — conduisent à penser que Héron appartient bien à l'époque impériale, qu'il a vécu entre 50 et 250[10]. Je n'essaierai pas d'être plus précis.

---

[4] Eudoxe : *Métriques* I, préface, 2.12, 2.14 Schöne. Archimède : *ibid.,* 2.12, 2.18; *Métriques* I, 66.6, 66.13, 66.27-28, 80.17, 82.27, 84.12, 86.22, 86.29, 88.11, 88.26 ; *Métriques* II, 92.9, 92.10, 120.28, 122.16, 130.15, 130.25, 138.9 ; *Métriques* III, 172.11, 184.27 Schöne ; *Pneumatiques* I, 24.11-12 Schmidt. Ératosthène : *Dioptre,* 302.16 Schöne. Philon de Byzance : *Automates* II, 404.13-14, 408.10 Schmidt. Dionysodore : *Métriques* II, 128.9 Schöne.

[5] A trois reprises (*Métriques* III, 162.2, 166.14, 170.2-3 Schöne), Héron cite un ouvrage intitulé *La section d'aire* (ἡ τοῦ χωρίου ἀποτομή). Grâce à Pappus (*Collection* VII, §§ 7-8 et §§ 43-67), nous savons qu'Apollonius avait rédigé un tel traité et c'est le seul que nous connaissons avec ce titre.

[6] Voir *Les Mécaniques ou l'élévateur des corps lourds.* Traduction française B. CARRA DE VAUX. Imprimerie Nationale, 1894. Réimp. Paris, Belles-Lettres, 1988, p. 49.

[7] Pappus : *Collection* III 56.1-2, 56.17 ; VIII, 1024.26, 1024.28, 1026.1, 1034.4, 1060.4-6, 1064.8, 1068.3, 1068.20-21, 1114.5-6, 1130.7 Hultsch ; Pappus & Théon : *In Ptol. Alm.,* V, 89.5 Rome. Proclus : *In Euclidem* I, 41.10, 196.16, 305.24, 323.7, 346.13, 429.13 Friedlein ; *Hypotyposes,* 120.23-24 Manitius. Damianus : *Optique,* 14.5 Schöne. Eutocius : *In Arch., SphCyl.* II, 58.15, 84.11 Heiberg ; *In Arch., Dim.Circ.,* 232.15 Heiberg.

[8] Ce texte est globalement inédit. L'extrait citant Héron (*Métriques,* I, 8) a été publié par Tannery à partir du *Paris. Gr.* 2390 dans P. TANNERY, « Un fragment des Métriques de Héron », dans *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, t. XXXIX (1894a), pp. 13-15, reproduit dans P. TANNERY, *Mémoires Scientifiques* publiés par J. L. Heiberg & H. Zeuthen (eds), tome II, n° 53, Gauthier-Villars, Paris, 1912, pp. 447-450.

[9] Voir P. SOUFFRIN, « Remarques sur la datation de la *Dioptre* d'Héron par l'éclipse de lune de 62 » dans G. ARGOUD & J.-Y. GUILLAUMIN (eds.), *Autour de LA DIOPTRE d'Héron d'Alexandrie.* Actes du Colloque International de Saint-Étienne (17-19 Juin 1999), Centre Jean Palerne, Publications de l'Université de Saint-Étienne, 2000, pp. 13-17 et N. SIDOLI, « Heron's *Dioptra 35* and Analemma Methods : An Astronomical Determination of the Distance between Two Cities » dans *Centaurus* 47, 2005, pp. 236-258.

[10] La « question héronienne » a été reprise récemment dans G.R. GIARDINA, *Erone di Alessandria. Le radici filosofico-mathematiche della tecnologia applicata.* DEFINITONES, « *Symbolon* 26 », CUECM, Catania, 2003, pp. 5-30. On en trouve un résumé en français par le même auteur dans son article « Héron d'Alexandrie » (101a) dans R. GOULET (dir.), *Dictionnaire des Philosophes antiques,* Supplément, Editions du CNRS, Paris, 2003, pp. 87-103. Voir aussi F. ACERBI, « Hero of Alexandria » dans N. KOERTGE (ed.), *New Dictionary of Scientific Bibliography,* Charles Scribner's Sons, Detroit, Volume III, 2008, pp. 283-284.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

De nombreux manuscrits, ainsi que Pappus[11], l'appellent « Héron l'Alexandrin ». Proclus et Damianus l'appellent *« ὁ μηχανικός »,* peut-être pour le distinguer d'homonymes[12] : Héron, philosophe cynique et chrétien, cible de Grégoire de Naziance (*Oratio,* 25) et, surtout, le maître de Proclus *ès mathêmata* lors de son séjour alexandrin[13]. Pappus n'utilise pas ce sobriquet, mais évoque *« οἱ περὶ τὸν Ἥρωνα μηχανικοί »*[14]. Pour lui comme pour Eutocius, l'homonymie ne fait pas problème car ils citent souvent le titre d'un écrit, lequel dissipe toute ambiguïté. La plupart des traités qu'on lui attribue — et même chacun de leurs livres quand ils en comportent plusieurs — possède une introduction, mais (à une exception près[15]) sans dédicace, plutôt technique que personnelle. Il ne s'agit pas de lettres-préfaces comme on connaît pour quelques auteurs hellénistiques (Archimède, Dioclès, Apollonius, Philon de Byzance, Hypsiclès), lettres qui procurent quelques rares et précieuses informations biographiques[16]. Les introductions héroniennes ne nous apprennent donc rien sur la vie de leur auteur, où et avec qui il avait étudié les mathématiques, s'il les enseignait ou non, et si oui, dans quel cadre.

La mention précitée de Pappus, l'existence même des écrits avec leurs introductions suggèrent que Héron avait un certain nombre d'auditeurs[17], qu'il visait parfois un lectorat assez large[18], qu'il était un fin lettré, ce qui a semble-t-il échappé à la plupart des historiens des XIX^{e}-XX^{e} siècles. Ainsi, pour donner un exemple, la préface du premier livre des *Métriques* l'incite à faire une (très) succincte archéologie de la géométrie, entendue comme science des mesures, dans la lignée « de l'ancien récit », autrement dit celui d'Hérodote (*Histoires* II, 109). Dans le même ordre d'idées, dans le chapitre 25 de *la Dioptre,* il choisit comme thème de problème la restitution des bornes d'un terrain à partir des deux ou trois qui

---

[11] *Collection mathématique* VIII, 1060.4 Hultsch.

[12] Dans Proclus, *Hypotyposes,* 120.23-24 Manitius (*Ἥρων ὁ μηχανικὸς ἐν τοῖς περὶ ὑδρίων ὡροσκοπείων*) et Damianus, *Optique,* 14.5 Schöne (*ὁ μηχανικὸς Ἥρων ἐν τοῖς αὐτοῦ κατοπτρικοῖς*), la qualification tient sans doute à la nature de l'écrit cité. Mais, dans l'*In Euclidem* I, 305.24 et 346.13 Friedlein, Proclus mentionne « Héron le mécanicien » en même temps qu'un autre auteur, respectivement un certain Philippe et Ménélaos, dont Héron se trouve ainsi bien distingué.

