DICTIONNAIRE
DES
PHILOSOPHES ANTIQUES

publié sous la direction de

RICHARD GOULET

Chercheur au CNRS

III

d'Eccélos à Juvénal

CNRS ÉDITIONS

15, rue Malebranche, 75005 PARIS

2000

ISBN 2-271-05748-5

151 HIPPOCRATE DE CHIOS *RE* 14 *fl.* M V[a]

Mathématicien (géomètre) et astronome « para-pythagoricien », dont l'œuvre ne nous est pas parvenue.

On ne peut pas parler de fragments proprement dits. Les **témoignages** ont été rassemblés dans **1** DK 42 (30), t. I, 42 (3), p. 395-397 (très incomplet), et **2** M. Timpanaro Cardini, *Pitagorici. Testimonianze e frammenti*, fasc. II : *Ippocrate di Chio, Filolao, Archita e pitagorici minori*, coll. « Biblioteca di studi superiori » 41, Firenze 1962 (1969[2]), 16 (42), p. 28-73 (introduction : p. 28-37 ; traduction italienne et commentaire : p. 38-73).

Cf. 3 P. Tannery, « Hippocrate de Chios », *La géométrie grecque, comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons. Essai critique*, Paris 1887, réimpr. 1988, coll. « Les grands classiques Gauthier-Villars », p. 108-120 (publié d'abord dans *BullScMath*, 2[e] sér. 10, 1886, p. 213-226) ; **4** G.J. Allman, «Greek geometry from Thales to Euclid III», *Hermathena* 4, 1883, p. 180-228, notamment p. 185-206 (repris dans *Greek geometry from Thales to Euclid*, coll. « Dublin University Press series », Dublin/London 1889, p. 52-101, chap. III : « The geometers of the fifth century B.C. : Hippocrates of Chios, Democritus », notamment p. 57-79) ; **5** E. Hoppe, *Mathematik und Astronomie im klassichen Altertum*, coll. « Bibliothek der klassischen Altertumswissenschaft » 1, Heidelberg 1911, p. 105-116 ; **6** A.A. Björnbo, art. « Hippokrates » 14, *RE* VIII 2, 1913, col. 1780-1801 ; **7** Th. Heath, *A history of Greek mathematics*, t. I : *From Thales to Euclid*, Oxford 1921, p. 182-202 (cf. **8** Id., *A Manual of Greek mathematics*, New York 1963) ; **9** O. Becker et J.E. Hofmann, *Geschichte der Mathematik*, Bonn 1951, p. 53 *sq.* (cf. **10** O. Becker, *Grundlagen der Mathematik in geschichtlicher Entwicklung*, coll. « Orbis Academicus. Problemgeschichten der Wissenschaft in Dokumenten und Darstellungen » II 6, Zweite erweiterte Auflage, Freiburg im Breisgau/München 1964, p. 29-33, 79, 87, 91 ; **11** Id., *Das mathematische Denken der Antike*, coll. « Studienhefte zur Altertumswissenschaft » 3, Göttingen 1957, 1966[2] [mit einem Nachtrag von G. Patzig], p. 58-60) ; **12** B.L. van der Waerden, *Erwachende Wissenschaft. Ägyptische, babylonische und griechische Mathematik*, aus dem Holländischen übersetzt von H. Habicht mit Zusätzen des Verfassers, Zweite, ergänzte Auflage, coll. « Wissenschaft und Kultur » 8, Basel/Stuttgart 1966, p. 216-224 ; **13** F. Lasserre, *La naissance des mathématiques à l'époque de Platon*, coll. « Vestigia » 7, Fribourg Suisse/Paris 1990, p. 166-177 (paru d'abord en version anglaise : *The birth of mathematics in the age of Plato*, London 1964) ; **14** Á. Szabó, *Les débuts des mathématiques grecques*, traduit de l'allemand [= *Anfänge der griechischen Mathematik*, Budapest 1969] par M. Federspiel, coll. « L'histoire des sciences. Textes et études », Paris 1977, p. 22 *sqq.*, 46 *sqq.*, 93 *sq.*, 106-108, 190 *sqq.*, 269 *sqq.*, 362 *sqq.* ; **15** J. Mau, art. « Hippokrates » 7, *KP* II, 1967, col. 1165-1168 ; **16** I. Blumer-Thomas, « Hippocrates of Chios », *DSB* VI, 1972, p. 410-418 ; **17** M. Conche, art. « Hippocrate de Chios », dans *Les Œuvres philosophiques. Dictionnaire*, volume dirigé par J.-F. Mattéi, t. I : *Philosophie occidentale : III[e] millénaire av. J.-C. - 1889*, Paris 1992, p. 175-176.

