Le traité sur la quadrature des lunules attribué à Alberti

Dominique Raynaud

Slightly revised for *Albertiana* (Firenze), IX (2006) : 31-68.

DOMINIQUE RAYNAUD

LE TRAITÉ SUR LA QUADRATURE DES LUNULES ATTRIBUÉ À LEON BATTISTA ALBERTI*

Le *De lunularum quadratura* (Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, ms. *Magl. V 243*, f^{os} 77v-79r) est un court opuscule traditionnellement attribué à Leon Battista Alberti selon une conjecture qui remonte à la première édition de ce texte par Girolamo Mancini.[1] Cette attribution ne repose sur aucune preuve directe. Elle résulte de ce que le traité est joint à une copie des *Ex ludis rerum mathematicarum* du même auteur et de l'intérêt qu'il portait aux sciences exactes, ce dont témoigneraient la composition des *Ludi*, les sources optico-géométriques du *De pictura* définissant le *modo optimo* de la perspective, celles de la *Descriptio urbis Romæ* proposant une méthode de relevé optique, enfin la rédaction des *Elementa picturæ* dont certaines sections abordent des questions de géométrie.[2] Les études albertiennes restent étroitement dépendantes

* Université Pierre-Mendès-France, BP 47, 38040 Grenoble cedex 9, dominique.raynaud@upmf-grenoble.fr. Je remercie Roshdi Rashed (Paris) de m'avoir prodigué de nombreux conseils sur une version préparatoire du manuscrit; Anne-Marie Bernardi (Aix-en-Provence) d'avoir bien voulu réviser la traduction du commentaire de Simplicius; Francesco Furlan et la rédaction d'«Albertiana» d'avoir apporté quelques compléments au texte, en particulier à la notice philologique. Mes remerciements vont aussi à Sonia Brentjes (Berlin), Charles Burnett (London), Jan Hogendijk (Utrecht), Tzvi Langermann (Ramat Gan) qui m'ont aidé dans mes recherches. Toutes les insuffisances du texte sont miennes.

1 *Leonis Baptistæ Alberti Opera inedita et pauca separatim impressa*, Hieronymus Mancini curante, Florentiæ, Sansoni, 1890, pp. 305-307. On notera que Vasari ne mentionne pas ce traité: «[Alberti] fu ancora molto piú inclinato a lo scrivere che a lo operare. E sí come negli scritti suoi si conosce, fu molto litterato, *bonissimo aritmetico e geometrico*, e scrisse de la architettura dieci libri in lingua latina […]. Scrisse ancora de la pittura tre libri […]. Fece un trattato di tirari e di ordini da misurare altezze» (GIORGIO VASARI, *Le Vite de' piú eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue, insino a' tempi nostri* [nell'edizione per i tipi di Lorenzo Torrentino, Firenze, 1550], a cura di Luciano Bellosi e Aldo Rossi, presentazione di Giovanni Previtali, Torino, Einaudi, 1986 et 1991², vol. 1, pp. 355 s). Quelques décennies plus tard, le bibliographe Poccianti, qui évoque un *Tractatus mathematica intitulatus*, ne le cite pas davantage (cf. *Catalogus scriptorum Florentinus omnis generis […] auctore reverendo Patre Michæle Pocciantio Florentino, Ordinis Servorum B. M. Virg*., Florentiæ, apud Philippum Iunctam, MDLXXXIX, p. 112).

2 Cf. LUDOVICO GEYMONAT, *Prefazione*, dans LEON BATTISTA ALBERTI, *Ludi matematici [Ex ludis rerum mathematicarum]*, a cura di Raffaele Rinaldi, con una prefazione di L.G., Milano, Guanda, 1980, pp. 7-11; FRANCESCO FURLAN, *De l'alchimie ou des sciences inutiles: Méthode et valeur de la recherche chez Leon Battista Alberti*, dans «Chrysopœia», II, 1988, pp. 221-248 – puis, dans une version «revue, corrigée et mise à jour», dans ID., *Studia albertiana: Lectures et lecteurs de L.B. Alberti*, Paris, J. Vrin & Torino, Nino Aragno, 2003, pp. 17-38. On a pu lire dans ces traités un témoignage de l'excellence mathématique d'Alberti: «Dalla loro lettura ci si può, bensì, rendere conto che l'autore padroneggia assai bene, per l'epoca, gli strumenti forniti dalla grande scienza classica, utilizzandoli con agilità nella risoluzione dei problemi via via presi in esame […]. È ben noto che il campo di maggior rilievo ove l'Alberti diede prova del suo vigore scientifico è quello della geometria» (L. GEYMONAT, *Prefazione*, cit., p. 9). Cependant, «il ne semble pas justifié d'attribuer à Alberti […] de véritables innovations mathématiques», ainsi que le fait observer PIERRE SOUFFRIN, *Introduction*, dans LEON BATTISTA ALBERTI, *Divertissements mathématiques*, Texte introduit, annoté et traduit de l'italien par P.S., Paris, Seuil, 2002, pp. 7-17: 11. Si un intérêt diffus d'Alberti pour les mathématiques est incontestable, un intérêt prononcé, qui l'aurait conduit à entreprendre des recherches mathématiques de haut niveau, reste douteux. Les problèmes exposés dans les *Ludi*, qui font tous appel à des connaissances élémentaires, sont qualifiés par Alberti de «matières fort subtiles» dans sa dédicace au marquis Meliaduso d'Este, «himself an acomplished mathematician» selon BERTRAND GILLE, *Alberti, Leone Battista*, dans *Dictionary of scientific biography*, Charles C. Gillispie editor in chief, New York, Scribner, 1970-1980 et 1981², vol. I, *s.v.*, pp. 96-98. L'auteur note (p. 97) que «Alberti wrote a book of mathematical commentaries that may have contained more precise ideas, but unfortunately the manuscript has never been found». Cette information est tirée de Bonucci, lequel attribue à Alberti divers *Commentarii di cose matematiche* en se fondant lui-même sur un témoignage supposé d'Alberti: «di averli scritti lo dice l'Alberti stesso nel II Cap. del Lib. 3° della sua *Architettura*», affirme-t-il (*Opere volgari di Leon Batt. Alberti per la piú parte inedite e tratte dagli autografi*, annotate e illustrate dal Dott. Anicio Bonucci, t. V, Firenze, Tip. Galileiana, 1849 [*sed* 1850?], p. 376). Mais

de cette conjoncture, puisque de nombreux auteurs ont attribué le traité sur les lunules à Alberti: après Mancini,[3] Michel,[4] Wolff,[5] Santinello,[6] Arrighi,[7] Gille,[8] Gadol.[9] Par comparaison, rares sont ceux qui jugent l'attribution seulement possible: Furlan,[10] Anstey[11] – ou qui ne se

---

Alberti évoque seulement en ce passage une «res ab instituto aliena, de qua alibi in commentariis rerum mathematicarum transegimus» (LEON BATTISTA ALBERTI, *L'Architettura [De re ædificatoria]*, Testo latino e traduzione a cura di Giovanni Orlandi, Introduzione e note di Paolo Portoghesi, Milano, Il Polifilo, 1966, III 2, p. 177), expression qui pourrait renvoyer à la seule composition des *Ludi*. Pour une vue d'ensemble des mathématiques à la Renaissance, voir PAUL LAWRENCE ROSE, *The Italian Renaissance of mathematics: Studies on humanists and mathematicians from Petrarch to Galileo*, Genève, Droz, 1976.

[3] Mancini paraît se rétracter au moment d'éditer le texte (cf. *Leonis Baptistæ Alberti Opera inedita…*, éd. cit., p. 305: «Problema solutum a Baptista Alberto conjicio, sed certissima notitia deest») et ne l'étudie pas dans sa biographie (GIROLAMO MANCINI, *Vita di Leon Battista Alberti*, Firenze, Sansoni, 1882 et «Seconda edizione completamente rinnovata con figure illustrative», Firenze, Carnesecchi, 1911 [= Roma, Bardi, 1967 et 1971]).

[4] Cf. PAUL-HENRI MICHEL, *Un idéal humain au XV^e siècle: La pensée de L.B. Alberti*, Paris, Les Belles Lettres, 1930. L'auteur ne mentionne pas le *De lunularum quadratura* dans la liste des textes apocryphes (cf. *ibid*., p. 39), et en donne le commentaire que voici: «Alberti se propose de faire la quadrature [d'une] surface en forme de croissant de lune *(lunula)*. […] Le seul tort d'Alberti est de conclure, par une généralisation trop audacieuse, à la possibilité de trouver la quadrature du cercle. […] Le *De lunularum quadratura* offre l'exemple, rare chez Alberti, d'un problème dont l'intérêt est uniquement mathématique» *(ibid*., pp. 162-164). L'une des raisons de cette attribution serait la similitude du titre de l'opuscule et de ceux qui sont utilisés dans les *Ludi*: «Modo di misurare una figura biangula», «Modo di misurare l'altezza di una torre da un luogho discosto», etc. Malheureusement, on trouve dans la littérature médiévale quantité de traités sur les problèmes de mesure *(e.g.* ABU BAKR, *Liber mensurationum*; ABRAHAM BAR HIYYA (*sc.* SAVASORDA), *Liber embadorum*; JEAN DE MURS, *De arte mensurandi*, etc.) qui utilisent des expressions équivalentes. L'argument est donc insuffisant pour attribuer le traité à Alberti.

[5] Cf. GEORG WOLFF, *Leon Battista Alberti als Mathematiker*, dans «Scientia», LX, 1936, pp. 353-359: 353: «Auch die Kreisquadratur hat ihn beschäftigt und zwar die Berechnung der Möndchen».

[6] Cf. GIOVANNI SANTINELLO, *Leon Battista Alberti: Una visione estetica del mondo*, Firenze, Sansoni, 1962, p. 172: «Intorno al *De re ædificatoria* si dispongono alcuni scritti composti in questo giro di anni e che esprimono l'interesse dell'Alberti per problemi particolari d'ordine scientifico e tecnico […]. Il *De lunularum quadratura* riprende un problema [de mesure des aires] lasciato insoluto nei *Ludi matematici*, perché appariva troppo sottile per uno scritto divulgativo dilettevole». L'auteur met ensuite ces recherches d'Alberti en rapport avec celles de Nicolas de Cuse qui rédigea «due trattatelli sull'argomento [le *De circuli quadratura* (12 juillet 1450) et le *Quadratura circuli* (décembre 1450)], usando il concetto di "lunula" per indicare un arco di cerchio, come l'Alberti nel *De lunularum quadratura*» (*ibid*., p. 175). Le premier argument est improbable (cf. *infra*, § 2.3), le second est inexact: le concept de «lunule» n'apparaît chez Alberti que dans le titre apocryphe (cf. *infra*, § 5.1).

[7] Cf. GINO ARRIGHI, *Leon Battista Alberti e le scienze esatte*, dans *Convegno internazionale indetto nel V centenario di Leon Battista Alberti* (Roma-Mantova-Firenze, 25-29 aprile 1972), Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, 1974, pp. 155-212: 171: «In una breve scrittura intitolata *De lunularum quadratura* l'Alberti […]».

[8] Cf. B. GILLE, *Alberti, Leone Battista*, cit., pp. 96 s.: «Unfortunately, a large part of Alberti's scientific work has been lost […]. Only one of these touched on a abstract question – lunules in «De lunularum quadratura» –, in which he furnished an elegant solution to the problem but lost his way in the squaring of the circle».

[9] Cf. JOAN K. GADOL, *Leon Battista Alberti: Universal man of the early Renaissance*, Chicago & London, The University of Chicago Press, 1969, p. 78 – tr. fr. par Jean-Pierre Ricard: *Leon Battista Alberti: Homme universel de la Renaissance*, Paris, Les Éditions de la Passion, 1995, pp. 79 s. (selon Gadol, ce traité aurait été composé pour faciliter la construction du «définisseur» utilisé pour prendre les mesures d'une statue – au moyen d'un horizon, d'une aiguille et d'un fil à plomb –: «The problem of relating the units of the diameter of the disk to those on its perimeter may well be what drove Alberti to his efforts to square the circle, «De lunularum quadratura», *Op. ined.,* pp. 305-7»).

[10] Ayant reconnu que l'hypothèse d'une attribution à Alberti «n'a pas progressé depuis la conjecture de Mancini», F. FURLAN (*De l'alchimie ou des sciences inutiles…*, cit., 2003, p. 25, n. 2) note: «Il est évident que cette conjecture pose des problèmes, […] mais il ne nous paraît pas aisé de l'écarter sans un recensement complet et une conséquente discussion des données et des indices que l'on possède à son sujet. Il n'est pas insoutenable […] que le titre qui dans la plupart des mss. précède les *Ludi (Ex ludis rerum mathematicarum)* […] fasse allusion sinon à un ouvrage de plus amples proportions, du moins à une sorte de *zibaldone*, de grand cahier où Alberti aurait recueilli ses "investigazioni e dimostrazioni matematice" […] et d'où proviendraient à la fois les *Ludi* et le *De lunularum quadratura*».