[13] Marinus, *Vie de Proclus,* **9**, 11.17, 23 Saffrey & Segonds.

[14] *Collection mathématique* VIII, 1022.16 Hultsch.

[15] Il s'agit des *Definitiones,* appartenant au corpus héronien, dédicacées à un certain Dionysos. Mais la préface a toutes les chances d'être néo-platonicienne ; peut-être a-t-elle été ajoutée en même temps que le recueil était (profondément) remanié, après la complétion du commentaire de Proclus au premier Livre des *Éléments* d'Euclide.

[16] Sur les préfaces des auteurs mathématiciens, je me permets de renvoyer à B. VITRAC « Promenade dans les préfaces des textes mathématiques grecs anciens » dans P. RADELET-DE-GRAVE (éd., avec la collaboration de C. Brichard), *Liber amicorum Jean Dhombres,* Brepols, Turnhout, 2008, pp. 518-556.

[17] Tannery n'hésite pas à parler d'une école héronienne à laquelle il attribue d'ailleurs une importante activité d'édition. Voir P. TANNERY, « Sur les fragments de Héron conservés par Proclus », *Bulletin des Sciences mathématiques* 6, 1882, pp. 99-108, reproduit in P. TANNERY, *Mémoires Scientifiques*, publiés par J. L. HEIBERG & H. ZEUTHEN (eds), tome I, n° 14, Gauthier-Villars, Paris, 1912, pp. 156-167, en particulier p. 164.

[18] Voir l'article cité *supra* à la note 16, pp. 548-549.

restent et d'un plan. C'est l'opération à laquelle devaient se livrer les arpenteurs qui sont à l'origine de la géométrie selon le récit traditionnel ! Loin de comprendre le clin d'œil de l'érudit[19], plusieurs historiens modernes dont Heath lui-même[20] ont cru y voir la confirmation de ce que le travail de Héron était celui d'un arpenteur, s'inspirant des antiques méthodes des Égyptiens ! Manifestement, Tannery était plus proche de la vérité lorsqu'il remarquait, à propos de ce même récit, que Héron aimait les digressions historiques[21]. Ces variations d'interprétation ne sont pas anodines : elles conditionnent la lecture que l'on fera d'un traité comme la *Dioptre*[22].

II *Artisan ou mathématicien ?*

Quoi qu'il en soit, les jugements que la plupart des historiens des sciences émettent sur Héron à la charnière des XIX^{e}-XX^{e} siècles sont, dans l'ensemble, peu flatteurs. Ils dépendent bien entendu de la connaissance que l'on avait alors du corpus, mais pas seulement : les préjugés historiographiques jouent aussi un rôle. En 1893 H. Diels identifie un fragment du philosophe péripatéticien Straton de Lampsaque dans une discussion sur l'existence du vide insérée dans l'introduction des *Pneumatiques* de Héron[23]. Diels considère que celui-ci l'a reprise au traité similaire de Philon de Byzance. Ce dernier n'est sans doute par la source philosophique ultime — Diels suggère l' « inventeur authentiquement génial Ctésibios » — car, dit-il[24] :

> *« Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass auch Philo noch nicht die philosophische Urquelle selbst eingesehen hat. Denn er ist* ein reiner Banause wie Heron *und vollkommen abhängig von dem eigentlichen Erfindergenie Ktesibios ».*

[19] La préface au Livre III des *Métriques,* qui constitue un éloge de la géométrie [voir J.-Y. GUILLAUMIN, « L'éloge de la géométrie dans la préface du livre 3 des *Metrica* d'Héron d'Alexandrie », *REA* 99 (1997), pp. 91-99], lui fournit l'occasion d'évoquer la théorie (pythagorico ?)-platonicienne des deux égalités.

[20] T. L. HEATH, *A History of Greek Mathematics.* Clarendon Press, Oxford, 1921. Rééd. Dover Pub., New York, 2 vol., 1981. Volume II, From Aristarchus to Diophantus, p. 307 : *« Heron was an almost encyclopedic writer on mathematical and physical subjects. Practical utility rather than theoretical completeness was the object aimed at ; his environment in Egypt no doubt accounts largely for this ».* Voir aussi M. KLINE, *Mathematical Thought from Ancient to Modern Times,* Oxford University Press, 1972, vol. 1, pp. 116-117 : *« Heron was also a good surveyor ... much of his geometry was also Egyptian in character ... The calculation of areas and volumes belonged to geodesy and was not part of liberal education. It was taught to surveyors, masons, carpenters, and other technicians. There is no doubt that Heron continue and enriched the Egyptian science of field measurements ... ».*

[21] Voir l'article cité *supra,* note 17, pp. 166-167.

[22] Sur l'interprétation des traités techniques de Héron, voir K. TYBJERG, « Wonder-making and philosophical wonder in Hero of Alexandria » dans *Studies in History and Philosophy of Science* 34, 2003, pp. 443-466 et B. VITRAC, « Mécanique et mathématiques à Alexandrie : le cas de Héron », *Oriens-Occidens,* à paraître (2009).

[23] 4.1-28.15 Schmidt. Les portions 4.2-6, 6.11-8.16, 10.9-17, 10.17-14.7, 16.20-20.20, 24.20-26.13, 26.13-23 correspondent aux fragments 57, 56, 67, 88, 64, 65b, 66 dans l'édition de F. Wehrli.

[24] H. DIELS, « Über das physikalische System des Straton » dans *Sitzungsberichte der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften* 1893, pp. 101-127, repris dans H. DIELS, *Kleine Schriften,* Hildesheim, 1969, pp. 239-265, note 3 page 248. C'est moi qui souligne.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

La redécouverte ultérieure des *Pneumatiques* de Philon en traduction arabe ne confirma pas la première hypothèse de Diels et les analyses détaillées des traités de Philon et Héron par Drachmann[25] ne confirmèrent pas non plus son idée de simples « artisans » compilateurs. Pour ne pas trop éreinter Diels, on pourrait noter que :

• Les premières indications concernant le *Codex Leidensis* 399 [signalé dès 1842 (Weinrich) et 1854 (Th.-H. Martin)] contenant les citations du "commentaire" de Héron aux *Éléments* d'Euclide datent de 1887[26]. Le premier fascicule[27] paraîtra en 1893.

• La première édition des *Mécaniques,* avec traduction française par Carra de Vaux, paraît aussi en 1893.

• L'identification des *Métriques* dans le codex d'Istanbul (signalé dès 1865 par E. Miller) est annoncée fin 1896. Elles seront éditées en 1903.