Biographie et chronologie. Lorsqu'il parle des doctrines mathématiques des pythagoriciens, Jamblique, *De communi mathematica scientia* 25, p. 77, 24 - 78, 1 Festa (= *test.* 2, li. 15-19 Timpanaro), mentionne Hippocrate de Chios et Théodore de Cyrène comme les mathématiciens les plus importants de leur temps et comme les diffuseurs et les continuateurs de ces doctrines, après leur publication. Ce témoignage est complété par celui de Proclus, *In primum Euclidis elementorum librum comm.,* Prol. II, p. 66, 4-7 Friedlein (= *test.* 1 Timpanaro), dans son résumé de l'histoire de la géométrie, tiré d'Eudème de Rhodes [➽E 93] (= fr. 140 Wehrli[2]) selon la plupart des critiques (cf. en revanche Lasserre **13**, p. 7 *sq.*, pour qui ce résumé a été tiré en réalité de Philippe d'Oponte, disciple de Platon). En effet, Proclus affirme qu'après Anaxagore de Clazomènes (➽A 158) et Œnopide de Chios (qui était un peu plus jeune qu'Anaxagore), c'est Hippocrate de Chios («le découvreur de la quadrature de la lunule») et Théodore de Cyrène qui brillèrent en géométrie. Proclus cite ensuite Platon comme venant après eux (p. 66, 8 *sqq.* Friedlein). Étant donné qu'Anaxagore est né vers 500[a] et que Platon est allé à Cyrène entendre Théodore après la mort de Socrate en 399[a] (cf. D. L. III 6), on peut situer le *floruit* d'Hippocrate vers la moitié du V[e] siècle av. J.-C. Simplicius, *in Phys.* I 2, p. 69, 22 Diels, présente bien Hippocrate comme ayant vécu avant Aristote.

Björnbo **6**, col. 1871, place la vie d'Hippocrate *ca* 470-400[a], de sorte que celui-ci serait contemporain de Socrate et de Démocrite. Il le situe au plus tôt en 450-400[a]. D'après lui, Hippocrate aurait pu ainsi trouver la première solution de la duplication du cube, problème qui fut traité aussi par Platon (cf. *infra,* B).

Cette imprécision chronologique se rattache à la pauvreté des renseignements biographiques qui nous sont parvenus. L'indication de la patrie d'Hippocrate, l'île de Chios, dans la plupart de nos sources, répond peut-être à l'homonymie de notre auteur avec le célèbre médecin Hippocrate de Cos [➽H 152] (cf. Olympiodore, *in Meteor.* I 5, 342 a 34, p. 45, 24 *sq.* Stüve = *test.* 5, li. 254 *sq.* Timpanaro). Par ailleurs, en dehors du fait qu'il est né à Chios (y fut-il l'élève d'Œnopide ?), on ne connaît qu'un détail de sa biographie, selon lequel il aurait pratiqué le commerce maritime (cf. Plutarque, *Vie de Solon* II 8 = *test*. 2, li. 12 *sq.* Timpanaro ; Olympiodore, *loc. cit.*). Jean Philopon, *in Phys.* I 2, p. 31, 3-7 Vitelli (= *test.* 2, li. 20-25 Timpanaro), rattache à cette première profession une anecdote qui a pour nous surtout l'intérêt de mettre en contact Hippocrate avec la philosophie athénienne. En effet, il raconte qu'Hippocrate, ayant été attaqué par un navire pirate et ayant perdu tous ses biens, est allé à Athènes requérir contre les «pirates» : comme il a dû attendre longtemps pour son procès, il y a fréquenté les philosophes et il est devenu tellement fort en géométrie qu'il a entrepris de résoudre la quadrature du cercle. Pour sa part, Aristote, *Éthique à Nicomaque* VIII 14, 1247 a 17 (= *test.* 2, li. 7-11 Timpanaro), avait déjà rappelé l'anecdote (d'une façon quelque peu différente) pour en tirer une conclusion négative sur la personnalité d'Hippocrate. D'après lui, au cours d'une navigation, celui-ci aurait perdu une grande somme d'argent à cause de l'intervention des «percepteurs du droit du cinquantième» placés à Byzance, du fait que ceux-ci l'avaient jugé niais (δι' εὐήθειαν). Aristote présente cet exemple pour montrer que l'on peut manquer complètement de sagesse pratique tout en n'étant pas un ignorant, car « Hippocrate était un géomètre, mais il semblait un lâche et un insensé » (βλᾶξ καὶ ἄφρων) dans les autres affaires.