[11] Cf. TIM ANSTEY, *Theology and geometry in the façade of S. Maria Novella*, dans «Albertiana», VI, 2003, pp. 27-49: 33 s.: «*De lunularum quadratura*, was discovered inserted into a manuscript of *Ex ludis rerum mathematicarum* (Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, *Magl. VI 243*, fols. 77v-79r) and was conjecturally

prononcent pas sur l'authenticité du traité: Grayson,[12] Clagett,[13] Geymonat.[14] Cette faible dispersion des opinions témoigne de la retenue à retirer l'opuscule à Alberti et il faut bien avouer que nous n'en savons guère plus aujourd'hui qu'à l'heure des premières conjectures. La présente étude ne saurait donc avoir d'autre point de départ que le constat de Mandosio: «La question de l'attribution à Alberti d'un opuscule sur la quadrature du cercle *(De lunularum quadratura)*, mis sous son nom, n'est toujours pas tranchée».[15]

Nous donnons ici une nouvelle édition du texte (en Appendice) et nous établissons trois résultats: 1) Le traité sur la quadrature des lunules doit être définitivement retiré à Alberti; 2) Il s'agit d'une version corrompue de la première quadrature d'Hippocrate de Chio tirée du commentaire de Simplicius sur la *Physique* d'Aristote; 3) Le commentaire a été traduit du grec à l'arabe, de l'arabe au latin et du latin à l'italien, cette dernière version ayant été établie par (ou d'après) le traducteur italien de la *Perspectiva* d'Ibn al-Haytham et du *De crepusculis* d'Ibn Mu'âdh. L'intérêt de l'opuscule tient donc davantage à ses aspects socio-historiques qu'à ses aspects proprement mathématiques: il constitue une pièce du «mythe renaissant»,[16] tout en posant des problèmes classiques de transmission des connaissances scientifiques.

---

attributed to Alberti [...]. *De lunularum quadratura*, an undated XVth-century text on squaring the circle [...] has been attributed – perhaps questionably – to Alberti».

[12] Grayson identifie parfaitement le problème des fausses attributions, sans toutefois donner son avis sur le traité des lunules. Cf. CECIL GRAYSON, *Alberti, Leon Battista*, dans *Dizionario biografico degli italiani*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, vol. I, 1960, *s.v.*, pp. 702-709: 708a – où il remarque que l'édition des *Opere volgari di Leon Batt. Alberti* par Bonucci «contiene anche documenti vari [...] e alcune opere erroneamente attribuite all'A[lberti]». Même position dans son édition des *Opere volgari*, où le *De lunularum quadratura* ne figure, ni dans les textes édités, ni dans la liste des textes apocryphes. Cf. LEON BATTISTA ALBERTI, *Opere volgari*, a cura di Cecil Grayson, vol. III: *Trattati d'arte, Ludi rerum mathematicarum, Grammatica della lingua toscana, Opuscoli amatori, Lettere*, Bari, Laterza, 1973, pp. 429-433 («Appendice»).

[13] Cf. MARSHALL CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, Philadelphia, The American Philosophical Society, 1978, vol. III, part IV, pp. 1317 et 1328, n. 6: «If this piece is genuinely a part of Alberti's *De' ludi matematici*, it must have been written around 1450 [...]. Alberti (or whoever the author of this tract was) [...]».

[14] L. GEYMONAT, *Prefazione*, cit., pp. 7-11.

[15] JEAN-MARC MANDOSIO, *La classification des sciences et des arts chez Alberti*, dans *Leon Battista Alberti: Actes du Congrès international de Paris (Sorbonne-Institut de France-Institut culturel italien-Collège de France, 10-15 avril 1995) tenu sous la direction de Francesco Furlan, Pierre Laurens, Sylvain Matton*, Édités par Francesco Furlan, Paris, Librairie philosophique J. Vrin et Torino, Nino Aragno Editore, 2000, t. 2, pp. 643-704: 695. En effet, ce constat reste aujourd'hui valable en dépit des réserves générales sur l'attribution de l'opuscule à Alberti émises par LUCIA BERTOLINI (*[Scheda n°] 24*, dans *Leon Battista Alberti [Catalogo della mostra: Mantova, Palazzo Te, 1994]*, Ivrea, Olivetti & Milano, Electa, 1994, p. 434a-c) qui, après avoir rappellé le «giudizio fortemente limitativo espresso sul testo da Gino Arrighi» et «la valutazione testuale offerta dal Grayson, che [...] dichiarò il frammento "un lungo discorso sulla quadratura del circolo" aggiunto dal copista del Magliabechiano», conclut en affirmant que Mancini «in questo caso prese, *a quanto pare*, un clamoroso abbaglio» – l'italique de nous.

[16] Notons que ce texte a parfois servi d'appui à un *raisonnement circulaire*, prouvant les compétences mathématiques d'Alberti par ses recherches sur la quadrature des lunules, tout en justifiant l'authenticité de celles-ci par ses compétences mathématiques. C'est sur une base tout aussi fragile qu'A. BONUCCI (dans les *Opere volgari di Leon Batt. Alberti per la piú parte inedite e tratte dagli autografi*, éd. cit., vol. V, cit., p. 375), G. MANCINI (dans GIORGIO VASARI, *Vite cinque*, annotate da G.M., Firenze, Carnesecchi, 1917, pp. 26 s.) et G. ARRIGHI (*Leon Battista Alberti e le scienze esatte*, cit., pp. 169-171) attribuent à Alberti l'anonyme *Algorismus proportionum brevis* (Firenze, Biblioteca Riccardiana, ms. *927*, f^{os} 70r-113v). Cette attribution résulte de ce que, dans ce manuscrit, l'*Algorismus* succède à divers traités d'Alberti dont les *Elementa picturæ* (f^{os} 1r-12v), ce qui ne constitue pas en soi une preuve d'authenticité. ANDRE ALLARD, *Muhammad ibn Mûsâ al-Khwârizmî: Le Calcul indien (Algorismus)*, Histoire des textes, édition critique, traduction et commentaires des plus anciennes versions latines réalisées au XII^{e} siècle, Paris, Blanchard, 1992, recense les innombrables versions latines du *Liber alchorismi* – dont une «abrégée», précisément – et une bonne dizaine d'œuvres qui ont été rédigées en latin sur le même sujet (dont l'*Algorismus proportionum* d'ORESME). Cela donne la mesure du travail de comparaison qu'il faudrait entreprendre avant de se prononcer sur l'authenticité de ce texte.

1. COMMENTAIRE MATHEMATIQUE

Le *De lunularum quadratura* utilise certaines conventions médiévales d'exposition mathématique («dico che…» / «quod est propositum…») mais sans trop de systématisme: la formule «exempli gratia…» disparaît après la thèse, de même que les formules qui encadrent habituellement la démonstration: «probatio huius […] et hoc est quod demonstrare voluimus». Les notations manquent de cohérence: par exemple, les deux moitiés du segment de cercle sont nommées *AE*, *BD* au lieu de *AED*, *BDE*. L'auteur introduit la lunule *AB* sans même poser les deux cercles permettant sa définition (le cercle *ABCF* de centre *D*, le cercle *ABHI* de centre *C*) et n'explicite pas davantage les conditions particulières qui rendent vraies les propriétés de la figure (il faut poser *ABF* triangle isocèle rectangle en *F*, un rapport des diamètres $BI/AB = \sqrt{2}$, faire coïncider *C*, centre de *ABHI*, avec un point *C* de la circonférence *ABCF).* Enfin, l'auteur donne moins une réelle démonstration que des indications de démonstration (ainsi, l'égalité des triangles *ABC* et *ABF* est supposée mais non démontrée). Tout cela fait penser à l'œuvre d'un non-mathématicien – un philosophe ou peut-être un artisan versé dans des problèmes de géométrie pratique.

Plusieurs auteurs ont souligné que la conclusion de l'opuscule, visant la quadrature du cercle, était fausse.[17] Ils suivent en cela le résultat de la transcendance de π, établi par Lindemann en 1882. Il faut bien voir, toutefois, que la relation entre les lunules et le cercle était, depuis Hippocrate de Chio, une voie courante pour envisager la quadrature.[18] Il s'agit plus précisément d'un raisonnement «apagogique» ('par réduction') appliqué à la combinaison suivante: le cercle est la somme de deux lunules et de deux segments circulaires; si la lunule est quarrable et si le segment est quarrable, alors le cercle est quarrable. Nous en reproduisons ci-dessous la démonstration (en comblant les lacunes du texte).

Le § 1 est un exposé de trois propositions: [1] égalité de la lunule et du triangle isocèle rectangle; [2] comparaison des aires du segment et du triangle (proposition sans grande utilité); [3] égalité des segments circulaires. Tous ces éléments sont ceux de la quadrature de la première lunule d'Hippocrate de Chio.

[1] lun. $ABFG$ = tri. ABC [**fig. 1**]
[2] seg. AB < tri. ABC
[3] seg. AB = seg. AC + seg. BC

Le § 2 établit le rapport des aires des deux premiers cercles:

$$AB^2 = AC^2 + BC^2$$
$$AB^2 = 2AC^2$$
$$AB^2 = 2\left(\frac{AH}{2}\right)^2$$
$$AB^2 = \frac{1}{2}AH^2$$

[4] cerc. $ABCF = \frac{1}{2}$ cerc. $ABGH$

Le § 3 établit de la même façon le rapport des aires des deux autres cercles:

[5] cerc. $BCJD = \frac{1}{2}$ cerc. $ABCF$

---

[17] «Il giudizio subirà una variazione non positiva quando se ne legga la parte con cui lo squarcio stesso si conclude […] "che similmente è possibile il quadrare il circulo"» (G. ARRIGHI, *Leon Battista Alberti e le scienze esatte*, cit., p. 171). «Dans sa conclusion, l'auteur juge faussement qu'il est possible d'arriver à la quadrature du cercle en suivant une démarche analogue à celle qu'il venait d'exposer» (F. FURLAN, *De l'alchimie ou des sciences inutiles…*, cit., 2003, p. 25, n. 2).

[18] Cf. MAURICE CAVEING, *Introduction générale*, dans *Les* Éléments *d'Euclide*, Introduction générale de M.C., Traduction et commentaire de Bernard Vitrac, Paris, P.U.F., 1990-2001, vol. 1, p. 100.

Le § 4 traite du rapport des carrés inscrits:

$$\text{tri. } ABH = \frac{1}{2} \text{ car. } ABHI$$
$$\text{tri. } ABH = 2 \text{ tri. } ABC = \text{car. } ABCF$$
[6] $$\text{car. } ABCF = \frac{1}{2} \text{car. } ABHI$$

Le § 5 établit le rapport des aires des segments de cercle:

$$\text{seg. } AB = \frac{1}{4} \text{ (cerc. } ABHI - \text{car. } ABHI)$$
$$\text{seg. } AC = \frac{1}{4} \text{ (cerc. } ABCF - \text{car. } ABCF)$$
$$\text{cerc. } ABCF = \frac{1}{2} \text{ (cerc. } ABHI)$$
$$\text{car. } ABCF = \frac{1}{2} \text{ (car. } ABHI)$$
$$\text{seg. } AC = \frac{1}{4} (\frac{1}{2} \text{ cerc. } ABHI - \frac{1}{2} \text{car. } ABHI)$$
[7] $$\text{seg. } AC = \frac{1}{2} \text{ seg. } AB$$

Le § 6 démontre la thèse [3]:

$$\text{seg. } AC = \frac{1}{2} \text{ seg. } AB$$
$$\text{seg } AC = \text{seg. } BC$$
[8] $$\text{seg. } AC + \text{seg. } BC = \text{seg. } AB$$

Le § 7 montre que la somme des segments pris sur les petits côtés est inférieure à l'aire du triangle – thèse [2] qui n'est utile que pour soustraire le segment du triangle:

$$\text{seg. } AC + \text{seg. } BC < \text{tri. } ABC$$
$$\text{seg. } AC + \text{seg. } BC = \text{seg. } AB$$
[9] $$\text{seg. } AB < \text{tri. } ABC$$

À partir de quoi est prouvée la thèse [1] de l'égalité de la lunule et du triangle:

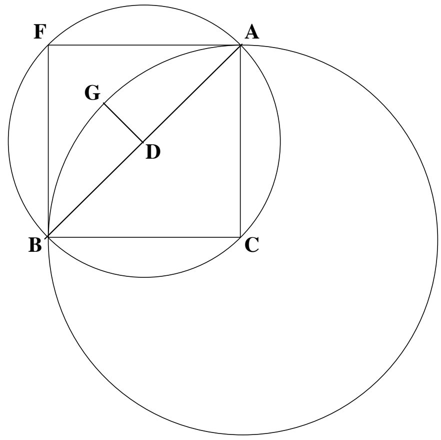
$$\text{lun. } ABFG = \text{tri. } ABF + \text{seg. } AF + \text{seg. } BF - \text{seg. } AB$$
[10] $$\text{lun. } ABFG = \text{tri. } ABF = \text{tri. } ABC$$

Enfin, le § 8 affirme sans démonstration que ce résultat est suffisant pour engager la quadrature du cercle.