Cela dit, l'opinion de Diels a peut-être influencé H. Von Arnim et I. Hammer-Jensen. Le premier identifiait notre mécanicien et Héron le cordonnier[28], prétendument cité par Aelius Théon[29] comme exemple de personne d'extraction modeste qui serait néanmoins parvenu à devenir philosophe. Déjà Meineke avait conjecturé qu'il fallait corriger "Héron" en "Simon", l'interlocuteur cordonnier de Socrate[30]. Cette conjecture a été confirmée par la découverte ultérieure de la traduction arménienne qui porte bien "Simon"[31]. Quant à Hammer-Jensen, malgré l'enrichissement progressif du corpus, elle a toujours maintenu à peu près la même opinion[32] : Héron était un simple compilateur qui ne comprenait pas grand chose aux sources qu'il utilisait. Dans son article de 1928, elle lui reconnaît une compétence en mécanique, mais estime qu'il a été victime de son succès, ce qui l'a conduit à rédiger des ouvrages dans des domaines où il n'était pas compétent. Elle ne dit pas un mot de ses écrits géométriques.

Parmi ceux-là, la présence d'un commentaire aux *Éléments* d'Euclide ne paraît guère compatible avec l'idée que nos mécaniciens aient été de simples *artisans.* Toutefois, ledit commentaire n'a pas nécessairement conduit à réévaluer l'activité mathématique de Héron.

---

[25] A.G., DRACHMANN, *Ktesibios, Philon and Heron.* A study in ancient Pneumatics, Munksgaard, Copenhaguen, 1948. Voir aussi le résumé que contient sa notice « Hero of Alexandria » in C.C. GILLISPIE (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*. 16 vols. Ch. Scribner's Sons, New York, 1970-1980, vol. V (1971), pp. 310-313.

[26] Dans P. TANNERY, *La géométrie grecque, comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons,* Gauthier-Villars, Paris, 1887. Réimp. J. Gabay, Sceaux, 1988, pp. 165-176.

[27] R.O BESTHORN & J.L. HEIBERG (eds), *Euclidis Elementa ex interpretatione al'Hadschdschaschii cum Commentariis al' Nayrizii*, Lib. Gyldendaliana, Hauniae, 1893.

[28] Dans l'article « Heron », 3, *RE* VIII, 1, 1912, col. 992.

[29] *Progymnasmata* 111, 33.

[30] Voir la discussion et les références données par G. Giardina dans l'ouvrage cité *supra,* note 10, pp. 29-30.

[31] Voir l'introduction de M. Patillon et G. Bolognesi dans la CUF, p. CL.

[32] Cf. I. HAMMER-JENSEN, « Die Druckwerke Herons von Alexandria », dans *Neue Jahrbücher für das klassischen Altertum* 25, 1910, pp. 413-427 & pp. 480-503; *Id.,* « Ptolemaios und Heron », dans *Hermes* 48, 1913, pp. 224-235; *Id.,* « Die Heronische Frage », dans *Hermes* 63, 1928, pp. 34-47.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

Avant qu'on ait une complète confirmation de son existence, grâce à an-Nayrîzî, certains historiens favorables à Héron, en particulier M. Cantor et P. Tannery, considéraient comme peu probables qu'un auteur aussi *original* que Héron puisse être un commentateur[33]. Pour les historiens de la fin du XIX^{e}-début XX^{e} s., l'intérêt des commentaires mathématiques — littérature scolaire s'il en fût — se réduisait à leur usage comme sources donnant accès à des écrits perdus. Quand l'existence de commentaire ne fit plus de doutes[34], la "côte" de Héron dégringola, chez Tannery notamment, et comme il le reconnaît lui-même, c'est seulement la re-découverte des *Métriques* et leur publication en 1903 qui rétablit la considération que l'on devait à son auteur[35]. Heath juge ce commentaire insignifiant. Il écrit :

> « *Speaking generally, Heron's comments do not appear to have contained much that can be called important ... It appears to be Heron who first introduced the easy* but uninstructive *semi-algebrical method of proving the propositions II. 2-10 which is now so popular ... A few additions to, and extensions of, Euclid's propositions are also found. Some are* unimportant, *e.g. the construction of isosceles and scalene triangles in a note on I. 1* »[36].

Manifestement l'écrit héronien était identifié à un commentaire de type scolaire alors que les citations d'an-Nayrîzî et d'autres auteurs arabes, si on les considère dans leur globalité, ne vont pas dans ce sens, mais plutôt dans celui d'un écrit résolvant les *Difficultés des* Éléments — le titre arabe est *Kitâb Hall shukûk Uqlîdis* —, témoignant de soucis textuels, logiques et mathématiques. On peut même raisonnablement envisager qu'il s'agissait d'un commentaire de type alexandrin valant « édition »[37].

Pour compenser les fluctuations dues à la mise à jour progressive du corpus héronien, nos illustres prédécesseurs auraient certainement été bien inspirés de prendre en compte ce

---

[33] Voir l'article cité *supra,* note 17, p. 160. Cf. aussi P. TANNERY, « L'arithmétique des Grecs dans Héron d'Alexandrie » dans *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux* 4, 1882, pp. 313-337, reproduit dans P. TANNERY, *Mémoires Scientifiques*, publiés par J. L. HEIBERG & H. ZEUTHEN (eds), tome I, n° 18, Gauthier-Villars, Paris, 1912, pp. 189-225, en particulier p. 191 et p. 198.

[34] Le *codex Leidensis Or.* 399 transmet une partie d'une traduction arabe commentée des *Éléments* d'Euclide (jusqu'au début du Livre VII avec une lacune dans les Définitions du Livre I) attribuée au mathématicien persan an-Nayrîzî. Il a été traduit en latin par Gérard de Crémone (seulement la partie "commentaires") et cette version a été retrouvée par Curtze en 1896, publiée par lui (M. CURTZE, *Anaritii in decem libros priores Elementorum Euclidis Commentarii*) comme volume IX, *Supplementum,* de l'édition Teubner des œuvres d'Euclide. Bien que parfois divergente, cette version arabo-latine a l'avantage d'aller du Livre I jusqu'au début du Livre X de ce qui était probablement un commentaire complet. An-Nayrîzî se réfère environ 80 fois à Héron.

[35] P. TANNERY, « *Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia* (vol. III) », dans *Journal des savants,* 1903-1904, pp. 147-157 et 203-211, reproduit dans P. TANNERY, *Mémoires Scientifiques*, publiés par J. L. HEIBERG & H. ZEUTHEN (eds), tome III, n° 76, Gauthier-Villars, Paris, 1915, pp. 131-157, en particulier pp. 139-140 et p. 143.

[36] *Op. cit. supra* (note 20), pp. 310-312. C'est moi qui souligne.

[37] C'est l'un des points que j'ai essayé d'établir dans B. VITRAC, « A propos des démonstrations alternatives et autres substitutions de preuve dans les *Éléments* d'Euclide », dans *Archive for History of Exact Sciences* 59, 2004, pp. 1-44, en particulier pp. 15-18 et pp. 27-35.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

que les Anciens eux-mêmes ont dit de Héron. La plupart des mentions concerne des points techniques ou donne des indications bibliographiques limitées, mais quelques témoignages auraient pu permettre de nuancer un portrait par trop négatif.