En un essai pour harmoniser les récits de Philopon et d'Aristote, on a supposé que le navire d'Hippocrate fut capturé par des pirates athéniens pendant la guerre de Samos en 440[a], à laquelle Byzance avait participé (cf. Björnbo **6**, col. 1781 ; Blumer-Thomas **16**, p. 410). Mais les rapports commerciaux entre Athènes et Chios étaient très fréquents à l'époque, et on peut comprendre qu'Hippocrate soit allé à Athènes demander justice puisque les Athéniens détenaient alors l'hégémonie sur la mer (cf. Timpanaro Cardini **2**, p. 40 n.). D'ailleurs, il est aussi vraisemblable que les percepteurs dont parle Philopon aient été des Athéniens exerçant le contrôle sur l'entrée du Pont-Euxin. Enfin, il ne faut peut-être pas négliger les différences entre les récits d'Aristote et de Philopon, notamment le fait que les percepteurs dont parle le premier deviennent des pirates chez Philopon. Si on considère l'incise ὡς λέγουσιν d'Aristote, on peut penser que l'historiette n'était déjà pas très sûre à son époque.

Quant à sa **filiation philosophique**, Tannery **3**, p. 109, défend l'hypothèse qu'Hippocrate, loin d'avoir appris la géométrie à Athènes, a été l'un des premiers à y enseigner cette science, qu'il aurait apprise dans sa patrie auprès d'Œnopide, car la renommée de celui-ci suggère qu'il y avait à Chios une école importante de mathématiques. Tannery remarque aussi qu'on ne possède aucune preuve du fait qu'Hippocrate a eu des maîtres pythagoriciens, bien qu'il connût la géométrie pythagoricienne qui venait d'être publiée (cf. *supra*). Timpanaro Cardini **2**, p. 29 *sq.*, s'accorde avec Tannery sur l'idée qu'Hippocrate avait déjà une formation lorsqu'il est arrivé à Athènes. Elle reconnaît aussi qu'on ne peut pas le considérer comme pythagoricien au sens strict de disciple de l'école, mais elle insiste sur l'importance de l'influence pythagoricienne sur le philosophe. En effet, même si Hippocrate n'apparaît pas dans la liste des pythagoriciens rapportée par Jamblique, *De vita Pythagorica* 36, p. 143,19 - 146,16 Deubner, Timpanaro Cardini **2**, p. 28, affirme que lorsque cet auteur l'introduit dans l'ouvrage cité plus haut à côté de Théodore de Cyrène, qui apparaît bien dans la liste, il veut le rapprocher de Pythagore. A ce sujet, Timpanaro Cardini **2** remarque la proximité de Chios par rapport à Samos, la patrie de Pythagore (p. 28 *sq.*), et le fait qu'Hippocrate défend aussi des idées pythagoriciennes en tant qu'astronome. Par conséquent, elle propose de le qualifier de « para-pythagoricien » (p. 31). Tout en reprenant ce qualificatif, Blumer-Thomas **16**, p. 410, décrit Hippocrate comme un « compagnon de route » des pythagoriciens.

Le premier à avoir rangé Hippocrate directement parmi les pythagoriciens est **18** J. A. Fabricius, *Bibliotheca Graeca sive Notitia scriptorum veterum Graecorum, quorumcumque monumenta integra aut fragmenta edita extant,* editio quarta variorum curis emendatior atque auctior curante Gottlieb Christophoro Harles, accedunt I. A. Fabricii et Christoph. Augusti Heumanni supplementa inedita, Hamburgi 1790, t. I, p. 848. Mais Fabricius se fondait sur une conjecture erronée (cf. Björnbo **6**, col. 1783), car il lisait Hippocrate au lieu d'Hippasos dans Jamblique, *De communi mathematica scientia* 25, p. 77, 18 Festa.

Allman **4**, p. 188 = p. 60, analyse le passage de Jamblique qui suit la mention d'Hippocrate et Théodore (p. 78, 1 *sqq.* Festa), où l'auteur raconte comment les mathématiques se sont propagées par l'œuvre des pythagoriciens, lorsqu'un de leurs membres, ayant perdu sa fortune et vivant dans la nécessité, a obtenu l'autorisation de gagner sa vie en enseignant la géométrie. Sur la base de l'anecdote maritime racontée plus haut, Allmann suggère que ce pythagoricien anonyme a pu être Hippocrate. Blumer-Thomas **16**, *ibid.*, se montre favorable à cette suggestion, tandis que Björnbo **6**, col. 1782, s'était déjà opposé à elle sur la base d'un autre passage de Jamblique, *De vita Pythagorica* 31, p. 109, 10 *sqq.* Deubner, selon lequel le pythagoricien en question fut Philolaos (cf. **19** L. Brisson et A. Segonds, *Jamblique, Vie de Pythagore*, Introduction, traduction et notes, coll. «La roue à livres», Paris 1996, p. 108).

On connaît le nom d'un des **disciples** d'Hippocrate grâce à Aristote, *Météorologiques* I 6, 342 b 29 - 343 a 1 (= *test.* 5, li. 225-252 Timpanaro) : il s'agit d'un certain Eschyle [Aischylos, ➽A 74] (autrement inconnu) qui aurait collaboré avec lui dans ses recherches astronomiques.