Plusieurs failles ou paralogismes affectent ce texte: 1) le traité florentin reproduit le paralogisme non éristique (non sophistique) d'Hippocrate: on ne peut pas déduire du fait que *certaines* lunules sont quarrables, le fait que le cercle est lui-même quarrable;[19] 2) mais le traité

[19] Cf. *Simplicii in Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria*, Edidit Hermannus Diels, Berolini, Typis et impensis G. Reimeri, 1882, p. 61; *Der bericht des Simplicius über die quadraturen des Antiphon und des Hippokrates*, greichisch und deutsch von Ferdinand Rudio (Urkunden zur Geschichte der Mathematik im Altertum, 1. Heft), Leipzig, Teubner, 1907; PAUL TANNERY, *Mémoires scientifiques*, Paris, Gauthier-Villars, t. I, 1912, pp. 46-52 et 339-370; THOMAS LITTLE HEATH, *A history of Greek mathematics*, vol. I: *From Thales to Euclid*, Oxford, Clarendon Press, 1921, pp. 183-200. On doit aujourd'hui se référer aux bon commentaire de MAURICE CAVEING, *La figure et le nombre: Recherches sur les premières mathématiques des Grecs*, Lille, Presses Universitaires du Septentrion, 1997, pp. 95-132. Après avoir restitué les trois lunules

florentin pousse plus loin ce paralogisme, en exposant *une seule* des trois lunules quarrées par Hippocrate; 3) l'auteur a estimé ce résultat suffisant pour engager la quadrature du cercle, ce qui ne peut se concevoir que par une confusion sur l'idée de quadrature. Cherchons à quarrer le cercle *ACBF* [**fig. 1**] et partons de:



– Fig. 1 –

Cerc. $ACBF$ = lun. $ABFG$ + tri. ABC + seg. AB + seg. AC + seg. BC.

Sachant que:

1) lun. $ABFG$ = tri. ABC [10], et seg. AB = seg. AC + seg. AB [8]
2) le triangle est quarrable (*Éléments*, II 14)
3) l'aire du segment est connue par la formule de Héron: $\sigma = \frac{1}{2} f(f+c) + \frac{1}{14}\left(\frac{c}{2}\right)^2$

on peut écrire :

cerc. $ACBF$ = 2 tri. ABC + 2 seg. AB [d'après 8 et 10]

cerc. $ACBF = AC^2 + DG^2 + DG.AB + \frac{AB^2}{28}$

mais comme :

$DG = CG - CD = \left(AC - \frac{1}{2}AB\right)$

cerc. $ACBF = \frac{AB^2}{2} + \left(AC - \frac{AB}{2}\right)^2 + \left(AC - \frac{AB}{2}\right)AB + \frac{AB^2}{28}$

[11] cerc. $ACBF = \frac{22}{28}AB^2$

Le résultat [11] n'est qu'une approximation de la valeur exacte de la quadrature: cerc. *ABCF* $= \frac{\pi}{4}AB^2$, basée sur la valeur héronienne: $\pi = \frac{22}{7}$.

Si l'on souscrit à cette interpolation du passage «de même qu'est trouvée la quadrature de la lunule, de même peut-on quarrer le cercle», la particularité de l'opuscule florentin serait d'ajouter aux paralogismes classiques de la quadrature par les lunules une confusion sémantique entre *quadrature exacte* et *quadrature approchée* (au sens d'aire calculable selon

d'Hippocrate (m = 2, m = 3, m = $^3/_2$), Maurice Caveing montre que, si Hippocrate avait disposé de techniques mathématiques plus puissantes, il aurait pu quarrer trois autres lunules (m = 4, m = 5, m = $^5/_3$), sans pouvoir d'ailleurs se soustraire au paralogisme non éristique déjà signalé.

une formule d'approximation), ce qui incite à nouveau à reconnaître la marque d'un praticien ou d'un philosophe non mathématicien.[20]

2. CARACTERE APOCRYPHE DE L'OPUSCULE

2.1. *La graphie albertienne n'est pas celle du traité sur les lunules*

Le traité sur la quadrature des lunules n'est pas un autographe, mais il ne semble pas être davantage la copie d'un ms. albertien. La graphie d'Alberti nous est désormais bien connue.[21] Une recension de particularismes laisse apparaître d'importantes différences avec le texte du *De lunularum quadratura*. Plusieurs graphies du traité n'apparaissent jamais dans les manuscrits autographes d'Alberti ou dans ceux qui en dérivent directement:

MSS. AUTOGRAPHES (NON AUT.*) D'ALBERTI *Mirtia / De familia / De pictura**		MS. *MAGL. VI 243*, f^{os} 77 s. *De lunularum quadratura*
au*m*che / be*m*che / du*m*que / qualu*m*que	≠	a*n*che / du*n*que
content*a*ra / s*a*ra / s*a*ria	≠	s*e*ra / s*e*ria
d*e*ligenti* / s*e*gni*	≠	s*i* / s*i*gnata
*un*sieme	≠	*in*sieme
*c*iascuno / *c*i / *c*ioe	≠	*z*ioe / *z*oe
ma*g*iore / ma*gg*iore	≠	ma*z*ior
r*i*gattare / s*i*curo / d*i*finizione* / d*i*pinta*	≠	d*e*claratione / d*e*pincta / opp*e*nnioni
b*uo*n / l*uo*gho / s*uo*le / tr*uo*ua / u*uo*i	≠	h*o*meni / l*o*co / tr*o*uo / tr*o*uato
co*s*trutta / i*s*criuere* / mi*s*ura*	≠	i*ns*critto
ue*d*iamo / co*m*entare* / na*t*ura* / sa*p*ere*	≠	na*tt*ura / osten*ss*ione / per*ff*e*tt*amente / ue*dd*e

2.2. *Le texte italien comporte des erreurs de syntaxe*

Les erreurs de syntaxe que l'on trouve dans le traité sur les lunules ne s'expliquent que par l'existence d'un modèle latin sous-jacent que l'auteur n'a pas su traduire. Ainsi le passage «le due parti portione del circulo» n'a de sens que si l'on admet un calque du latin «duæ partes portionis circuli». L'omission de la préposition «della», qui laisse croire à une fausse synonymie entre «parti» et «portione», est difficilement explicable sous la plume d'un latiniste de premier plan: docteur en droit, abréviateur apostolique, Alberti n'aurait pas commis l'erreur et aurait lu correctement le génitif singulier «portionis». Ce sondage réfute donc que le traité puisse être la copie directe d'un autographe d'Alberti.

---

[20] Tous les géomètres n'ont cependant pas souligné l'écart entre quadrature exacte et quadrature approchée, peut-être parce que des méthodes d'approximation étaient également en usage en astronomie. Voir BORIS A. ROSENFEL'D-ADOLF P. YOUSCHKEVITCH, *Géométrie*, dans *Histoire des sciences arabes*, sous la direction de Roshdi Rashed avec la collaboration de Régis Morelon, Paris, Seuil, 1997, vol. 2, pp. 121-162: 122; ANDRE ALLARD, *Les mathématiques arabes en Occident*, *ibid*., pp. 199-229: 194. Cette distinction est assumée par exemple par QAḎI ABU BAKR, qui conclut la partie III 10 du *Livre des degrés dans l'explication des mesures* par les mots «Les aires des cercles et des segments circulaires ne sont [connus] que par approximation. Leur [quantité] exacte n'est connue que de Dieu, le Sublime» (JAN P. HOGENDIJK, *A Medieval Arabic treatise on mensuration by Qâdî Abû Bakr*, dans «Zeitschrift für Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften», VI, 1990, pp. 130-150: 139).

[21] Cf. entre autres P.-H. MICHEL, *Un idéal humain au XV^{e} siècle*..., cit., pp. 108-113; GIANFRANCO FOLENA, *Noterelle lessicali albertiane*, dans «Lingua nostra», XVIII, 1957, pp. 6-10; LUCIA BERTOLINI, *Prospezioni linguistiche sulla formazione di Leon Battista Alberti*, dans *Leon Battista Alberti e il Quattrocento: Studi in onore di Cecil Grayson e Ernst Gombrich*, Atti del Convegno internazionale a cura di Luca Chiavoni, Gianfranco Ferlisi, Maria Vittoria Grassi (Mantova, 29-31 ottobre 1998), Firenze, Olschki, 2001, pp. 81-106.

2.3. *En d'autres textes, Alberti nomme «lune» un segment de cercle et calcule l'aire de la lunule par une méthode de triangulation*

Dans sa conception, cet opuscule ne semble pas davantage revenir à Alberti. En effet, dans le *Ex ludis rerum mathematicarum,* œuvre de maturité dans laquelle Alberti emprunte certains problèmes aux *Agrimensores*, apparaît une classification des formes géométriques des champs.[22] Ceux qui sont à base de cercles sont «o tutti tondi, o linee dirette, o parte diritte parte d'arco [*i.e.* en segment de cercle], o composte di piú archi»,[23] le dernier cas englobant, selon la figure du ms. *Riccardianus 2942*, f° 57v le cas de la lunule. Alberti écrit alors:

Se 'l campo sarà non ritondo ma circuito da piú archi, cavatene prima tutti e' quadrati che entrano, e tutti i trianguli […]. Resteranno quelle parti simili a una *luna* amezzata o scema.[24]

Ces rapprochements laissent apparaître de nettes discordances: 1) l'expression «campo circuito da piú archi», tirée des *Ludi*, diffère des «linee curve e circulare» utilisées dans le *De lunularum quadratura*; 2) la méthode de calcul de l'aire de la lunule ici proposée ne fait aucunement référence au résultat d'Hippocrate: Alberti procède par triangulation;[25] 3) l'humaniste parle d'une «demi-lune ou un peu moins» *(luna amezzata o scema)* pour désigner, non pas la lunule, mais les segments de cercle restant après triangulation.

2.4. *L'opuscule florentin se fonde sur la version des* Éléments *de Robert de Chester alors qu'Alberti utilisait celle de Campanus*

Le *Modo di misurare* attribué à Alberti reproduit deux théorèmes d'Euclide (I 47 et XII 2). Marshall Clagett pense reconnaître en ces théorèmes la version de Campanus de Novare.[26] Sachant que de nombreuses versions des *Éléments* ont circulé, dans des formes parfois proches, une telle conclusion ne peut avoir de sens que rapportée à une comparaison systématique des

---

[22] La classification albertienne est par ailleurs largement tributaire des textes médiévaux, comme en attestent les parallèles textuels avec les géométries d'Epaphroditus et de Vitruvius Rufus (cf. P. TANNERY, *Mémoires scientifiques*, cit., t. V, 1922, pp. 43-49): «Se'l campo sarà circulare […]» = «Ager si fuerit in rotundo […]», «Se'l campo sarà non ritondo ma circuito da piú archi […]» = «Ager si fuerit lunatus […]», «S'ella proprio sarà parte quanto un mezzo circulo […]» = «Ager si fuerit semicirculus […]», «Se sarà parte e minore che un mezzo circulo […]» = «Ager si minor fuerit quam semicirculus […]». On trouve encore des échos de cette classification dans COSIMO BARTOLI, *Del modo di misurare le distantie, le superfitie, i corpi, le piante, le prouincie, le prospettiue, & tutte le altre cose terrene, che possono occorrere a gli huomini […]*, Venetia, Sebastiano Combi, 1564 et 1586[2] [1614] – qui expose, au livre II, «come si truoui la quadratura del cerchio» (ch. XXVI), également «in altro modo» (ch. XXVII), avant d'en venir à la mesure des champs: «campi tondi» (ch. XXV), «mezzi tondi» (ch. XXVIII), «che sono piú, ò meno, che mezzi tondi» (ch. XXIX) et «che hanno dell'ouato» (ch. XXX), la lunule étant oubliée.

[23] L.B. ALBERTI, *Opere volgari*, a c. di C. Grayson, cit., vol. III, cit., p. 152.

[24] *Ibid.*, p. 155 – l'italique est de nous.