Les multiples références de Pappus aux *Mécaniques* de Héron dans ce qui est, pour nous, le Livre VIII de sa *Collection*[38], permettaient de comprendre, avant même que l'on en retrouve la traduction arabe, qu'il s'agissait d'un écrit synthétique de grande ampleur, comportant (au moins) trois Livres[39], et traitant de questions variées : théorie barycentrique développée par Archimède[40], considérations sur le mouvement circulaire[41], théorie des cinq machines simples[42], étude des engrenages[43], machines de transport et de levage[44]. La préface de Pappus au même Livre VIII témoigne à la fois de l'autorité que Héron représentait en mécanique pour l'auteur de la *Collection* et de l'hétérodoxie de ses thèses au sujet de la classification des sciences, problématique éminemment philosophique[45].

Même s'il s'agissait de remarques ponctuelles et s'il n'indiquait aucun titre d'ouvrage, les citations de Proclus dans son *Commentaire au premier Livre des* Éléments *d'Euclide,* connues bien avant qu'on ne retrouve celui d'an-Nayrîzî, montraient que Héron s'était intéressé à un ouvrage de géométrie théorique, soulevant des questions relatives au texte transmis et à la logique des démonstrations.

Pour conclure sur ce point, je citerai un dernier témoignage, celui de Grégoire de Naziance dans l'éloge funèbre composé pour son frère Césaire. On y trouve un *topos* rhétorique répandu, l'énumération de figures emblématiques, représentatives des différentes branches du savoir :

> « Il (<Césaire>) ne fera pas étalage de discours, mais il y aura des discours pour le proposer à l'admiration. Il ne méditera pas les écrits d'Hippocrate, de Galien et de leurs adversaires, mais il n'aura pas non plus à souffrir de la maladie en puisant des chagrins personnels dans des malheurs d'autrui. Il n'expliquera pas les œuvres d'Euclide, de Ptolémée et d'Héron (*Οὐκ ἀποδείξει τὰ Εὐκλείδου καὶ*

[38] Avant la constitution de la *Collection* en tant que telle, ce "livre VIII" a circulé indépendamment, sous le titre *Introductions mécaniques* (*Μηχανικαὶ εἰσαγωγαί*) et comme tel, a été traduit en arabe, à la différence des autres livres. Voir PAPPUS OF ALEXANDRIA, *Book 7 of the Collection*. Edited with Translation and Commentary by Alexander JONES, 2 vols. New York/Berlin/Heidelberg/Tokyo, Springer-Verlag 1986, p. 9 et D.E.P. JACKSON, « The Arabic Translation of a Greek Manual of Mechanics », dans *Islamic Quarterly* 16, 1972, pp. 96-103.

[39] *Collection* VIII, 1130.5-7 Hultsch cite en effet le troisième Livre des *Mécaniques.*

[40] *Collection* VIII, 1034.1-6 Hultsch.

[41] *Collection* VIII, 1068.20-21 Hultsch.

[42] *Collection* VIII, 1130.4-7 Hultsch.

[43] *Collection* VIII, 1064.8, 1068.3, 1114.5-6 Hultsch.

[44] *Collection* VIII, 1130.5-7 Hultsch. Il nous est désormais facile de voir que Pappus suit d'assez près la progression héronienne dans la dernière partie de son Livre VIII. Nix et Schmidt y ont identifié ce qu'ils considèrent comme des fragments grecs des *Mécaniques* (257-297 Nix & Schmidt).

[45] Voir mon article cité *supra,* note 22, partie I, B, 3.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

Πτολεμαίου καὶ Ἥρωνος); mais il ne souffrira pas non plus de l'enflure des ignorants. [5] Il ne se parera point des idées de Platon, d'Aristote, de Pyrrhon, d'un Démocrite, d'un Héraclite, d'un Anaxagore, d'un Cléanthe, d'un Épicure et de je ne sais quels personnages de l'auguste Portique et de l'Académie ; mais il n'aura pas davantage à se préoccuper de la façon de réfuter leurs sophismes »[46].

Comme le montrent les exemples de la médecine et de la philosophie, il s'agissait, pour Grégoire, de mentionner les plus éminents représentants de ces domaines. Il est donc significatif que pour les sciences mathématiques — ici identifiées par leur démarche démonstrative —, Héron soit cité en compagnie d'Euclide et de Ptolémée.

III *Arpenteur ou géomètre ?*

Manifestement, les Anciens n'avaient pas la même opinion de Héron que la plupart des historiens de la fin du XIXe–début XXe siècles. La question de son "commentaire" aux *Éléments* d'Euclide, précédemment évoquée, est symptomatique des préjugés à l'œuvre chez ces historiens. Il en est une autre que l'on pourrait résumer de manière abrupte sous la forme d'un dilemme : Héron était-il un géomètre ou un arpenteur ? Ou, pour le dire autrement, qu'en est-il de l'attribution et de l'interprétation du corpus géométrique édité dans les volumes III à V de l'édition Teubner et de quelques opuscules transmis par les manuscrits byzantins, rejetés par Heiberg mais précédemment édités par Hultsch[47] ?

A strictement parler, la question de l'attribution est assez simple :

• Deux écrits géométriques seulement sont attribués à Héron de manière assurée : celui sur les *Éléments* d'Euclide et les *Métriques.* Comme nous le verrons en disant quelques mots de ce dernier traité, cela implique que la contribution de notre auteur n'avait rien de particulièrement "pratique".

• Parmi les six autres titres métrologiques rattachés à son nom, trois sont assurément à rejeter. Il s'agit de la *Geodaesia,* du *De Mensuris* et de l'*Ἥρωνος γεηπονικὸν βιβλίον*[48]. Heiberg les décrit comme des compilations byzantines réalisées à partir des autres ouvrages d'inspiration héronienne. Elles ne dérivent donc même pas directement de son travail.

• Le cas des trois autres (*Geometrica, Stereometria* I et II) est un peu plus compliqué : dans la forme sous laquelle ils nous ont été "transmis", ces écrits sont également des adaptations byzantines. Mais on y décèle l'influence (ponctuelle) des *Métriques* et on pourrait faire l'hypothèse que Héron avait effectivement composé une ou plusieurs collections de

---

[46] GREGOIRE DE NAZIANCE, *Funebris in laudem Caesarii fratris oratio,* 20, 4-5. Texte grec et traduction française par F. Boulenger. Paris, Picard, 1908.
[47] F. HULTSCH, *Heronis Alexandrini geometricorum et stereometricorum Reliquiæ,* Weidmann, Berlin, 1864.
[48] N°11 à 13 de l'Annexe.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

problèmes, à côté des *Métriques* ou dérivées de ces dernières, collections qui constitueraient le noyau ancien et authentique des *Geometrica, Stereometria* I et II.