Blumer-Thomas **16**, p. 417 n. 40, considère que l'expression οἱ περὶ ῾Ιπποκράτην employée par Aristote, *loc. cit.*, implique qu'Hippocrate tenait école. En réalité cette formule peut faire référence à Hippocrate seulement (cf. la traduction de Timpanaro Cardini **2**, p. 67).

Œuvre. On ne connaît qu'un titre de l'œuvre d'Hippocrate, celui de Στοιχεῖα. En effet, Proclus, *loc. cit.*, p. 66, 7 *sq.* Friedlein, affirme qu'Hippocrate a été le premier à composer des *Éléments*. D'après Timpanaro Cardini **2**, p. 35, il n'y a pas de raison de douter de l'authenticité de ce titre en supposant que Proclus l'a tiré d'Euclide (➽E 80) pour l'appliquer au recueil d'Hippocrate. Timpanaro Cardini **2**, *ibid.*, allègue que le terme στοιχεῖον désigne de longue date les particules élémentaires de l'univers, unies par un lien d'interdépendance : « Niente di strano quindi, se s'intendono questi primi *Elementi* come serie ordinata di conoscenze matematiche per via logico-deduttiva ; esigenza naturalissima in un geometra, che sapeva applicare il metodo analitico e fare uso di tanti teoremi e problemi come appare dal frammento delle lunole ». Pour le contenu du recueil, voir *infra*, C.

Nous offrons ici un sommaire des contributions d'Hippocrate dans le domaine des mathématiques, théoriques ou appliquées, selon ce que l'on peut reconstituer à travers nos sources.

A. LA MéTHODE D'ANALYSE

D'après Proclus, *op. cit.*, Prop. I, probl. I, p. 213, 7-11 Friedlein (= *test.* 4 a Timpanaro), Hippocrate a été le premier à appliquer la réduction de problèmes difficiles de la géométrie. Par réduction (ἀπαγωγή) Proclus entend « le passage (μετάβασις) d'un problème ou théorème à un autre qui, tout en étant déjà connu ou déjà résolu, rend évident aussi celui qui a été proposé ». Blumer-Thomas **16**, p. 411, rappelle qu'on a supposé parfois, sur la base de Platon, *République* VI, 510 b - 511 c, ainsi que de D.L. III 24 et de Proclus lui-même, *ibid.*, p. 211, 18-20 Friedlein, que c'est Platon qui a été l'inventeur de cette méthode. Or, comme le remarque Blumer-Thomas **16**, *ibid.*, d'un côté, Platon fait référence à l'analyse philosophique ; de l'autre, Diogène Laërce et Proclus affirment seulement que Platon a communiqué ou expliqué à Léodamas de Thasos la méthode de recherche par analyse (ἀνάλυσις) – ici géométrique –. On n'en déduit donc pas que Platon a inventé la méthode de « réduction » ou « analyse » (le sens de ces mots semble ici le même). Cela dit, il est difficile d'accepter que la méthode en elle-même n'ait pas été utilisée avant Hippocrate par les pythagoriciens : cf. **20** G. Loria, *Le scienze essatte nell'antica Grecia*, Milano 1914², p. 75, 77 *sq.* ; Timpanaro Cardini **2**, p. 62 *sq.* ; Blumer-Thomas **16**, p. 411 ; Conche **17**, p. 176 (cf. *infra*, B).

B. LE PROBLèME DE LA DUPLICATION DU CUBE

Cf. **21** A. Sturm, «Das Delische Problem I: Behandlung des Problems in der platonischen Zeit», dans *XXIX. Programm des K.K. Ober-Gymnasiums der Benedictiner zu Seitenstetten.* Veröffentlicht am Schlusse des Schuljahres 1895, Linz 1895, p. 3-56, notamment p. 17-22; **22** P. Tannery, «Sur les solutions du Problème de Délos par Archytas et par Eudoxe. Divination d'une solution perdue», *MemSocScBord,* 2e sér., 2, 1878, p. 277-283 (repris dans *Mémoires scientifiques,* t. I: *Sciences exactes dans l'Antiquité 1876-1883, I,* Toulouse/Paris 1912, réimpr. 1995, coll. «Les grands classiques Gauthier-Villars», p. 53-61); Björnbo **6**, col. 1785 *sq.*; Heath **7**, t. I, p. 200-201; Becker **11**, p. 75, 82, 86, 89; Blumer-Thomas **16**, p. 411; **23** P. Cosenza, «Una tecnica di trasformazione nella sillogistica di Aristote», *AAN* 85, 1974, p. 60-91; **24** S. Maracchia, «La riduzione di Ippocrate di Chio», *C&S* 1975 n° 56, p. 174-182; **25** H.J. Krämer, *GGP, Antike* 3, p. 77 *sq.*, 132.