[25] Il s'agit là d'un simple exercice de géométrie pratique (cf. PIERRE SOUFFRIN, *La* Geometria practica *dans les* Ludi rerum mathematicarum, dans «Albertiana», I, 1998, pp. 87-104: 92-95). Rappelons que dans le calcul de l'aire d'un segment de cercle Alberti donne une ébauche de la méthode exposée dans la *Practica geometriæ* de LEONARD DE PISE, mais la rejette à cause de sa difficulté. Cf. L.B. ALBERTI, *Opere volgari*, a c. di C. Grayson, cit., vol. III, cit., p. 155: «[…] ma son cose molto intrigate e non atte a questi ludi quali io proposi». P. SOUFFRIN (*La* Geometria practica…, cit., p. 100) s'interroge à juste titre: «Difficile? On peut s'étonner de pareille qualification: cette méthode n'est pas difficile à décrire et sa présence dans *La pratica di geometria* en atteste suffisamment, ni difficile à appliquer après que des règles aient été données pour la surface du triangle et celle du cercle».

[26] Cf. M. CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. III, part IV, p. 1327, n. 3.

sources. Une fois écartées les traductions partielles,[27] il reste une douzaine de grandes traductions, recensions et commentaires:[28]

A. XI^e^ siècle: *Geometriæ Bœthii* du pseudo-Bœthius de Lorraine

B. 1130 *ca*.: traduction de l'arabe au latin par Adelard de Bath (version I), contenant des démonstrations complètes, sur la tradition al-H̲ajjâj² dite al-Ma'mûni

C. 1140 *ca*.: traduction de l'arabe au latin par Robert de Chester (dite Adelard II), version très populaire contenant des démonstrations abrégées, dans la tradition al-H̲ajjâj²

D. 1150 *ca*.: traduction des *Éléments* de l'arabe au latin par Hermann de Carinthie dans la tradition al-H̲ajjâj¹ dite al-Hârûni

E. 1160 *ca*.: traduction du grec au latin, «de verbo ad verbum» à partir de la recension de Théon d'Alexandrie; l'auteur anonyme serait un étudiant en médecine à Salerno

F. av. 1167: traduction des *Éléments* de l'arabe au latin par Gérard de Crémone dans la tradition Ish̲âq ibn H̲unayn / Thâbit ibn Qurra

G. 1170 *ca*.: commentaires des *Éléments* par al-Nayrîzî (av. 922), traduits de l'arabe au latin par Gérard de Crémone

H. av. 1200: traduction-commentaire de John de Tinemue (John of Tynemough?), dite Adelard III, correspondant à l'*editio specialis* connue de Bacon

I. 1220: commentaire libre dans la *Practica geometriæ* de Leonardo Fibonacci Pisano

J. av. 1259: commentaire de Campanus de Novare dans la tradition de Robert de Chester / al-H̲ajjâj², accessible *in toto* dans les éditions du XVI^e^ siècle

K. XIII^e^ s.: adaptation de la traduction de l'arabe au latin par Robert de Chester, dans la tradition al-H̲ajjâj²

L. 1330 *ca*.: *Geometria speculativa* de Thomas Bradwardine, dans la tradition al-H̲ajjâj².

Une remarque tout d'abord sur le numéro des propositions: toutes les versions latines donnent le même numéro pour la proposition XII 2; en revanche, la proposition I 47, l'avant-dernière du livre I, suscite de nombreux problèmes de concordance. Elle porte le numéro I 47 dans la tradition Ish̲âq / Thâbit / Gérard de Crémone; I 45 dans la tradition al-H̲ajjâj¹ / Hermann; I 46 dans la tradition al-H̲ajjâj² / Adélard / Chester. Le traité florentin serait donc – à partir du

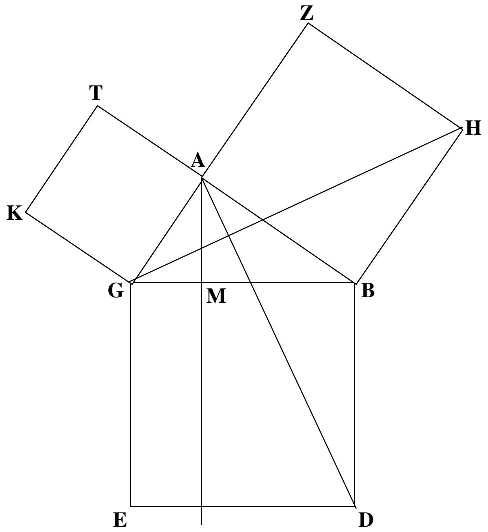
---

[27] Nommément, les commentaires de PROCLUS sur le livre I, de SIMPLICIUS sur les prémisses, les fragments de BOECE sur les livres I et III-V, la traduction partielle de AL-DIMASHQI du livre X, les *t̲ahrîr* de AL-TUSI et de AL-MAGRIBI parvenus tardivement en Occident, le *shurûh̲* de AL-MAHANI sur les livres V et X, de IBN MU'ADH sur le livre V, de AL-FARABI sur les livres I et V, enfin le commentaire d'ALBERT LE GRAND sur le livre I, et celui de JOHANNIS OCREA sur les livres V et X.

[28] Cf. JOHN MURDOCH, *Euclid: Transmission of the* Elements, dans *Dictionary of scientific biography*, cit., vol. 4, pp. 437-459, spécialement pp. 458 s. (versions), dont la bibliographie est désormais caduque (sur les douze versions que nous avons étudiées, huit sont parues après l'article de Murdoch). Table des versions utilisées: [A] MENSO FOLKERTS, *«Boetius» Geometrie II: Ein mathematisches Lehrbuch des Mittelalters*, Wiesbaden, Steiner, 1970; [B] *The first Latin translation of Euclid's* Elements *commonly ascribed to Adelard of Bath: Books I-VIII and Books X.36-XV.2*, Edited by H[ubert] L.L. Busard, Toronto, The Pontifical Institute of Medieval Studies, 1983; [C] H[UBERT] L.L. BUSARD-MENSO FOLKERTS, *Robert of Chester's (?) redaction of Euclid's* Elements*, the so-called Adelard II version*, Basel-Boston-Berlin, Birkhaüser, 1992; [D] *The translation of the* Elements *of Euclid from the Arabic into Latin by Hermann of Carinthia (?)*, Edited with an introduction by H[ubert] L.L. Busard, Leiden, Brill, 1968 et Amsterdam, Mathematisch Centrum, 1977 pour les *Books VII-XII*; [E] H[UBERT] L.L. BUSARD, *The Medieval Latin translation of Euclid's* Elements *made directly from the Greek*, Stuttgart, Steiner, 1987; [F] *The Latin translation of the Arabic version of Euclid's* Elements *commonly ascribed to Gerard of Cremona*, Introduction, edition and critical apparatus by H[ubert] L.L. Busard, Leiden, Brill, 1984; [G] *Anaritii in decem libros priores Elementorum Euclidis commentarii ex interpretatione Gherardi Cremonensis […]*, Edidit Maximilianus Curze, Lipsiæ, in ædibus B.G. Teubneri, 1899; [H] *Johannes de Tinemue's redaction of Euclid's* Elements*, the so-called Adelard III version*, 2 vols. by H[ubert] L.L. Busard, Stuttgart, Steiner, 2001; [I] *Scritti di Leonardo Pisano, matematico del secolo decimoterzo*, pubblicati da Baldassare Boncompagni, vol. II: *Leonardi Pisani Practica geometriæ et opuscoli*, Roma, Tip. delle Scienze Matematiche e Fisiche, 1862; [J] *Euclidis Megarensis, mathematici clarissimus, Elementorum geometricorum libri XV*, cum expositione Theonis in priores XIII a Bartholomæo Zamberto Veneto latinitate donata, Campani in omnes, Basileæ, per Ioannem Heruagium & Behardum Brand, 1558; [K] H[UBERT] L.L. BUSARD, *A thirteen-century adaptation of Robert of Chester's version of Euclid's* Elements, München, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, 1996; [L] GEORGE MOLLAND, *Thomas Bradwardine: Geometria speculativa*, Latin text and English translation, Stuttgart, Steiner, 1989.

seul examen de l'ordre des propositions – plus proche de la version Adélard / Chester / Campanus.

Voici tout d'abord les différentes versions de la proposition I 47: «Dans les triangles rectangles, le carré sur le côté sous-tendant l'angle droit est égal aux carrés sur les côtés contenant l'angle droit» [**fig. 2**]:[29]



– Fig. 2 –

Lun. In omni triangulo rectangulo quadratum quod a latere recto angulo opposito in semet ipso ducto describitur equum est duobus quadratis que ex duobus reliquis lateribus conscribitur* [ms. *Magl. VI 243*, f° 78r].

A. In his triangulis, in quibus unus rectus est angulus, quem rectiangulum nominamus, quadratum, quod a latere rectum angulum subtendente describitur, equum est his quadratis, que a continentibus rectum angulum lateribus conscribuntur [pseudo-Bœthius, A, p. 126]

B. Omnis trianguli rectanguli latus recto angulo oppositum si ductum in seipsum quadratum constituerit, erit quadratum illud sicut duo quadrata ex duobus reliquis lateribus in seipsa ductis [Adelard de Bath, B, p. 68]

C.* In omni triangulo rectangulo quadratum quod a latere recto angulo opposito in se ipsum ducto describitur equum est duobus quadratis que ex duobus reliquis lateribus conscribitur* [Robert de Chester, C, p. 130]

D. In omni triangulo rectangulo, quem recto oppositum angulo latus in se ductum efficit tetragonus equalis est duobus tetragonis quos duo reliqua latera in se ducta componunt [Hermann de Carinthie, D, p. 37]

E. In orthogonis trigonis quod a rectum angulum subtendente latere tetragonum equale est eis que a rectum angulum continentibus lateribus quadratis [Grec-Latin, E, p. 52]

F. Quadratum ex latere trianguli rectanguli recto subtenso angulo factum duobus quadratis factis ex duobus lateribus rectum continentibus angulum est equale [Gérard de Crémone, F, p. 35]

G. Quod sequitur addidit Thebit 46° theoremati: Omnis trianguli orthogonii quadratum factum ex latere subtenso angulo recto equale est coniunctioni duorum quadratorum que fiunt ex duobus lateribus que continent angulum rectum [Gérard de Crémone, G, p. 84]

H. In omni triangulo rectangulo quadratum quod a latere recto angulo opposito in se ipsum ducto describitur equum est duobus quadratis que ex duobus reliquis lateribus conscribuntur [John de Tinemue, H, p. 70]

I. In orthogonio quidem trigono quadratus lateris subtendentis angulum rectum equus est duobus quadratis laterum continentium angulum rectum [Leonardo Pisano, I, p. 32]

J. In rectangulis triangulis quadratum quod a latere rectum angulum subtendente sit, æquum est quadratis quæ fiunt ex lateribus rectum angulum continentibus [Campanus de Novare, J, p. 38]

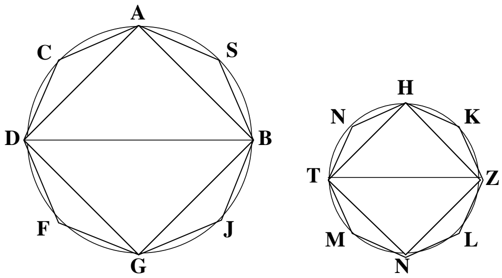
K. In omni triangulo rectangulo quadratum quod a latere recto angulo opposito in se ipsum ducto describitur equum est duobus quadratis que ex duobus reliquis lateribus circumscribuntur [Adaptation de Chester, K, p. 91]

L. Quadratum quod a latere trianguli rectanguli eius recto angulo oppositio describitur in se ducto equale est duobus quadratis que ex duobus lateribus reliquis conscribitur [Thomas Bradwardine, L, p. 58].

Le théorème I 47, tel que cité dans l'opuscule florentin, correspond à la version *C* de Robert de Chester et non pas aux versions mieux connues d'Adélard ou de Campanus.

[29] *Les* Éléments *d'Euclide*, tr. fr. cit., vol. 1, pp. 282 s.

Voici maintenant – une fois exclues les lectures les plus divergentes de I 47 – les versions restantes de la proposition XII 2: «Les cercles sont l'un relativement à l'autre comme les carrés sur leurs diamètres» [**fig. 3**]:[30]



– Fig. 3 –

Lun. Omnium duorum circulorum est proportio alterius ad alterum tamquam proportio quadrati sui diametri ad quadratum diametri alterius [ms. *Magl. VI 243*, f° 78r].