Cette hypothèse prend son origine dans les travaux de Théodore-Henri Martin[49], à une époque où les *Métriques* étaient encore considérées comme perdues. Martin espérait les reconstituer, au moins dans les grandes lignes, à partir de toutes les compilations byzantines énumérées ci-dessus qu'il connaissait (en partie)[50]. Malheureusement, la redécouverte des *Métriques* n'a pas confirmé cette dérivation directe[51] et c'est pourquoi il a fallu envisager un autre (ou plusieurs) écrit(s) intermédiaire(s). Cette reconstruction nuancée est à peu près celle que propose Heiberg dans les *Prolegomena critica* de son édition[52]. En toute rigueur, elle implique donc l'inauthenticité des *Geometrica* et *Stereometria* I et II. En réalité, la situation est même pire que ce que je viens de décrire car ces trois recueils de problèmes sont en fait des artefacts philologiques — Heiberg lui-même le reconnaît — et la question de leur inspiration héronienne est à reprendre complètement.

Dans ces conditions, il est assez étonnant de constater que plusieurs historiens ont cru pouvoir simplifier la question et revenir à l'idée simple de dérivation chère à Martin. Ainsi, Michael Mahoney, dans l'article « Hero of Alexandria : Mathematics »[53] du *Dictionary of Scientific Biography,* écrit :

> *« he (Héron) now appears as a well-educated and often ingenious applied mathematician, as well as a vital link in a continuous tradition of practical mathematics from the Babylonians, through the Arabs, to Renaissance Europe …* Geometrica *is essentially book I of the* Metrica *;* Stereometrica *is essentially book II … That their fate conformed at least in part to Hero's intention is indicated by his* Definitiones *and* Commentary on Euclid's Elements, *both of which show clear pedagogical concerns ».*

La description des *Geometrica* et *Stereometria* est *essentiellement* fausse. Les points de contact avec les *Métriques* sont en réalité très limités. Quant aux préoccupations pédagogiques de Héron, elles sont plausibles, mais pas aussi avérées que Mahoney a l'air de

---

[49] Th.-H. MARTIN, *Recherches sur la vie et les ouvrages d'Héron d'Alexandrie disciple de Ctésibius, et sur tous les ouvrages mathématiques grecs, conservés ou perdus, publiés ou inédits, qui ont été attribués à un auteur nommé Héron.* Imprimerie Impériale, Paris, 1854.

[50] Elles correspondent aux écrits métrologiques édités par Hultsch en 1864. Il ne s'agit que d'une partie des compilations éditées par Heiberg dans les volumes IV-V de la Teubner car le manuscrit des *Métriques* retrouvé en 1896 contient également d'autres problèmes métrologiques inédits que Heiberg s'est efforcé de regrouper — à tort selon moi — avec les compilations déjà recensées par Hultsch.

[51] L'histoire du processus est parfaitement bien résumée par P. Tannery dans l'article cité *supra* à la note 35.

[52] *Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia. Volumen,* edidit J. L. HEIBERG. Leipzig, B.G. Teubner 1914 (reprint ed.: Stuttgart, B.G. Teubner 1976), pp. XXI-XXXIV.

[53] Elle complète l'article de Drachmann (cité *supra,* note 25), aux pages 314-315 du même volume du *DSB.*

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

le croire : les *Definitiones* sont en partie inauthentiques[54] et la finalité de l'écrit consacré aux *Éléments* ne se réduit certainement pas à la didactique. Au demeurant, de telles préoccupations ne justifient en rien l'assimilation hâtive proposée dans cette remarque.

Pire encore que la simple dérivation est la confusion telle qu'on l'observe dans l'histoire des mathématiques anciennes de B. L. Van der Waerden, ouvrage très influent dans les années 1960-70[55] :

> « *He (Heron) also wrote ... a number of works on areas and volumes, the most popular of which is called* Metrics. *It is a very childish little book. Imagine : first 10 examples on the calculation of the area of a square, then 4 on the area of a rectangle, 14 on right triangles ... Nothing but numerical examples, without proofs. Just like a cuneiform text. As a example let us take the way in which the well-known "Heron's formula" for the area of an arbitrary triangle is explained :*
>
> … (suit la traduction de *Geometrica,* **12**, 30, 248.13-23 Heiberg !!) …
>
> *And, after all, it is not very important. It is mankind's really great thoughts that are of importance, not their dilution in popularizations and in collections of problems with solutions. Let us rejoice in the masterworks of Archimedes and of Apollonius and not mourn the loss of numberless little arithmetic books after the manner of Heron* »[56].

Petite mise au point :

• Que les *Métriques* aient été très populaires, on peut en douter quand on voit que le traité n'est conservé que dans un seul manuscrit, redécouvert seulement il y a un peu plus d'un siècle.

• Il suffit de lire, même cursivement, le début des *Métriques* pour s'interroger sur la validité de la description qui est faite ici. On n'y trouvera ni 10 exemples de calcul de l'aire d'un carré — la question n'est l'objet d'aucun problème des *Métriques* ! —, non pas 4 sur l'aire du rectangle, mais 1, ni 14 sur les triangles rectangles, mais 1 là aussi.

• Tous les problèmes des *Métriques* possèdent une démonstration !

• La seule indication non dénuée de tout fondement dans la description de Van der Waerden est que le traité contient bien la formule dite de Héron pour le calcul de tout triangle, avec une démonstration géométrique parfaitement rigoureuse et un exemple d'application numérique[57].

• Puisqu'il daignait en citer un extrait, il aurait donc pu prendre la peine de l'extraire de l'ouvrage lui-même plutôt que d'insérer ici un passage d'un écrit métrologique — *Geometrica,* **12**, 30 — qui contient lui aussi un exemple numérique de la même formule, mais

---

[54] Notamment la préface (dont il a déjà été question *supra,* note 15) où cette préoccupation pédagogique est explicite.

[55] Il est abondamment cité par des auteurs comme A. Szabó, M. Caveing, W. R. Knorr.

[56] B. L. VAN DER WAERDEN, *Ontwakende Wetenschap,* 1950. Traduction anglaise *Science Awakening* par A. Dresden. P. Noordhoff, Groningen,1954, pp. 277-278.

[57] *Métriques,* I, 8, 18.12-24.29 Schöne.

que rien ne permet d'attribuer à Héron, au delà de l'évidente dépendance mathématique. Doit-on rattacher à Héron tous les traités qui, de l'Antiquité à nos jours, font usage de ladite formule ?

• Le mérite de Van der Waerden — si c'en est un —, c'est l'explicitation finale de ses préjugés. Une telle conception de l'histoire des mathématiques est aussi approximative qu'appauvrissante.