Hippocrate s'est occupé d'un des problèmes classiques des mathématiques anciennes, le problème dit "de Délos" ou de la duplication du cube. Comme le remarque **26** L. Brisson, *Platon. Timée, Critias,* coll. *GF* 618, Paris 1992, p. 46, 232 n. 136, le fait qu'on ne savait pas extraire la racine cubique à l'époque de Platon rendait toute solution à ce problème impossible. Proclus, *op. cit.,* Prop. I, probl. I, p. 213, 2-7 Friedlein, présente comme un exemple de la méthode de réduction la réduction du problème de la duplication du cube à celui de trouver deux moyennes proportionnelles entre deux segments de droite donnés *a* et *b* (dans le cas particulier, le côté du cube donné et son double). Il n'attribue pas cette réduction à Hippocrate, mais d'après la lettre (inauthentique) d'Ératosthène de Cyrène (➾E 52) à Ptolémée Évergète conservée par Eutocios, *Comm. in libros de sphaera et cylindro* II, p. 104, 12 Heiberg (= *test.* 4, li. 207-213 Timpanaro), c'est Hippocrate qui aurait contribué à la solution du problème grâce à cette réduction, qui impliquait toutefois – comme remarque le Pseudo-Eratosthène – un problème non moins difficile (cf. Timpanaro Cardini **2**, p. 63 n. *ad loc.*). En effet, même si on connaissait déjà dans le milieu pythagoricien la façon de trouver une moyenne proportionnelle entre deux droites (donc la façon de doubler le carré: cf. Platon, *Ménon* 81e-84b), on ne connaissait pas la façon d'en trouver deux. D'après Loria **20**, Timpanaro Cardini **2** ou Blumer-Thomas **16** (cf. *supra,* A), l'originalité d'Hippocrate a été de comprendre (par analogie) que la duplication du cube impliquait de trouver deux moyennes proportionnelles. A son tour, Heath **7**, t. I, p. 201, a suggéré la possibilité que cette idée ait été empruntée par Hippocrate à la théorie des nombres. En effet, Platon affirme dans le *Timée* 32 a-b, qu'il y a un nombre moyen proportionnel entre deux nombres carrés, mais qu'il en faut deux entre deux nombres cubiques (cf. Brisson **26**, p. 46).

En notation moderne, la réduction d'Hippocrate se présente de la sorte: si $a : x = x : y = y : b$, alors $a^3 : x^3 = a : b$; et si $b = 2a$, il s'ensuit qu'un cube de côté x est le double d'un cube de côté a. Autrement dit, le problème de trouver un cube qui soit le double d'un cube ayant le côté *a* se réduit à trouver deux moyennes proportionnelles, *x* et *y*, entre *a* et 2*b*.

D'après Eutocios (➽E 175), *loc. cit.*, Ménèchme de Proconnèse (IV[a]), le disciple d'Eudoxe de Cnide (➽E 98), aurait repris la proposition d'Hippocrate selon laquelle la racine cubique de *a* est égale à la première des deux moyennes proportionnelles entre *a* et *b*, et aurait résolu les équations dérivant de $a : x = x : y = y : b$, à savoir: $y = x^2$ et $y = b : x$ (cf. Sturm **21**, p. 37-48 ; Becker **11**, p. 82-85). Or, comme le remarque **27** J. Mau, art. « Menaichmos » 3, *KP* III, 1969, col. 1196, l'attribution de cette solution à Ménèchme est irréelle, parce qu'elle présuppose des propositions de la théorie des sections coniques (ellipse, parabole et hyperbole) d'Apollonios de Pergé (III[a] ; cf. **28** A. Sturm, « Das Delische Problem II [Fortsetzung] : Behandlung des Problems in der alexandrinischen Zeit », dans *XXX. Programm des K.K. Ober-Gymnasiums der Benedictiner zu Seitenstetten.* Veröffentlicht am Schlusse des Schuljahres 1896, Linz 1896, p. 57-97, notamment p. 66-74). On peut dire en tout cas que la réduction d'Hippocrate a contribué au développement de cette théorie et donc à la solution du problème.