B. Omnium duorum circulorum proportio unius ad alterum est sicut proportio duorum quadratorum ex diametris unius ad alterum [Adelard, B, p. 334]

C.* Omnium duorum circulorum proportio est alterius ad alterum tamquam proportio quadrati sue diametri ad quadratum diametri alterius [Robert de Chester, C, p. 294]

D. Omnium circulorum proporcio alterius ad alterum est proporcio quadratorum que ex diametris eorum proueniunt [Hermann de Carinthie, D, p. 180]

E. Circuli ad se inuicem sunt sicut et que a diametris tetragona (Grec-Latin, E, p. 344)

F. Omnium duorum circulorum unius ad alterum proportio duorum quadratorum que fiunt ex diametris ipsorum unius ad alterum [Gérard de Crémone, F, p. 371]

H. Omnium duorum circulorum proportio alterius ad alterum tamquam proportio quadrati sue diametri ad quadratum diametri alterius [John de Tinemue, H, p. 342]

J. Omnium duarum superficierum similium multiangularum inter duos circulos descriptarum, est proportio alterius ad alteram, tanquam proportio quadratorum quæ ex diametris circulorum eas circumscribentium proueniunt [Campanus de Novare, J, p. 387]

K. Omnium duorum circulorum proportio est alterius ad alterum tanquam proportio quadrati sue diametri ad quadratum diametri alterius [Adaptation de Chester, K, p. 350].

L'étude des parallèles textuels désigne à nouveau la version *C* de Robert de Chester. Contrairement à ce que pense Clagett, l'auteur de l'opuscule florentin n'a pas utilisé la version de Campanus de Novare qui constituait la version standard jusqu'aux éditions renaissantes établies sur le grec. Or, nous savons qu'Alberti utilisait la version de Campanus, comme en atteste son exemplaire des *Éléments* conservé à la Biblioteca Nazionale Marciana sous la cote ms. *Lat. VIII 39 (= 3271).* Et, lorsque Alberti s'écarte occasionnellement du texte de Campanus, il ne s'approche pas pour autant de la version utilisée par le Magliabechianus. Ainsi de la définition du point qui apparaît dans les *Elementa picturæ*: s'il avait suivi la version de Robert de Chester du traité sur la quadrature des lunules, il n'aurait pas écrit «Punctum dicunt esse quod nulla queat in partes dividi»[31] mais «Punctum est illud cui pars non est».[32]

Graphie et terminologie discordantes, différences dans l'approche du calcul de l'aire des lunules, sources euclidiennes dissemblables, etc. plaident en faveur du caractère absolument apocryphe du texte conservé par le ms. Magliabechianus, qui doit en conséquence être retiré à Alberti.

---

[30] *Les* Éléments *d'Euclide*, tr. fr. cit., vol. 4, p. 263.
[31] *Leonis Baptistæ Alberti Opera inedita…*, éd. cit. p. 49.
[32] H.L.L. BUSARD-M. FOLKERTS, *Robert of Chester's (?) Redaction of Euclid's* Elements…, cit., p. 113.

3. LE MODELE GREC

Natif de Cilicie, en Asie Mineure, Simplicius (490 *ca.*-560) devint à Athènes le disciple de Damascius. Il aurait ensuite enseigné dans une ville où le manichéisme était bien implanté, probablement à Harrân.[33] Simplicius est connu comme philosophe et mathématicien. On lui doit un commentaire du premier livre des *Éléments* d'Euclide – dont il reste une traduction arabe –, des commentaires d'Aristote, notamment du *De cælo*, de la *Physique* et des *Catégories*. Ces derniers commentaires ont été composés après son retour de Perse et après la mort de son maître Damascius, ce qui fixe à 538 le *terminus post quem* du commentaire de la *Physique*.[34] C'est dans ce texte que l'on trouve une restitution du témoignage d'Eudème sur la quadrature de la première lunule d'Hippocrate de Chio (*fl.* ~ 460 *ca.*). Reprenons-en les seuls passages en rapport direct avec l'opuscule italien, et sans en modifier l'ordre propre pour les mettre en correspondance avec notre texte (ainsi, la citation d'Aristote qui ouvre l'opuscule florentin apparaît à la fin du texte de Simplicius):

Καὶ οἱ τῶν μηνίσκων δὲ τετραγωνισμοὶ δόξαντες εἶναι τῶν οὐκ ἐπιπολαίων διαγραμμάτων διὰ τὴν οἰκειότητα τὴν πρὸς τὸν κύκλον ὑφ᾽Ἱπποκράτους ἐγράφησάν τε πρώτου [...]. ἀρχὴν μὲν οὖν ἐποιήσατο καὶ πρῶτον ἔθετο τῶν πρὸς αὐτοὺς χρησίμων, ὅτι τὸν αὐτὸν λόγον ἔχει τά τε ὅμοια τῶν κύκλων τμήματα πρὸς ἄλληλα καὶ αἱ βάσεις αὐτῶν δυνάμει. τοῦτο δὲ ἐδείκνυεν ἐκ τοῦ τὰς διαμέτρους δεῖξαι τὸν αὐτὸν λόγον ἐχούσας δυνάμει τοῖς κύκλοις ὅπερ Εὐκλείδης δεύτερον τέθεικεν ἐν τῷ δωδεκάτῳ τῶν Στοιχείων βιβλίῳ, τὴν πρότασιν εἰπὼν οὕτως οἱ κύκλοι πρὸς ἀλλήλους εἰσὶν ὡς τὰ ἀπὸ τῶν διαμέτρων τετράγωνα ὡς γὰρ οἱ κύκλοι πρὸς ἀλλήλους ἔχουσιν, οὕτως καὶ τὰ ὅμοια τμήματα. ὅμοια γὰρ τμήματά ἐστι τὰ τὸ αὐτὸ μέρος ὄντα τοῦ κύκλου, οἷον ἡμικύκλιον ἡμικυκλίῳ καὶ τριτημόριον τριτημορίῳ· διὸ καὶ γωνίας ἴσας δέχεται τὰ ὅμοια τμήματα. [...]. Δειχθέντος δὲ αὐτῷ τούτου πρῶτον μὲν ἔγραφε μηνίσκου τὴνἐκτὸς περιφέρειαν ἔχοντος ἡμικυκλίου τίνα τρόπον γένοιτο ἂν τετραγωνισμός. ἀπεδίδου δὲ τοῦτο περὶ τρίγωνον ὀρθογώνιόν τε καὶ ἰσοσκελὲς ἡμικύκλιον περιγράψας καὶ περὶ τὴν βάσιν τμῆμα κύκλου τοῖς ὑπὸ τῶν ἐπιζευχθεισῶν ἀφαιρουμένοις ὅμοιον [...]. ὄντος δὲ τοῦ περὶ τὴν βάσιν τμήματος ἴσου τοῖς περὶ τὰς ἑτέρας ἀμφοτέροις, διότι ὡς δέδεικται ἐν τῷ παρατελεύτῳ τοῦ πρώτου τῶν Εὐκλείδου Στοιχείων θεωρήματι «ἐν τοῖς ὀρθογωνίοις τριγώνοις ἡ τὴν ὀρθὴν ὑποτείνουσα ἴσον δύναται ταῖς τὴν ὀρθὴν περιεχούσαις ἀμφοτέραις», ὡς δὲ τὰ ἀπὸ τῶν εὐθειῶν τετρὰγωνα, οὕτως ἔχει τὰ ὅμοια τῶν κύκλων τμήματα πρὸς ἄλληλα, καὶ κοινοῦ προστεθέντος τοῦ μέρους τοῦ τριγώνου τοῦ ὑπὲρ τὸ τμῆμα τὸ περὶ τὴν βάσιν, ἴσος ἔσται ὁ μηνίσκος τῷ τριγώνῳ. ἴσος οὖν ὁ μηνίσκος τῷ τριγώνῳ δειχθεὶς τετραγωνίζοιτο ἄν· [...]. οὕτως μὲν οὖν ἡμικυκλίου τὴν ἔξω τοῦ μηνίσκου περιφέρειαν ὑποθέμενος ἐτετραγώνισεν ὁ Ἱπποκράτης τὸν μηνίσκον εὐκόλως. [...] ὁ τοῦ Ἱπποκράτους τετραγωνισμός [...] μήπω εὑρῆσθαι ὑπὸ τοῦ Ἀριστοτέλους ἐνομίσθη λέγοντος ἐν Κατηγορίαις· «οἷον ὁ τοῦ κύκλου τετραγωνισμός, εἰ ἔστιν ἐπιστητός, ἐπιστήμη μὲν αὐτοῦ οὐκ ἔστι πω, τὸ δὲ ἐπιστητόν ἐστι».[35]

---

[33] Cf. ILSETRAUT HADOT, *La vie et l'œuvre de Simplicius d'après des sources grecques et arabes*, dans *Simplicius: sa vie, son œuvre, sa survie*, Actes du Colloque international de Paris (28 sept.-1er oct. 1985), Édités par Ilsetraut Hadot, Berlin-New York, Walter de Gruyter, 1987, pp. 3-39: 7 et 15-20.

[34] Cf. *ibid.*, pp. 22 s.

[35] *Simplicii in Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria*, éd. cit., pp. 61 s. et 69. Traduction: «Les quadratures des lunules, que l'on considère être des figures non évidentes, furent construites pour la première fois par Hippocrate, à cause de l'affinité qu'ont ces figures avec le cercle. [...] Il prit donc comme principe et posa comme première des propositions utiles pour celles-ci [*i.e.* les quadratures], que les segments des cercles semblables sont entre eux dans le même rapport que les carrés de leurs bases. Et il le montrait à partir du fait que les carrés des diamètres sont dans le même rapport que les cercles, ce qu'Euclide a établi comme deuxième proposition du livre XII des *Éléments*, en demandant que "Les cercles soient entre eux comme les carrés <tracés> à partir de leurs diamètres", car les segments semblables sont entre eux comme les cercles <par lesquels ils sont portés>. En effet, sont semblables les segments qui correspondent à une même partie du cercle, comme un demi-cercle à un demi-cercle, un tiers à un tiers, et c'est pourquoi les segments semblables admettent des angles égaux. [...] Quand il eut montré cela, il traça la lunule dont l'arc extérieur est un demi-cercle, <en indiquant> de quelle

Cet extrait[36] offre toutes les caractéristiques sous-jacentes du traité florentin: 1) rapport entre quadrature du cercle et quadrature des lunules; 2) référence aux *Catégories* d'Aristote; 3) énoncé de propositions préalables à la démonstration; 4) rationalisation *ex post* de la méthode d'Hippocrate par introduction de deux théorèmes des *Éléments*, les XII 2 et I 47; 5) application de la relation de similitude à toutes les parties du cercle: diamètres, cordes, segments; 6) décomposition de la lunule en figures quarrables; 7) style plus philosophique que proprement mathématique. Le *Modo di misurare una figura biangula* constitue donc une reconstruction de la première quadrature d'Hippocrate de Chio à partir du témoignage de Simplicius. L'auteur de cette reconstruction, postérieur au VIe siècle, aura tenté de combler les ellipses du texte en raisonnant sur une figure additionnelle (ensuite disparue?), qui constitue le seul apport original de ce traité.

4. Un intermediaire latin

4.1. *Le texte présente de nombreux latinismes*

Il existe de nombreux indices de ce que l'opuscule sur la quadrature des lunules est tiré d'un modèle latin. Donnant la citation d'Aristote en latin, le copiste ne retourne à l'italien que deux mots au-delà de la citation: «quadratura circuli est scibilis, sed non scita quia est in potentia naturæ et non […]». Il tire une conséquence par «ergo» et termine une démonstration par la formule «quod est propositum». Certains termes du traité ont un sens beaucoup plus clair lorsqu'ils sont pris en latin: «signata», «signate», impropres en italien; «ostenssione», «declaratione», qui sont aussi des latinismes. Du point de vue morphosyntaxique, le latin est souvent affleurant. Ainsi «linee curve seu circulare ut supra» est directement calqué sur «lineæ curvæ seu circulares ut supra». De même, «et sempre in dupla proportione» traduit directement «et semper in duplem proportionem». Le texte est donc tiré d'un prototype latin à ce jour inconnu.

---

manière peut se faire la quadrature. Il exposa cela en traçant [*i.e.* circonscrivant] un demi-cercle autour d'un triangle isocèle rectangle et en traçant sur la base un segment de cercle semblable à ceux qui sont découpés par les côtés qui se joignent au-dessus […]. Le <carré> du segment sur la base est égal à <la somme des carrés> de l'un et l'autre des <segments des> autres <côtés> car, ainsi que le montre l'avant-dernier théorème du livre I des *Éléments* d'Euclide, "Dans les triangles rectangles, le carré du côté opposé à l'angle droit est égal à la somme des carrés des deux côtés restants". De même que les carrés des droites <sont dans un rapport donné>, les segments semblables des cercles sont entre eux dans un même rapport; et si l'on ajoute la partie du triangle qui se trouve au-dessus du segment pris sur la base, la lunule sera égale au triangle. Donc, comme il a été montré que la lunule est égale au triangle, elle peut être quarrée […]. Ainsi donc, en considérant l'arc extérieur de la lunule d'un demi-cercle, Hippocrate quarra la lunule sans difficulté. […] La quadrature d'Hippocrate […] n'est pas tenue pour trouvée par Aristote, disant dans les *Catégories*: "Ainsi de la quadrature du cercle, à supposer qu'on puisse la connaître: elle n'est certes pas encore connue, mais elle est connaissable"». Notre objectif étant de permettre la confrontation au *Modo di misurare una figura biangula*, nous avons voulu cette traduction plus littérale que celle de M. CAVEING (*La figure et le nombre*…, cit., pp. 100-108), qui est cependant plus exigente du point de vue mathématique.