Au prix d'insister un peu lourdement, j'ajouterai encore un exemple de ce genre, repris à l'historien américain Carl B. Boyer, aussi approximatif que Van der Waerden dans la description, mais dont l'interprétation (discutable) est un peu plus intéressante et d'ailleurs partagée par beaucoup d'auteurs :

> *« The word "geometry" originally meant "earth measure", but classical geometry, such as that found in Euclid's* Elements *and Apollonius'* Conics*, was far removed from mundane surveying. Heron's work, on the other hand, shows us that not all mathematics in Greece was of the "classical" type. There evidently were two levels in the study of configurations … one of which, eminently rational, might be known as geometry and the other, crassly practical, might better be described as geodesy … and it was essentially the Babylonian type of mathematics that is found in Heron.*
>
> *It is true that in the* Metrica *an* occasional *demonstration is included, but the body of the work is concerned with numerical examples in mensuration of lengths, areas and volumes. There are strong resemblances between his results and those found in ancient Mesopotamian problem texts. For example, Heron gave a tabulation of the areas A_n of regular polygons of n sides in terms of the square on one side s_n, beginning with $A_3 = (13/30)(s_3)^2$ and continuing to $A_{12} = (45/4)(s_{12})^2$ … In such calculations* we should have expected Heron to use trigonometric tables *such as Hipparchus had drawn up a couple of hundred years before, but apparently trigonometry was at the time largely the handmaid of the astronomer rather than of the practical man … »*[58].

Passons sur les démonstrations *occasionnelles* (c'est moins faux que le « without proofs » de Van der Waerden), mais comment un auteur réputé aussi sérieux que Boyer peut-il dire, par exemple, que Héron donne une liste d'aires des polygones réguliers commençant avec la formule $A_3 = (13/30)(s_3)^2$ (pour le triangle équilatéral), alors que cette formule, bien connue dans d'autres écrits métrologiques, notamment dans les *Geometrica* pseudo-héroniens, ne se trouve pas dans les *Métriques.* A l'inverse, l'algorithme (car il n'y a pas de formules, mais des procédures) proposé pour cette figure par Héron, dans *Métriques* I. 17, audacieux dans sa conception (car il fait recours à la quatrième puissance ou *δυναμοδύναμις*), n'est utilisé nulle part ailleurs, notamment pas dans les recueils de problèmes soi-disant dérivés du traité

[58] C. B. BOYER & U. C. MERZBACH, *A History of Mathematics,* John Wiley & Sons, New York, 2e éd. augmentée, 1968, pp. 193-194. C'est moi qui souligne.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

héronien. Comble de l'ironie, la formule citée par Boyer l'est aussi dans un petit ouvrage attribué à un certain Diophane de Nicée ou de Bithynie[59], qui la rapporte à Archimède lui-même[60] ! Faut-il en déduire qu'Archimède est lui aussi un représentant de cette tradition géodésique élémentaire orientale et non démonstrative ?

Enfin, s'il est vrai que la trigonométrie appartient bien à la géométrie et à l'astronomie savantes, j'en arrive à me demander si Boyer a ouvert les *Métriques* pour oser dire qu'on s'attendrait à y trouver un recours aux tables de cordes. Dans les problèmes I. 22 et 24 (aires de l'ennéagone et de l'hendécagone respectivement), Héron fait précisément référence à de telles tables au cours de son exposé[61]. Cet usage fait d'ailleurs partie des arguments mobilisés dans la question chronologique héronienne, mais il s'avère non décisif, car Héron ne précise pas l'auteur du traité trigonométrique qu'il utilise et cela peut être Hipparque (IIe s. avant notre ère), Ménélaos (Ie siècle), voire Ptolémée (IIe siècle) si on lui assigne une date plutôt tardive. Boyer aurait fait l'économie d'une énormité s'il s'en était souvenu.

Chez la plupart des historiens des mathématiques que j'ai cités, et notamment dans la première partie du texte de Boyer, Héron se trouve présenté dans le cadre d'une opposition polaire « géométrie *versus* géodésie » ou « théorie *versus* pratique », et il va de soi qu'on l'assigne à la branche la moins valorisée de l'alternative. Conformément au schéma mis en œuvre au début du résumé de l'histoire de la géométrie transmis par Proclus[62], cette première dualité en recoupe une autre, de nature "historique" « Barbares—origines *versus* Grecs—perfection », étant bien entendu que c'est la théorie géométrique et l'éducation libérale qui est grecque[63]. Héron est par conséquent assimilé aux Égyptiens (Heath, Kline) ou aux Babyloniens (Van der Waerden, Boyer, Mahoney)[64].

---

[59] Attribution qui me paraît douteuse. Le texte grec de cet opuscule est édité par Heiberg dans *Mathematici Graeci Minores*, Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs, Historisk-filologiske Meddelelser XIII,3, Bianco Lunos Bogtrykkeri, København, 1927, pp. 25-65. Il est traduit en français dans P. VER EECKE, *Les opuscules mathématiques de Didyme, Diophane et Anthémius* suivis du fragment mathématique de Bobbio, Desclée, De Brouwer et Cie, Paris-Bruges, 1940, pp. 19-44.
[60] *Op. cit.,* § 20, 42.3-7 Heiberg. Traduction française, Ver Ecke, p. 31.
[61] Respectivement 58.19-20 et 62.17-20 Schöne, introduites par la même formule : « *δέδεικται δὲ ἐν τοῖς περὶ τῶν ἐν κύκλῳ εὐθειῶν, ὅτι ...* ».
[62] Proclus, *In Euclidem* I, 64.16-65.19 Friedlein.
[63] Voir B. VITRAC, « Mythes (et réalités ?) dans l'histoire des mathématiques grecques anciennes » dans *L'Europe mathématique,* C. Goldstein, J. Gray, J. Ritter (eds), Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, 1996, pp. 32-51.
[64] Cette seconde possibilité doit beaucoup à l'autorité du grand historien des sciences Otto Neugebauer. Dans *Exact Sciences in Antiquity,* Brown University Press, 1957 ; Réimp. Dover Pub., New York, 1969, p. 146, il écrit : *« These treatises (which go under the name of Heron of Alexandria) on geometry were sometimes considered to be signs of the decline of Greek mathematics, and this would indeed be the case if one had to consider them as the descendants of the works of Archimedes or Apollonius. But such a comparison is unjust. In view of our recently gained knowledge of Babylonian texts,* Heron's geometry must be considered merely a Hellenistic form of a general oriental tradition ». C'est moi qui souligne.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

Pour séduisant qu'il soit, je crois que ce double schéma est inadéquat. Certes l'opposition « géométrie *versus* géodésie » n'est pas anachronique ; elle est attestée en Grèce ancienne et d'origine philosophique, peut-être d'inspiration platonicienne. Mais déjà Aristote expliquait en quoi elle est en réalité largement factice[65]. Il n'y a pas deux sciences, différant par la nature de leurs objets (intelligibles *versus* sensibles), mais une multiplicité d'usages d'un même savoir avec des intentions bien différentes, par exemple développer ce savoir pour lui-même en inventant de nouveaux résultats, s'en servir pour proposer une certaine compréhension de la structure du cosmos, pour mesurer des artefacts … Et si l'on tient absolument à décrire le corpus des écrits mathématiques à l'aide de polarités, il vaudrait mieux distinguer des styles d'exposition — par exemple « "algorithmique" *versus* démonstratif » — d'une manière axiologiquement neutre, même si le choix d'un style implique une certaine finalité.