C. LA QUADRATURE DES LUNULES

Cf. **29** P. Tannery, « Hippocrate de Chios et la quadrature des lunules », *MemSocScBord*, 2[e] sér., 2, 1878, p. 179-184 (repris dans *Mémoires scientifiques*, t. I, Toulouse/ Paris 1912, réimpr. 1995, p. 46-52) ; **30** *Id.*, « Le fragment d'Eudème sur la quadrature des lunules », *MemSocScBord*, 2[e] sér., 5, 1883, p. 217-237 (repris dans *Mémoires scientifiques*, t. I, Toulouse/Paris 1912, réimpr. 1995, p. 339-370) ; **31** *Id.*, « Simplicius et la quadrature du cercle », *BiblMath*, 3[e] sér., 3, 1902, p. 342-349 (repris dans *Mémoires scientifiques*, t. III : *Sciences exactes dans l'Antiquité 1899-1913, III*, Toulouse/Paris 1915, réimpr. 1995, p. 119-130) ; **32** J.L. Heiberg, « Griechische und römische Mathematik. Jahresberichte », *Philologus* 43, 1884, p. 321-346, 467-522, notamment p. 336-344 ; **33** H. Usener et P. Tannery, « II Appendix Hippocratea », dans H. Diels, *Simplicii in Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria*, coll. *CAG* 9, Berolini 1882, p. XXIII-XXVI (= « H. Usener Bonnensis de supplendis Hippocratis quas omisit Eudemus constructionibus »), p. XXVI-XXXI (« Paulus Tannery Haurensis in Simplicii de Antiphonte et Hippocrate excerpta p. 54-69 ») ; **34** F. Rudio, « Der Bericht des Simplicius über die Quadraturen des Antiphon und des Hippokrates », *BiblMath*, 3[e] sér., 3, 1902, p.7-62 ; **35** *Id.*, « Zur Rehabilitation des Simplicius », *BiblMath* 4, 1903, p. 13-18 ; **36** *Id.*, « Die Möndchen des Hippokrates », *VNGZ* 50, 1905, p. 177-200 (« Nachtrag », *ibid.* , p. 224) ; **37** *Id.*, « Notizen zu dem Berichte des Simplicius », *ibid.*, p. 213-223 ; **38** Id., *Der Bericht des Simplicius über die Quadraturen des Antiphon und des Hippokrates*, griechisch und deutsch. Mit einem historischen Erläuterungsbericht als Einleitung. Im Anhangen ergänzende Urkunden, verbunden durch eine Übersicht über die Geschichte des Problemes von der Kreisquadratur von Euklid, coll. « Urkunden zur Geschichte der Mathematik im Altertume » 1. Heft, Leipzig 1907 (cf. Heath **7**, t. I, p. 187-190) ; **39** W. Schmidt, « Zu dem Berichte des Simplicius über die Möndchen des Hippokrates », *BiblMath*, 3[e] sér., 4, 1903, p. 118-126 ; Heath **7**, t. I, p. 183-200 ; **40** O. Becker, « Zur Textgestaltung des Eudemischen Berichts über die Quadratur der Möndchen durch Hippokrates von Chios », *QStGM*, Abt. B, 3, 1936, p. 411-418 ; **41** *Id.*, « Zum Text eines mathematischen Beweises in eudemischen Bericht über die Quadraturen der "Möndchen" durch Hippokrates von Chios bei Simplicius», *Philologus* 99, 1954-1955, p. 313-316; **42** F. Wehrli, *Eudemos von Rhodos,* coll. «Die Schule des Aristoteles», t. VIII, Basel 1969[2], p. 59, 28 - 66, 6 ; **43** G. Lloyd, « The alleged fallacy of Hippocrates of Chios», *Apeiron* 20, 1987, p. 103-128; **44** M. Federspiel, « Sur la locution ἐφ' οὗ / ἐφ' ᾧ servant à désigner des êtres géométriques par des lettres. Avec des remarques sur l'art de traduire et sur la langue mathématique d'Hippocrate de Chio », dans J.-Y. Guillaumin (édit.), *Mathématiques dans l'antiquité,* coll. « Mémoires du Centre Jean Palerne » 11, Saint-Étienne 1992, p. 9-25.

Hippocrate s'est occupé en particulier de la géométrie du cercle, dont il peut être considéré comme le fondateur (cf. Conche **17**, p. 176). Il se rendit surtout célèbre par la quadrature des lunules, figures planes formées par l'intersection de deux arcs de cercle dont la concavité est tournée dans le même sens. En effet, la quadrature du cercle entier étant impossible, on a trouvé celle de quelques-unes de ses parties, et la première et la plus célèbre est celle des lunules due à Hippocrate. Ce travail nous est connu par Simplicius, *in Phys.* I 2, 185 a 14, p. 53, 28 - 69, 34 Diels (= *test.* 3, li. 34-206 Timpanaro), qui reconnaît avoir tiré son récit de l'*Histoire de la Géométrie* d'Eudème de Rhodes [➳E 93] (fr. 140 Wehrli[2]). D'après Björnbo **6**, col. 1790, l'argument d'Hippocrate représente pour nous le fragment le plus ancien des mathématiques grecques qui nous soit parvenu. On comprend bien en tout cas pourquoi, depuis Rudio jusqu'à Becker ou Wehrli, les critiques ont tenté de reconstituer cet argument en séparant les mots d'Eudème et de Simplicius, mais cette tentative se révèle plutôt vaine (cf. les notes de Timpanaro Cardini **2**, p. 44 *sq.*; et Blumer-Thomas **16**, p. 411).