[36] Nous reproduisons ici le texte établi par Hermann Diels, quoique des progrès soient à attendre prochainement dans sa restitution. Dans l'établissement du livre I, Diels paraît s'être fondé prioritairement sur un ms. assez endommagé, le ms. *D* (*Laurentianus LXXXV 2*, du XIIe siècle), qu'il n'a par ailleurs pas collationné lui même, Girolamo Vitelli s'étant chargé de cette tâche. À ces insuffisances sont venues s'ajouter les découvertes de nouveaux mss., si bien que plusieurs nouvelles éditions sont en cours: Leonardo Tarán (New York) prépare une édition critique du commentaire de la *Physique* avec sa traduction anglaise; Silvia Donati et Cecilia Trifogli (Pise) préparent une traduction italienne (cf. LEONARDO TARAN, *The text of Simplicius' commentary on Aristotle's* Physics, dans *Simplicius: sa vie, son œuvre, sa survie*, cit., pp. 246-266).

4.2. *Le traité florentin présente quelques similitudes avec les* Quæstiones super geometriam Euclidis *de Nicole Oresme et le* De arte mensurandi *de Jean de Murs*

Parmi les traités latins relatifs à la quadrature du cercle que nous avons pu examiner,[37] aucun ne présente de parallèle strict avec le traité florentin sur la quadrature des lunules. Les seules ressemblances que nous avons pu identifier sont les suivantes.

1° On trouve chez Albert de Saxe, *Questio de quadratura circuli*, et Campanus de Novare, *Tractatus de quadratura circuli*, la même référence à Aristote:

Quod autem quadratura circuli [...] sit possibilis ad intellectum patet auctoritate Aristotilis in predicamentis, ubi dicit *quadratura circuli, si est scibilis, nondum scita* [Albert de Saxe].[38]

Aristotiles in eo qui de cathegoriis libro inscribitur dicit *quadratura quidem circuli scibilis est, scientia autem eius nundum est*, et in plerisque locis reprehendit multos et magnos qui hoc demonstrare conantes turpiter erraverunt. Et ideo hic quadratura circuli demonstratur [Campanus de Novare].[39]

Mais ni l'un ni l'autre de ces traités n'envisagent la quadrature du cercle au moyen des lunules. Le parallèle est donc insuffisant pour conclure à une filiation.

2° Les deux références aux *Éléments*, I 47 et XII 2, se trouvent dans le *De quadratura circuli per lunulas*, composé par Grosseteste ou dans son entourage[40] après 1240:

Quadratura per lunulas hoc modo est. Ponatur circulus quadrandus cuius semicirculus sit *ADC*. Et in eo protrahantur duo latera quadrati inscriptibilis in eo, que sunt *AD* et *DC*. Et super lineam *AD* describatur semicirculus *AD*. Probo ergo quod scis quadrare lunulum *AQD*. Quadratum *AC per penultimam primi Euclidis* [...] est duplum ad quadratum *AD*. Sed *AC* est diameter semicirculi *ADC* et *AD* est diameter semicirculi *AID*. Ergo *per secundam duodecimi Euclidis* semicirculus *ADC* est duplus ad semicirculum *AID* [...] erit lunula *ADIQ* quare equales triangulo *ADB* [pseudo-Grosseteste].[41]

Le traité de Grosseteste n'est cependant pas le modèle de l'opuscule italien: il se fonde sur la relation d'Alexandre d'Aphrodise plutôt que sur le témoignage d'Eudème de Rhodes; on n'y trouve pas les références à Aristote.

3° Le traité florentin emploie deux occurrences de «figura biangula» pour 'lunule'. Cette étrange dénomination implique que l'auteur savait définir l'angle formé en *A* et en *B* par les

---

[37] ARCHIMEDE, *De mensura circuli*; GORDANUS (JORDANUS DE NEMORE?), *Circulum demonstratiue quadrare*; PSEUDO-BRADWARDINE, *Quadratum circuli demonstratiue concludere*; *Questio Alberti de Saxonia de quadratura circuli*; *Propositio 16ª libri quarti Jordanis [de Nemore] de triangulis*; l'anonyme *De circulo quadrando*; CAMPANUS DE NOVARE, *Tractatus de quadratura circuli*; ROBERT GROSSETESTE, *Quadratura circuli*; PSEUDO-GROSSETESTE, *Quadratura circuli per lunulas* (cf. M. CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. I, pp. 68-76, 148-162, 374-386, 398-432, 572-574, 576-581, 581-609, 614-618, 618-624); JEAN DE MURS, *De arte mensurandi*, VI 26-29; ID. (?), *Circuli quadratura*; PHILIPPE ÉLEPHANT, *Mathematica*, III 9, prop. 28; l'anonyme *Quadratura circuli per lunulas, version III*; JEAN DE MURS, *De arte mensurandi*, VIII 1 (cf. M. CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. III, pp. 36-43, 52-81, 194-198, 1318-1321, 1321-1325 et H[UBERT] L.L. BUSARD, *Johannes de Muris De arte mensurandi: A geometrical handbook of the fourteenth century*, Stuttgart, Steiner, 1998); FRANCO DE LIEGE, *De quadratura circuli* (cf. P. TANNERY, *Mémoires scientifiques*, cit., t. V, cit. et MENSO FOLKERTS-ALPHONS J.E.M. SMEUR, *A treatise on the squaring of the circle by Franco of Liège, of about 1050*, dans «Archives internationales d'Histoire des Sciences», XXVI [98], 1976, pp. 59-105 et XXVI [99], 1976, pp. 225-253); RAMON LULL, *De quadratura et triangulatura circuli* (cf. JOSEPH E. HOFMANN, *Cusanus-Studien VII.: Die Quellen der Cusanischen Mathematik*, I: *Ramon Lulls Kreisquadratur*, dans «Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften: Philosophisch-historische Klasse», IV, 1942, pp. 21-37); NICOLE ORESME, *Dato triangulo equalem lunulam describere* (cf. NICOLE ORESME, *Quæstiones super geometriam Euclidis*, Edited by H[ubert] L.L. Busard, Leiden, Brill, 1961, p. 58).

[38] M. CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. I, p. 412.

[39] *Ibid.*, p. 588.

[40] Selon le titre *Lincolniensis de quadratura circuli* de la version d'Oxford, ms. *Digby 153*. Le parallèle serait alors à rechercher dans la copie que constitue le ms. *Royal 12 E 25* de la British Library. Notons, à la suite de DIETER HARLFINGER (*Einige Aspekte der handschriftlichen Überlieferung des Physikkommentars des Simplikios*, dans *Simplicius: Sa vie, son œuvre, sa survie*, cit., pp. 267-286: 282), que l'original grec sur lequel a été établi le *De quadratura circuli per lunulas* semble se rattacher à un archétype différent de ceux des autres mss. grecs connus.

[41] M. CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. I, pp. 618-620.

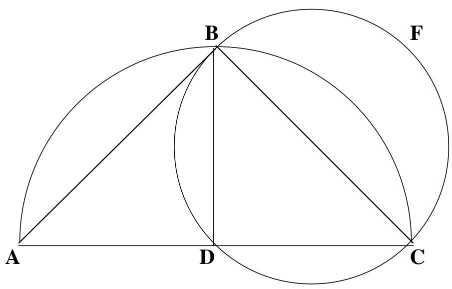
tangentes aux cercles, angle parfois nommé «angle de contingence».[42] Or, un seul des traités que nous avons examinés associe explicitement une discussion de l'angle de contingence au problème de la quadrature des lunules: il s'agit des *Quæstiones super geometriam Euclidis* de Nicole Oresme (1350 *ca.*):

Questio 18: *Utrum angulus sit qualitas* […]. Ex quo sequuntur duo correlaria. Primum est, quod nullus angulus est commensurabilis rectilineo de aliqua specie, nisi fit enim ex curvis lineis in tercia specie [in concavo unius et in convexo alterius ut hic /\]. Secundum est, quod aliquod rectum vel habens naturam rectitudinis est commensurabile alicui curvo vel habenti naturam curvitatis. Et illud correlarium probatur, aliter ponendo istam conclusionem: dato triangulo equalem lunulam describere […]. Dico igitur dato trigono equalem etc. Hoc probatur: sit trigonus datus *ABC*, tunc secundum doctrinam 25e 6i faciam unum triangulum rectangulum sicut equalia et sit ille *DEF* et sic isti duo trianguli sunt equales. Describatur [quia] circulus secundum lineam *DE*, qui sit *EHFG*, et iterum postea circulus, cuius *EF* basis sit tota dyameter, sicut ille parvus *EKFD*, igitur erit superficies *DEFH* quarta pars magni circuli, igitur *EF* erit latus quadrati inscripti circulo, igitur dyametri magni scilicet *EG* ad ‹dyametrum› *EF* erit proporcio sicut dyameter ad costam scilicet medietas duple, ergo per 2am 12i circuli magni ad parvum erit proporcio dupla, igitur semicirculus *EKF* erit sicut quarta pars magni circuli, igitur descripta superficie communi scilicet *EHF* remanerent equalia scilicet trigonus et lunula. Ex hoc patet, quod aliquod curvilineum et rectilineum sunt equalia et commensurabilia.[43]

Ce passage, qui présente plusieurs parallèles au texte italien («dico igitur», «proporcio dupla», etc.), ne contient toutefois ni la référence à Aristote, ni celle à *Éléments* I 47, ni surtout l'expression typique: «figura lunaris».

4° L'opuscule florentin sur la quadrature des lunules est partiellement apparenté au *De arte mensurandi* de Jean de Murs composé en 1345 *ca.*:

Dico lunulam ex duabus curvis contentam quam voco tetragonam equalem esse triangulo *BDC*, qui est quarta pars tetragoni per 4 primi [Euclidis]. Est enim angulus *ABC* rectus per 30 tertii. Igitur quadratum *AC* valet duo quadrata linearum *AB*, *BC per penultimam primi*, et per consequens duplum ad quadratum linee *BC*. Igitur *per secundam duodecimi* circulus *ABC* duplus est ad circulum *BFC*, ad medietatemque medietas. Erit ergo quarta circuli, que est *BC*, equalis semicirculo *BFC*. Ergo dempta communi portione remanet lunula equalis triangulo supradicto. *Quod est propositum*.[44] **[Fig. 4]**



– Fig. 4 –

Outre la référence aux deux théorèmes d'Euclide, le *De arte mensurandi* est le seul à offrir de réels parallèles morphologiques. Les expressions: «dico igitur», «quod est propositum» sont celles du Magliabechianus, ainsi que quelques autres qui apparaissent à la suite: «Ex hoc clare patet quod» (= «che manifestamente mostra che»), «ut visum est» (= «come si vede»). L'écart le

---

42 Au sens n° 2 du *Dictionnaire de l'Académie* de 1798: «[1°] L'angle que fait une ligne droite avec une ligne courbe qu'elle touche ou [2°] celui que font deux lignes courbes qui se touchent en un point». Dans la tradition médiévale le sens n° 1 est prépondérant. «Angulus contingencie» est utilisé en ce sens par PSEUDO-NEMORARIUS, *De triangulis*; GROSSETESTE, *De luce*; CAMPANUS, *Practica geometriæ*; BRADWARDINE, *Geometria speculativa*; ORESME, *Quæstiones super geometriam Euclidis*. Il serait non nul et inférieur à l'angle rectiligne. Ces textes prolongent donc les controverses pré-euclidiennes sur l'angle dit κερατοειδὴς γωνία – dont on trouve une seule occurrence en *Éléments*, III 16 (cf. THOMAS LITTLE HEATH, *A history of Greek mathematics*, cit. vol. I, pp. 178 sq. et 382). Le mot a un sens différent en optique géométrique: étant donnés deux points *A* et *B*, quel est le point *C* d'un miroir (plan, concave ou convexe) pour que le rayon issu de *A* passe par *B?* L'angle *ACH* = *BCH* par rapport à la normale *CH* est alors l'«angle de contingence».

43 N. ORESME, *Quæstiones super geometriam Euclidis*, éd. cit., p. 58.

44 H.L.L. BUSARD, *Johannes de Muris De arte mensurandi*, cit., pp. 260 s. – l'italique est de nous.

plus significatif est que la lunule n'y est jamais nommée «figura lunaris» ou «figura biangula», comme dans le *Modo di misurare* attribué à Alberti, mais simplement «lunula».