L'opposition en question recouvre semble-t-il un clivage didactique : les compilations pseudo-héroniennes d'époque byzantine correspondent à une initiation à la géométrie qui passe par le lexique (cf. *Definitiones*) et par des problèmes portant sur les figures les plus simples, pas par des démonstrations, ni un exposé axiomatico-déductif. Dans l'Antiquité tardive, cette dualité stylistico-pédagogique est clairement reconnue en astronomie, dans le cadre des commentaires à l'*Almageste* et aux *Tables faciles* de Ptolémée, en particulier chez Théon d'Alexandrie et dans l'*Introduction* anonyme[66]. Elle a sans doute une certaine pertinence en géométrie vis-à-vis du corpus héronien, voire quant aux écrits de Héron, mais c'est moins clair. L'écrit sur les *Éléments* d'Euclide s'inscrit évidemment dans l'approche démonstrative axiomatico-déductive et les recueils pseudo-héroniens de problèmes géométriques et stéréométriques constituent l'une des pièces majeures des mathématiques grecques anciennes "algorithmiques"[67]. Rien d'étonnant donc à ce que l'on puisse y retrouver certaines caractéristiques stylistiques des problèmes égyptiens ou babyloniens, surtout si on se cantonne à remarquer que ces textes sont non démonstratifs ! D'une manière générale, l'approche algorithmique en mathématiques, attestée dans l'ensemble des civilisations anciennes (Mésopotamie, Égypte, Inde, Chine, Grèce), a été longtemps mal comprise,

[65] *Métaphysique* B, 2, 997 b12-998 a6.

[66] Avec des petites variations : Théon *In Ptol. Alm.,* 318.10-14 Rome et Théon, *Petit Comm. in Ptol. Tab.,* 199.4-10 Tihon opposent les *γραμμικαὶ δείξεις* et les *ψιλαὶ ἔφοδοι*; Théon, *Grand Comm. in Ptol. Tab.,* 94.5 Mogenet-Tihon évoque les *γραμμικαὶ ἔφοδοι*; l'*Introduction anonyme* distingue les *λογικαὶ καὶ γραμμικαὶ ἀποδείξεις* et les *ψιλαὶ καὶ ἀναποδείκται ἔφοδοι*. Cette dualité de démarches n'est pas étrangère à ce que *fait* Ptolémée, mais il n'éprouve apparemment pas le besoin d'en faire une thématisation explicite.

[67] En se limitant aux mathématiques au sens étroit du terme (arithmétique, géométrie), les *Arithmétiques* de Diophante constitue l'autre pièce majeure relevant du style "algorithmique". Voir B. VITRAC, « Peut-on parler d'algèbre dans les mathématiques grecques anciennes ? », dans *Ayene-ye Miras* n.s. 3 (2005), pp. 1-44.

assimilée à une démarche empirique peu rationnelle, alors qu'elle relève de la préhistoire de l'algèbre. Il est vrai qu'à l'époque de Tannery, Zeuthen, Heath …, on considérait certains développements des *Éléments* d'Euclide ou des *Coniques* d'Apollonius comme de l'algèbre. Nos textes algorithmiques grecs ne pouvaient donc s'expliquer que par la décadence ou leur origine exogène.

Quoi qu'il en soit, les *Métriques* ne relèvent d'aucun des deux registres que nous avons distingués, puisque leur finalité manifeste est précisément d'articuler les démarches métrologiques de type algorithmique et les résultats de la géométrie démonstrative pour valider les premières à l'aide des seconds, et ce, selon différentes modalités. D'où le recours à plusieurs résultats des *Éléments* et des *Données* d'Euclide[68], à un écrit trigonométrique, à la *Section d'aire* ; d'où la mention d'un résultat de Dionysodore sur le tore et de nombreuses références à Archimède, y compris livresques[69].

Même si elle est d'un tout autre ordre que la première résolution effective du problème des deux moyennes ou la réussite de la quadrature de la parabole, il y a là une certaine originalité. Elle ne réside évidemment pas dans les résultats mathématiques présentés, mais dans les démarches en quelque sorte métamathématiques que représente l'articulation des deux registres que nous avons distingués. La méconnaître, c'est confondre les *Métriques* et les recueils pseudo-héroniens, comme le font d'ailleurs jusqu'au niveau de la simple citation plusieurs des historiens que j'ai évoqués.

Un tel souci de validation se retrouvera dès les débuts de l'algèbre arabe au IX^e siècle et c'est le plus ancien exemple connu de nous. Dans le cas grec[70], c'est presque le seul : l'unique écrit comparable, mais dans le domaine astronomique, est le *Grand Commentaire* de Théon d'Alexandrie aux *Tables faciles* de Ptolémée auquel j'ai fait allusion. A la fin de sa préface, Théon dit d'ailleurs qu'aucun écrit de ce genre n'a été composé avant lui ; soit il ne connaissait pas les *Métriques,* soit il n'en avait pas compris l'intention, soit il entendait limiter sa remarque au domaine de l'astronomie.

---

[68] Dans ses démonstrations Héron utilise en effet des preuves synthétiques classiques, mais aussi des analyses en termes de "donné". Sur l'analyse et la synthèse, voir EUCLIDE, *Tutte le Opere*. A cura di F. ACERBI. Milano, Bompiani 2007, pp. 439-523, en particulier, pour l'analyse dans les *Métriques,* pp. 512-519.

[69] Le *Sur le tore* de Dionysodore est cité dans la section 13 du Livre II, 128.3-4 Schöne. D'Archimède, les *Métriques* citent : *La mesure du cercle, Sur les plinthides et les cylindres, La Méthode, Conoïdes, Sphère et Cylindre.* Héron mentionne d'autres écrits archimédiens dans ses *Mécaniques.*

[70] Dans l'intention, l'entreprise de Héron est assez comparable à celle du mathématicien chinois Liu Hui (III^e s.) qui se propose lui aussi de valider les procédures de calcul (sur un domaine bien plus vaste que la seule métrologie géométrique) exposées dans le canon dit des *neuf chapitres.* Voir *Les neuf Chapitres. Le Classique mathématique de la Chine ancienne et ses commentaires.* Édition critique bilingue, traduite, présentée et annotée par K. CHEMLA et GUO SHUCHUN. Paris, Dunod, 2004.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

Conclusion

Héron est le plus ancien “commentateur” des *Éléments* d’Euclide connu de nous. Apparemment, c’est aussi le premier auteur qui tente d’articuler explicitement procédures métrologiques et démonstrations géométriques. Ses nombreuses références textuelles, ses digressions historiques, pour reprendre la formule de Tannery, ne sont pas celles d’un praticien, d’un artisan, mais celles d’un érudit, à la fois lettré, ingénieur-mécanicien et géomètre. Son encyclopédisme, ses tentatives de synthèse, de reprise, de correction ou d’amélioration de ce qu’ont produit les pionniers des époques classique et hellénistique, sont typiques de l’atmosphère dans laquelle évoluaient les intellectuels grecs de la période romaine, de Strabon à Galien. Les mathématiciens n’ont pas échappé à la règle, notamment Ptolémée et Héron. Que ce dernier ait ou non composé un recueil de problèmes métrologiques ne changera pas grand chose au portrait équilibré que j’ai essayé de brosser ici en guise de réhabilitation. Reste à espérer que les historiens des sciences et les philologues accepteront d’œuvrer dans ce sens en éditant et en commentant ses écrits comme ils le méritent[71].