Pour les démonstrations complexes de la quadrature des lunules selon Hippocrate et les détails du texte de Simplicius, nous renvoyons encore à Timpanaro Cardini **2**, p. 42-60 (avec de riches notes) et à Blumer-Thomas **16**, p. 411-414 (cf. aussi Björnbo **6**, col. 1787 *sqq.*; et Mau **15**, col. 1166-1168). Rappelons ici seulement qu'Aristote, *Sophistici Elenchi* 11, 171 b 12-16 (cf. *Id., Physica* I 2, 185 a, 16 *sqq.* = *test.* 3, li. 26-33 Timpanaro), accusa Hippocrate comme géomètre d'avoir créé un paralogisme avec ses lunules. On peut mieux comprendre cette accusation grâce à Simplicius, *loc. cit.,* p. 56 *sq.* Diels, où Alexandre d'Aphrodisias attribue à Hippocrate l'erreur d'avoir appliqué à la lunule construite sur le côté de l'hexagone inscrit dans le cercle, la quadrature propre de la lunule construite sur le côté du carré inscrit dans le cercle, comme si les deux lunules étaient identiques. En réalité cette erreur ne se trouvait pas dans la démonstration d'Hippocrate telle que Simplicius la présente selon Eudème. Hippocrate était conscient qu'on ne pouvait carrer que trois lunules : la lunule (construite sur un triangle isocèle composé de deux triangles isocèles rectangles) ayant un arc extérieur égal à un demi-cercle; la lunule (construite sur un trapèze) ayant un arc extérieur plus grand qu'un demi-cercle; et celle (construite sur une figure plus compliquée décrite comme νεῦσις) ayant un arc extérieur moins grand qu'un demi-cercle. Cependant, il ajoutait une autre quadrature, celle d'une lunule et d'un cercle ensemble, qui produit un cercle divisé en six sections. C'est probablement à partir d'ici qu'Aristote a envisagé une tromperie dans la démonstration d'Hippocrate, dans la pensée que celui-ci prétendait avoir trouvé la quadrature du cercle à travers celle des lunules, une idée qui est passée aux commentateurs d'Aristote, comme Olympiodore, *loc. cit.*, p. 45, 25 *sq.* Stüve (cf. Timpanaro Cardini **2**, p. 33 *sq.*; Blumer-Thomas **16**, p. 413) : de toute évidence, comme l'affirme Blumer-Thomas **16**, p. 414, la prétendue tromperie résiderait, d'un côté, dans le fait que la lunule carrée avec le cercle ne s'identifie pas avec aucune des lunules préalablement carrées par Hippocrate ; de l'autre, dans le fait qu'Hippocrate a carré des lunules ayant un arc extérieur égal, plus grand ou moins grand qu'un demi-cercle, mais qu'au lieu de carrer toutes les lunules, il en a carré seulement une de chaque classe. En réalité, l'œuvre d'Hippocrate ne contenait pas cette tromperie (cf. récemment Lloyd **43**). Il ne pensait nullement avoir trouvé la quadrature du cercle. Cela n'empêche cependant pas de penser qu'Hippocrate s'est intéressé à ce problème (cf. Philopon, *loc. cit.*), qui était l'un des problèmes classiques des mathématiques de son temps. Dans ce sens, Blumer-Thomas **16**, p. 412, suggère qu'Hippocrate a pu caresser l'espoir que les quadratures des lunules, développées de façon appropriée, pouvaient conduire à la quadrature du cercle. A son tour, Timpanaro Cardini **2**, p. 34, considère que la quatrième quadrature d'Hippocrate montre que celui-ci était attiré par la nature irrationnelle de l'aire du cercle : « Egli certamente mirò a ottenere la rigorosa equivalenza delle figure *more geometrico*, mentre le considerazioni paradossali di Zenone sull'infinito e l'infinitesimo suggeriscono piuttosto la quadratura " sofistica " di Antifonte ; è pur vero però che, enunciando nella quadratura delle lunole il teorema che i cerchi stanno fra loro come i quadrati dei loro diametri, già implicitamente assumeva l'approssimazione all'infinito del quadrato al cerchio e preludeva a quel metodo di " esaustione " che, secondo Archimede, fu per la prima volta formulato da Eudosso di Cnido » (cf. Krämer **25**, p. 77).

Notons que dans certains manuscrits latins du Moyen Age on trouve une quadrature du cercle *per lunulas* : cf. **45** M. Clagett, « The *Quadatura circuli per lunulas* », Appendix II, dans *Archimedes in the Middle Ages*, Madison 1964, t. I, p. 610-626, qui présente deux versions médiévales des quadratures d'Hippocrate.