On ne peut exclure que les lunules de l'opuscule florentin, de Nicole Oresme et de Jean de Murs[45] dérivent d'un même prototype, intermédiaire entre ces trois œuvres et le commentaire de Simplicius, auquel elles auraient emprunté par la même voie ou par des voies différentes. La recherche des manuscrits bute pour l'instant sur un obstacle. Sauf erreur de ma part, les catalogues d'*incipits* pour les bibliothèques de Florence, de Rome et du Vatican ne contiennent aucun titre correspondant au contenu de l'opuscule florentin.[46] Les rares titres approchants sont sans rapport avec la quadrature des lunules.[47]

5. UN INTERMEDIAIRE ARABE

5.1. *Le texte présente des arabismes*

L'un des éléments interdisant de s'arrêter à un modèle latin est que le traité florentin sur la quadrature des lunules contient des arabismes. Rappelons quelques différences entre *translatio ex greco* et *translatio ex arabico*. Par exemple, πολυγώνος a été traduit «polygonum» à partir du grec mais «figura multorum laterum» d'après l'arabe «ash-shakl kathîr al-aḏlâᶜ». D'une façon comparable, παραλληλόγραμμον a donné «parallelogrammum» à partir du grec mais «superficies equidistantium laterum» à partir de l'arabe. Ces caractéristiques sont exactement celles de l'opuscule florentin sur les lunules.

1° La plupart des auteurs du Moyen-Âge et de la Renaissance ont rendu «lunule» par «lunula»[48] en se fondant sur une tradition qui remonte au *De sophisticis elenchis* traduit par Boèce,[49] et qui s'étend au moins jusqu'au *Codex atlanticus* de Léonard de Vinci (f° 259ra). À supposer une dérivation du grec μηνίσκος, l'auteur aurait dû écrire «meniscus» comme Giorgio Valla *(De quadrato circuli*, 1501) ou Francesco Maurolico *(De circuli dimensione*, 1534). Or, l'opuscule du Magliabechianus ne recourt à aucune de ces traditions terminologiques: il utilise l'expression «figura lunare», ou «figura in forma di luna», traduction littérale de l'arabe «ash-shakl al-hilâl». Notons que, dans sa traduction du commentaire d'an-

---

[45] Dont dérive par ailleurs la quadrature des lunules rapportée par Chuquet vers la fin du XV^{e} siècle (cf. NICOLAS CHUQUET, *La géométrie: Première géométrie algébrique en langue française (1484)*, Introduction, texte et notes par Hervé L'Huillier, Paris, Librairie philosophique J. Vrin, 1979, pp. 408-411).

[46] Cf. LYNN THORNDIKE-PAUL KIBRE, *A catalogue of* Incipits *of Mediaeval scientific writings in Latin*, revised and augmented edition, London, The Mediaeval Academy of America, 1963; PAUL O. KRISTELLER, *Iter Italicum: A finding list of uncatalogued or incompletely catalogued humanistic manuscripts of the Renaissance in Italian and other libraries*, London The Warburg Institute & Leiden, Brill, vol. I: *Italy: Agrigento to Novarra*, 1963 et vol. II: *Italy: Orvieto to Volterra, Vatican City*, 1967; WARREN VAN EGMOND, *Practical mathematics in the Italian Renaissance: A catalogue of Italian abbacus manuscripts and private books to 1600*, Firenze, Istituto e Museo di Storia della Scienza, 1980. Les seuls titres de ces catalogues apparentés avec l'opuscule florentin sont des traités d'arpentage *(Mensuratio terrarum)* ou de calcul des volumes *(Modo di misurare le botte)*, les traités médicaux de GALIEN et COPHO *(De modo medendi)* et un *De modo mensurandi* sur les échelles musicales.

[47] Par exemple, celui du *De mensurandi modo* du ms. *H 28* de l'Universitätsbibliothek Freiburg im Breisgau, f^{os} 201v-203v (*incipit*: «Nota quod sunt alii quidem modi mensurandi breves et leves qui in tractatibus astrolabii et quadrantis non habentur» / *explicit*: «ac diversitates apercius et apcius inveniri»). Cf. WINFRIED HAGENMAIER, *Kataloge der Universitätsbibliothek Freiburg im Breisgau,* Bd. I, Teil I: *Die lateinischen mittelalterlichen Handschriften der Universitätsbibliothek (Hs. 1-230)*, Wiesbaden, Otto Harrassowitz, 1974, pp. 28-32. Le ms. *H 28* est un recueil de textes médicaux, astronomiques et mathématiques qui contient notamment, outre le *De mensurandi modo*, les *Tables alphonsines* (f^{os} 77r-166r), le *De radiis stellarum* d'AL-KINDI (f^{os} 179r-189r), la *Geometria nova* de RAMON LLULL (f^{os} 207r-236v) et deux textes sur la mesure de capacités des vases, le *De arte visorandi cubica* (f^{os} 167r-178r) et le *De capacitate vasis alicuius* (f^{os} 178r-v).

[48] Voir les exemples donnés *supra*, n. 37.

[49] Cf. M. CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. III, part IV, p. 1317.

Nayrîzî sur les *Éléments*, Gérard de Crémone rend, en parfaite conformité, «lunule» par «figura lunaris».[50]

2° La lunule est également nommée «figura biangula», expression qui pourrait être un décalque de «ash-shakl bi-zâwiyatayni» ou «ash-shakl bi-qarniyyatayni», expression que le traducteur aurait évité de traduire «figura bicornuta», en raison du sens biblique de l'expression.[51]

3° Les arcs limitant la lunule sont nommés «linee curve seu circulare». Or, en arabe, c'est la même racine qui donne «munhanin» ('curvus') et «muhît» ('circumdans').

4° Les parties et segments de cercle qui interviennent dans la démonstration sont nommés «portioni de circuli». Mais le grec τομεύς / τόμος ('portion') et τμῆμα ('segment') ont été rendus en arabe par le même terme, «qit^{c}a», ce qui permettrait d'expliquer la confusion commise par le traducteur .

5° Les théorèmes d'Euclide sont introduits comme «propositions» dans le texte, mais de nombreux textes médiévaux s'y réfèrent comme «figures», l'arabe «ash-shakl» signifiant l'un ou l'autre indifféremment. Traduisant le commentaire d'an-Nayrîzî sur les *Éléments*, Gérard de Crémone écrit «ex probatione figure 37^{e} [...] quo probatur figura 29^{a}». L'équivalence pourrait expliquer la maladresse «Prima propositione nel xii°, propositione 2^{a}» que l'on trouve dans le texte italien.

6° L'adverbe «perfettamente», que l'on remplacerait volontiers par «exactement» dans la phrase «io che perfettamente trovo la quadratura», n'est pas sans évoquer l'expression arabe «^{c}alâ al-tahqîq», ou «^{c}alâ ghayât al-tahqîq», que l'on peut traduire par «très exactement» ou «d'une manière tout à fait certaine», et dont on peut trouver une occurrence dans le traité sur la quadrature du cercle d'Ibn al-Haytham.[52]

5.2. *Le traité présente les mêmes graphies que le ms.* Vat. Lat. 4595

L'étude des graphies permet également de mieux cerner le copiste du traité sur la quadrature des lunules. On remarque, en rapprochant le *De lunularum quadratura* du ms. *Vat. Lat. 4595*,[53] qui contient le *De li aspecti* d'Ibn al-Haytham (f^{os} 1r-177v) et le *Tractato deli crepuscoli* d'Abû 'Abd Allâh Muhammad ibn Mu'âdh (f^{os} 177v-181v), que les particularismes s'y correspondent terme à terme. Par suite, la conclusion selon laquelle le copiste des traités attribués à Ibn al-Haytham serait issu «d'Italie du Nord (Émilie-Vénétie)»[54] vaudrait aussi du traité sur la quadrature des lunules:

[50] Cf. *Anaritii in decem libros priores Elementorum Euclidis commentarii ex interpretatione Gherardi Cremonensis*, éd. cit., p. 113: «Cum duo circuli se secant, tunc portio eis communis nominatur *gibbosa*, reliquarum autem portionum *figura lunaris* dicitur» – l'italique est de nous. Ces définitions, qui apparaissent juste après une citation de Héron («Yrinus dixit [...]»), sont probablement de an-Nayrîzî (cf. *infra*, n. 51).

[51] Gérard de Crémone témoigne indifféremment pour ces deux hypothèses. Dans la définition des types d'angle, il nomme l'angle que fait une droite et une courbe sécantes par «angulus cornutus» ('angle de contingence', au sens n° 1) et l'angle de deux courbes sécantes par «angulus lunaris» ('angle de contingence', au sens n° 2). Notons que ces termes apparaissent dans deux passages qu'an-Nayrîzî réfère explicitement à Simplicius – cf. *Anaritii in decem libros priores Elementorum Euclidis commentarii ex interpretatione Gherardi Cremonensis*, éd. cit., pp. 11 et 32-34: «Dixit Sambelichius [...]. Supra hoc Sambelichius [...]».

[52] Cf. ROSHDI RASHED, *Les mathématiques infinitésimales du IX^{e} au XI^{e} siècle*, t. II: *Ibn al-Haytham*, London, al-Furqân, 1993, p. 82.

[53] Le ms. *Vat. Lat. 4595* figure sur les inventaires de la Bibliothèque Vaticane à partir du XVII^{e} siècle (cf. ENRICO NARDUCCI, *Intorno ad una traduzione italiana fatta nel secolo decimoquarto del trattato d'Ottica d'Alhazen, matematico del secolo undecimo, ed ad altri lavori di questo scienziato* et *Giunte allo scritto*, dans «Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze», IV, 1871, pp. 1-48 et pp. 137-139: 4).

[54] Cf. GRAZIELLA FEDERICI VESCOVINI, *Alhazen vulgarisé: Le* De li aspecti *d'un manuscrit du Vatican (moitié du XIV^{e} siècle) et le troisième* Commentaire sur l'optique *de Lorenzo Ghiberti*, dans «Arabic Sciences and Philosophy», VIII, 1998, pp. 67-96: 72.

MS. *MAGL. VI 243*, f^os 77 s. *De lunularum quadratura*		MS. *VAT. LAT. 4595* *Libro Alchaten de li aspecti** *Tractato deli crepuscoli***
s*e*ra / s*e*ria	=	s*e*ra* / s*e*rano* / s*e*ra**
s*i* / s*i*gnata / s*i*gnate	=	l*i*ttere* / n*i*suno* / qu*i*sti* / s*i*condo** / s*i*gnato**
d*e*claratione / d*e*pincta / opp*e*nnioni	=	d*e*chiaratto* / ogn*e** / r*e*flectara* / r*e*luce**
circ*u*lo / d*u*pla / triang*u*lo	=	partic*u*lare* / s*u*btile* / *u*mbra* / circ*u*lo**
gi*o*nte	=	ad*o*nche* / s*o*a**
*h*avessimo	=	*h*ara* / *h*ora* / pro*h*emio* / *h*abiamo** / *h*abie**
h*o*meni / l*o*co / tr*o*uo / tr*o*uato	=	l*o*co* / tr*o*uara* / tr*o*uiamo* / u*o*i* / c*o*rpo** / l*o*ci**
*z*ioe / *z*oe	=	*z*iascheduna* / *z*io* / *z*ioe* / *z*iascheduno** / *z*ioe**
ma*z*ior	=	*z*ardino*
ma*x*imamente	=	a*x*e* / mi*x*ti* / rifle*x*o* / di*x*oto** / indu*x*e**
i*ns*critto	=	i*ns*pitiente* / me*ns*urato* / inco*n*minciamo**
i*n* per il che (imperochè)	=	co*n*preso* / me*n*bri* / u*n*bra**
au*ct*orita / depin*ct*a / pun*ct*ualmente	=	au*ct*ori* / noc*t*e* / refle*ct*ara* / rispe*ctt*o* / tra*ct*ato**
na*tt*ura / osten*ss*ione / per*ff*e*tt*amente / ue*dd*e	=	sa*pp*esse* / uisibi*ll*e* / possibi*ll*e** / *tt*erra**

5.3. *Il présente les mêmes dysgraphies que le ms.* Vat. Lat. 4595

On objectera que ces particularismes ne permettent pas de remonter au-delà d'origines dialectales. Il n'en est rien, car les trois traités – *De lunularum quadratura*, *De li aspecti* et *Tractato deli crepuscoli* – présentent aussi les mêmes dysgraphies non dialectales: lapsus, répétitions, dysorthographies… qui pourraient être des signes de troubles dyslexiques.[55]