Annexe : œuvres attribuées à Héron d’Alexandrie

Les œuvres N° 1-12 sont publiées, sous la direction de W. Schmidt, dans *Heronis Alexandrini opera quae supersunt omnia,* Teubner, Leipzig, en cinq volumes : vol. I (1899, W. SCHMIDT, N°1-2) ; vol. 2 (1900, L. NIX & W. SCHMIDT, N°3-4) ; vol. 3 (1903, H. SCHÖNE, N°5-6) ; vol. 4 (1912, J.L. HEIBERG, N°7-8) ; vol. 5 (1914, J.L. HEIBERG, N°9-12).

Œuvres conservées

1. *Pneumatica,* en deux Livres (plus de 100 manuscrits)
2. *Automata,* en deux parties (au moins 39 manuscrits)
3. *Mechanica,* en 3 Livres. Le début est mutilé. Conservé dans la traduction arabe de Qustâ ibn Lûqâ. On en connaît 7 manuscrits, selon F. SEZGIN, *Geschichte des arabischen Schrifttums,* Band V, E. J. Brill, Leiden, 1974, pp. 153-154. Carra de Vaux en connaissait 1 (celui de Leiden), Nix, 4
4. *Catoptrica.* Écrit conservé dans la traduction (gréco-)latine de Guillaume de Moerbeke. L’ouvrage est cité par Damianus, *Optique,* 14.5 Schöne. Il a inspiré Olympiodore, *In Arstt Meteor.,* III, 2, 212.5-213.20 Stüve
5. *Metrica* en trois Livres. Conservé dans un seul manuscrit (*Constantinopolitanus palatii veteris* n°1, 2e moitié du Xe s.)
6. *Dioptra.* 5 manuscrits (ancêtre de la tradition : *Paris. suppl. Gr.,* 607, Xe-XIe s.)
7. *Definitiones,* 1-132 (ou 1-129 ?). Extraits dans 30 manuscrits, dont 15 pour les définitions héroniennes (?)
8. *Geometrica.* Construction de Heiberg. Extraits dans 43 mss, mais aucun ne contient la collection reconstituée par H. !
9. *Stereometrica* I. Construction de Heiberg. Extraits dans 15 mss, mais aucun ne contient la collection reconstituée !

[71] Fabio Acerbi (CNRS — RMR 8163 « Savoirs, textes, langage », Lille III) et moi-même prévoyons une nouvelle édition des *Métriques,* avec introduction, traduction et notes de commentaires. Ledit commentaire présuppose aussi une réappropriation minutieuse du corpus géométrique pseudo-héronien. Ce travail est déjà bien avancé.

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

hal-00454027, version 1 - 7 Feb 2010

10. *Stereometrica* II. Construction de Heiberg. Extraits dans 14 mss, mais aucun ne contient la collection reconstituée !
11. *De Mensuris.* 10 manuscrits + nombreux extraits.
12. *Geodaesia*. L'écrit est considéré par Heiberg comme une série d'extraits des *Metrica* et des *Geometrica,* mais il en procure cependant une édition "pirate" dans les *Prolegomena* du vol. V de la Teubneriana. On le trouve dans au moins 20 manuscrits
13. *Ἥρωνος γεηπονικὸν βιβλίον*, considéré par Heiberg comme des extraits désordonnés des *Definitiones,* des *Geometrica* et des *Stereometrica.* Existe dans 6 manuscrits au moins + extraits[72]
14. *Belopoiika*[73]
15. *Chirobalistra*[74]

Œuvres perdues mais citées

16. *Horloges à eau* (*Περὶ ὑδριῶν ὡροσκοπείων*) en 4 Livres. Autocitation dans les *Pneumatiques.* Mentionné aussi dans Pappus, *Collection,* VIII, 1026.1 Hultsch. Deux fragments sont transmis, l'un dans Pappus et dans Théon Alex., *In Ptol. Alm.,* V, 89.5 Rome, l'autre par Proclus, *Hypotyposes,* 120.23-24 Manitius
17. *Baroulkos,* cité par Pappus, *Collection,* VIII, 1060.4-6 Hultsch
18. *Résolution des difficultés du Livre d'Euclide* (*Kitâb Hall shukûk Uqlîdis*), mentionné par le *Fihrist* d'Ibn an-Nâdim, Ibn al-Qiftî et par al-Bîrûnî. Voir F. SEZGIN, *Op. cit.,*p. 153

Œuvres mentionnées seulement par leur titre

19. *Voûtes* (*Καμαρικά*), écrit cité par un annotateur du *Commentaire* d'Eutocius *In Arch., SphCyl.,* II, 1, 84.11 Heiberg pour avoir été commenté par son maître (l'architecte) Isidore de Milet
20. *Balances* (*Ζυγία*), cité dans Pappus, *Collection,* VIII, 1024.28 Hultsch
21. Ouvrage sur l'utilisation de l'astrolabe, cité par le *Fihrist.* Voir F. SEZGIN, *Op. cit.,*p. 153

---

[72] *NB* : Un total de 91 manuscrits contient une ou plusieurs des œuvres N°7-13, en totalité ou (très souvent) en partie. F. HULTSCH, *Heronis Alexandrini geometricorum et stereometricorum Reliquiæ,* Weidmann, Berlin, 1864, édite aussi un ensemble de problèmes de géométrie plane (qu'il intitulait *Geometria*), deux ensembles de problèmes de géométrie des solides dont Heiberg a repris les titres, et les écrits N°11 à 13.

[73] Texte grec dans C. WESCHER, *La poliorcétique des Grecs,* Imprimerie impériale, Paris, 1867, pp. 69-119. *Herons Belopoiika* (Schrift vom Geschützbau). Griechisch und Deutsch von H. DIELS und E. SCHRAMM. Aus den Abhandlungen der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften Jahrgang, 1918. Phil.-Hist. Klasse N°2. Verlag der Königl. Akademie der Wissenschaften in Kommission bei Georg Reimer, Berlin, 1918.

[74] Texte grec dans C. WESCHER, *La poliorcétique des Grecs,* Imprimerie impériale, Paris, 1867, pp. 121-134. V. PROU, « La Chirobaliste d'Héron d'Alexandrie » dans *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale et autres bibliothèques,* 26, 2, Paris, 1877, pp. 1-319.

Pour les N°14-15, voir aussi E.W. MARSDEN, *Greek and Roman Artillery*: *Technical Treatises*. Oxford, Clarendon Press 1971, pp. 18-60 et pp. 206-233 respectivement.