Enfin, les critiques ne se sont pas accordés sur la question de savoir si la quadrature des lunules faisait partie des *Éléments* d'Hippocrate ou constituait un livre à part. L'origine de cette dernière hypothèse, formulée pour la première fois par Tannery **30**, *Mémoires scientifiques*, t. I, p. 354-358, se trouve dans le fait que les *Éléments* d'Euclide ne parlent nullement des lunules. Loria **20**, p. 91, a tendance à se ranger à cet avis (cf. aussi Blumer-Thomas **16**, p. 416), tandis que Timpanaro Cardini **2**, p. 37, ne se montre pas très convaincue.

D. LES éLéMENTS DE GéOMéTRIE

Cf. Björnbo **6**, col. 1783-1785 ; Heath **7**, t. I, p. 201-202 ; Lasserre **13**, p. 9-11 ; Timpanaro Cardini **2**, p. 35-37 ; Blumer-Thomas **16**, p. 414-416 ; **46** B.L. van der Waerden, « Über das erste Buch der Elemente Euklids. Zusammenfassung », *AIHS* 26, 1976, 295-296 ; **47** *Id.*, « Die Postulate und Konstruktionen in der frühgriechischen Geometrie », *AHES* 18, 1977-1978, p. 343-357 ; Krämer **25**, p. 134.

Proclus, comme nous l'avons dit plus haut, affirme dans son résumé de l'histoire de la géométrie (tiré vraisemblablement d'Eudème) qu'Hippocrate a été l'auteur du premier recueil d'*Éléments*. Parmi les géomètres postérieurs que Proclus cite, il en mentionne deux qui ont composé aussi des *Éléments* : Léon (p. 66, 20 *sq.* Friedlein) et Theudios de Magnésie (p. 67, 14-16 Friedlein). Mais seuls les *Éléments* d'Euclide (*ca* 300[a]) nous sont parvenus.

Cependant, les critiques ont considéré qu'il est possible de se faire une idée du contenu du recueil d'Hippocrate. En général, ils estiment à peu près établi, comme Lasserre **13**, p. 11, qu'Hippocrate « exposait déjà par une succession de théorèmes la matière des quatre premiers livres d'Euclide, c'est-à-dire des constructions des figures élémentaires et de certains polygones réguliers, les égalités et les similitudes de ces figures, quelques problèmes de partage et quelques problèmes relatifs au cercle ». Dans le même sens, Timpanaro Cardini **2**, p. 36 *sq.*, suppose qu'Hippocrate a éprouvé la nécessité de rassembler d'une façon systématique des connaissances qui se trouvaient alors sans doute dispersées et désordonnées, celles qu'il a acquises dans sa patrie et celles qu'il a trouvées dans le milieu athénien : « Si può ritenere che tra la fine del VI secolo e il principio del V venisse elaborata la materia che costituisce la sostanza dei due primi libri di Euclide, e che nella I[a] metà del sec. V prendesse sviluppo la geometria del cerchio, che occupa i libri III e IV di Euclide, a cui certamente Ippocrate dette un contributo decisivo. »

Pour un essai de reconstitution plus précis, nous renvoyons notamment à Blumer-Thomas **16**, p. 414-416. Pour la question de savoir si la quadrature des lunules faisait partie des *Éléments,* voir *supra,* B.

D. L'ASTRONOMIE

Grâce aux *Météorologiques* d'Aristote, on connaît certaines opinions d'Hippocrate (et de son disciple Eschyle) dans le domaine de l'astronomie : des opinions, d'un côté, sur les comètes, notamment l'idée qu'elles sont des planètes dont la queue est due à un effet de réflexion (I 6, 342 b 29 - 343 a 20 = *test.* 5, 225-252 Timpanaro ; cf. Olympiodore, *loc. cit.*, p. 45, 29 *sqq.* Stüve) ; de l'autre, sur la Voie lactée, qui serait aussi un phénomène de réflexion de nos rayons visuels vers le soleil (I 8, 345 b 9-12 = *test.* 5, 264-267 Timpanaro). Aristote formule ses objections aussi bien dans un cas que dans l'autre (cf. Alexandre d'Aphrodisias, *in Meteor.* I 8, 345 a 11, p. 38, 28-32 Wendland = *test.* 6, 268-274 Timpanaro).

L'astronomie d'Hippocrate semble avoir subi notamment l'influence des pythagoriciens, comme on le constate en ce qui concerne la question des comètes, ainsi que le remarque Timpanaro Cardini **2**, p. 29 (cf. aussi Blumer-Thomas **16**, p. 416) : « In un'epoca di intense ricerche astronomiche come fu il sec. V, in cui i Pitagorici andarono variamente elaborando le loro dottrine dal sistema geocentrico a quello pirocentrico di Filolao, troviamo Ippocrate sostenere in accordo coi Pitagorici che la cometa è un astro errante, come i cinque pianeti, e solo discutere e dissentire sulla costituzione della chioma, non sulla natura del nucleo. »

PEDRO PABLO FUENTES GONZÁLEZ.