MS. *MAGL. VI 243*, f^OS 77 s. *De lunularum quadratura*		MS. *VAT. LAT. 4595* *Libro Alchaten de li aspecti** *Tractato deli crepuscoli***
contro > contro*ntro*	=	precie*cie*dente* / *tut*tutta* / sicondo *sicondo*** / dili*lii* uapori**
propositione > pro*por*tione	=	uespertino > *matu*tino** / sotto > so*pra***
sig‹na›te	=	tro‹ue›ra* / so‹ti›lita** / superfi‹ci›e**
similemente > smilmente	=	aparitione > apartione** / nascimento > nasci*e*mnto**
lunare > l*io*nare	=	essa > *æ*ssa** / spera > spi*e*ra**
homini > h*e*m*o*ni	=	diametro > dim*ae*tro**

Jointes aux particularismes régionaux exposés *supra*, ces dysgraphies sont des marqueurs sûrs du copiste. En effet, la probabilité que l'on puisse confondre deux traducteurs de textes scientifiques arabes, tous deux dyslexiques et originaires de la même région d'Italie, est faible. Au contraire, on peut y reconnaître que le *De li aspecti*, le *Tractato deli crepuscoli* et le *De lunularum quadratura* ont été soit rédigés par le même copiste, soit que le second s'est fondé sur le premier. Cette identité – ou dépendance –, fait que certaines conclusions relatives au ms. *Vat. Lat. 4595* peuvent être extrapolées au traité sur les lunules. Par exemple, il n'est guère surprenant de retrouver cet opuscule sur la quadrature des lunules dans les mains d'un artiste

55 Un dyslexique utilise plusieurs orthographes concurrentes pour le même mot *(problème, promblème)*, distingue difficilement les mots homophones *(verre, ver, vers, vert)* et altère les mots complexes *(monocotylédone > monotidone, monolidone, monocotidon)*. L'hypothèse de la dyslexie est préférable à celle de l'aphasie: la dyslexie n'est pas incompatible avec de bonnes capacités intellectuelles.

florentin: on sait que le *Libro Alchaten de li aspecti* était connu notamment de Lorenzo Ghiberti qui en a reproduit de longs extraits.[56]

Deux hypothèses ont été avancées sur la provenance du *De li aspecti* et du *Tractato deli crepuscoli*. La première veut que ces travaux aient été traduits du latin par Guerruccio di Cione Federighi lors d'un séjour à Séville.[57] La deuxième hypothèse les donne pour des traductions anonymes d'origine andalouse, ces textes n'étant pas sans rapport avec le ms. *Royal 12 G VII* de la British Library, manuscrit espagnol du XIV^e^ siècle.[58] La première hypothèse est une inadvertance: 1) Gueruccio n'est pas le traducteur mais le commanditaire de textes scientifiques; 2) il n'est pas établi que la commande du *De li aspecti* et du *Tractato deli crepuscoli* lui revienne;[59] 3) les textes, par lui commandés, ne peuvent en aucun cas être rapprochés des traductions italiennes d'Ibn al-Haytham et d'Ibn Mu'âdh, ainsi que le démontre l'étude morphologique:

MS. *VAT. LAT. 8174* *Libro di sapere di astrologia*		MS. *VAT. LAT. 4595* *Libro Alchaten de li aspecti* * *Tractato deli crepuscoli* **
bonta*de* / citta*de* / uirtu*de*	≠	debilita* / quantita* / uacuita* / uirtu* / diuersita**
chiamo*e*, -a*e* / fa*e* / potra*e* / sta*e*	≠	dico** / ha* / potra* / fa** / leua** / seca**
de‹v›e / de‹v›ono	≠	[deve / devono]
buoni / luogho / nuouo / muoua / ruota	≠	l*o*co* / rim*o*ua* / tr*o*uiamo* / c*o*rpo** / l*o*ci**
accio / ciascuna / ciaschuno (catuno)	≠	*z*io* / *z*iascheduna* / *z*iascheduno**
abbiamo / auemo / auesse / ora	≠	*h*abiamo** / *h*abie** / *h*ora**
lunghezza / larghezza	≠	bele*cia* / larghe*cia* / avan*cio*
meço / rabiçag / sença / çodiaco	≠	por*t*ione* / inan*t*i* / sen*cia* / ori*z*onte**
çerchio	≠	circulo**

Tous les avis concordent cependant pour renvoyer le *De li aspecti* et le *Tractato deli crepuscoli* à al-Andalûs:[60] ces traités ne seraient que deux des œuvres scientifiques qui ont diffusé vers l'Italie par l'intermédiaire du sud de l'Espagne, à l'instar des *Tables* d'Al-Battânî et des *Libros del saber de astronomia* traduits à Séville, du castillan à l'italien, sur l'ordre de Gueruccio di

[56] Cf. GRAZIELLA FEDERICI VESCOVINI, *Contributo per la storia della fortuna di Alhazen in Italia: Il volgarizzamento del manoscritto* Vaticano 4595 *e il* Commentario III *del Ghiberti*, dans «Rinascimento», s. II, V, 1965, pp. 17-49; EAD., *Alhazen vulgarisé…*, cit. L'étude la plus ample et la plus précise des sources textuelles de Ghiberti est aujourd'hui celle de KLAUS BERGDOLT, *Der Dritte Kommentar Lorenzo Ghibertis: Naturwissenschaften und Medizin in der Kunsttheorie der Frührenaissance*, Weinheim, VCA Acta Humaniora, 1988. On trouvera des remarques de détail dans DOMINIQUE RAYNAUD, *Le fonti ottiche di Lorenzo Ghiberti*, dans *Nel segno di Masaccio: L'invenzione della prospettiva*, [Catalogo della mostra: Firenze, Galleria degli Uffizi, 16 ottobre 2001-20 gennaio 2002], a cura di Filippo Camerota, Firenze, Giunti, 2001, pp. 79-81.

[57] Cf. DAVID C. LINDBERG, *Introduction to the reprint edition*, dans *Opticæ thesaurus Alhazeni Arabi libri septem […]: Eiusdem liber De crepusculis et nubium ascensionibus*, with an introduction by D.C.L., New York, Johnson Reprint, 1972, p. XXVI; ID., *A catalogue of Medieval and Renaissance optical manuscripts*, Toronto, The Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1975, pp 16 et 19; ABDELHAMID I. SABRA, *The Optics of Ibn al-Haytham: Books I-III: On direct vision*, London, The Warburg Institute, 1989, vol. II, p. LXXV.

[58] Cf. A. MARK SMITH, *The Latin version of Ibn Mu'adh's treatise «On twilight and the rising of clouds»*, dans «Arabic Sciences and Philosophy», II, 1992, pp. 83-132; A. MARK SMITH-BERNARD GOLDSTEIN, *The Medieval Hebrew and Italian versions of Ibn Mu'adh's «On twilight and the rising of clouds»*, dans «Nuncius», VIII, 1993, pp. 611-643: 628-629; G. FEDERICI VESCOVINI, *Alhazen vulgarisé…*, cit., p. 68.

[59] La mention «Gueruccio figluolo di Cione federighi della molto nobile citta di firençe· fece traslatare questo libro· di castellano in fiorentino» ne se trouve que dans le ms. *Vat. Lat. 8174*, f° 103 qui transcrit *Los libros del saber de astronomia del rey Alphonso X de Castilla*.

[60] A.I. SABRA, *The Optics of Ibn al-Haytham*, cit., vol. II, p. LXXV, ajoute que «It would seem that, had the Latin translation of I.H.'s *Kitâb al-Manâz̲ir* been executed in Sicily, it too would have probably borne the title *Optica*. In MSS of the *Perspectiva* I.H.'s name, al-H̲asan, is usually transliterated 'Alhacen'. It has been argued that the use of the letter 'c' with the value of the voiceless 's' strongly suggests' a spanish origin for the translation».

Cione Federighi en 1341.[61] Les similitudes morphologiques constatées entre le traité florentin sur les lunules, le *De li aspecti* et le *Tractato deli crepuscoli* renforce la présomption selon laquelle le modèle du Magliabechianus aurait transité par al-Andalûs.

Si le commentaire de Simplicius sur la *Physique* d'Aristote a été connu en langue arabe, ce qui n'est pas exclu,[62] il faudrait déterminer l'auteur de la reconstruction de la première lunule d'Hippocrate par un examen des textes arabes traitant, directement ou indirectement, du même problème. Parmi les traités dédiés expressément au problème de la quadrature des lunules,[63] aucun ne présente de parallèle suffisant avec l'opuscule florentin pour conclure à une filiation. Peut-être devrait-on ouvrir l'enquête aux œuvres traitant indirectement de cette question? Cette ouverture est justifiée par l'incipit du traité: *Modo di misurare una figura biangula* (ou *De modo mensurandi figuram biangulam* ou *Al-ṯarîq al-misâẖa fî ash-shakl bi-zâwiyatayni*). La plupart des œuvres scientifiques commençant par *Kitâb*, *Risâla* ou *Maqâla fî*…, cet incipit suggère un titre de chapitre qui pourrait être celui d'un livre consacré à la «science de la mesure» (*'ilm al-misâẖa*), titre qui a servi de prototype au *De arte mensurandi* de Jean de Murs. La recherche des parallèles textuels semble malheureusement hors de portée: les bibliographes recensent, dans la période qui va du VI^e siècle (Simplicius) au XIV^e siècle (Jean de Murs), plus de cent cinquante mathématiciens arabes.[64] Et il n'est même pas sûr que la *Geschichte des arabischen Schrifttums* soit la bonne clef, en raison des incohérences qui affectent l'opuscule florentin.

---

61 Il s'agit d'une compilation, ordonnée par Alphonse X le Sage, de textes astronomiques arabes et d'un original de Rabizag de Tolède – cf. ENRICO NARDUCCI, *Intorno ad una traduzione italiana fatta nell'anno 1341 da una compilazione astronomica di Alfonso re di Castigla*, dans «Giornale arcadico», XLII, 1864, pp. 81-112; FABIO DE PROPRIS, *Federighi, Guerruccio*, dans *Dizionario biografico degli italiani*, cit., vol. 45, 1995, *s.v.* Ce texte est édité par JOSEPH ABRAHAM LEVI, *An editorial study of the 14th-century Italian translation of Alfonso's X, the Wise's* Libros del saber de astronomia, Thesis Dissertation, Ann Arbor, University of Winsconsin-Madison, 1993.

62 Ibn al-Nadîm et Ibn al-Qifṯî ne font pas état de la traduction arabe du commentaire de Simplicius sur la *Physique* d'Aristote (cf. I. HADOT, *La vie et l'œuvre de Simplicius d'après des sources grecques et arabes*, cit., p. 36). Toutefois, les présomptions d'existence de cette traduction sont fortes car Simplicius était connu des Arabes comme géomètre et mathématicien, notamment par son commentaire sur les postulats d'Euclide (cf. ABDELHAMID I. SABRA, *Simplicius' proof of Euclid's parallels postulate*, dans «Journal of Warburg and Courtauld Institute», XXXII, 1969, pp. 1-24; HELMUT GÄTJE, *Simplikios in der arabischen Überlieferung*, dans «Der Islam», LIX, 1982, pp. 6-31: 16). C'est la raison pour laquelle FUAT SEZGIN (*Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd. V: *Mathematik bis ca. 430 H*, Leiden, Brill, 1974, p. 186) écrit que «Arabische Gelehrte kannten ihn als Kommentator des Aristoteles, Euklid und Hippocrates». ROSHDI RASHED (*Déterminations infinitésimales, quadrature des lunules et problèmes isopérimétriques*, dans *Histoire des sciences arabes*, cit., vol. 2, pp. 93-119: 106), étudiant la quadrature des lunules d'Ibn al-Haytham, se demande également si «Les résultats d'Hippocrate de Chio sont intégrés dans les travaux d'Ibn al-Haytham. Les a-t-il connus grâce au commentaire de la *Physique* d'Aristote, de Simplicius, qui aurait alors été traduit en arabe?». Les arabismes du Magliabechianus sont un nouvel élément de présomption.

63 BANU MUSA, *Livre de la connaissance de la mesure des figures planes et sphériques [Kitâb ma'rifa misâẖat al-ashkâl al-basîṯa wa al-kuriyya]* mieux connu sous le titre *Verba filiorum Moysi* (cf. M. CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. I, pp. 238-354); IBN AL-HAYTHAM, *Traité sur la quadrature du cercle [Maqâla fî tarbî' al-dâ'ira]* connu par douze mss. et sans doute plus, ce traité ayant été souvent adjoint aux *Petites astronomies [al-Mutawassiṯâṯ]*; IBN AL-HAYTHAM, *Traité succinct sur les lunules [Maqâla mukhtaṣara fî al-ashkâl al-hilâliyya]* connu par un seul ms.; IBN AL-HAYTHAM, *Traité exhaustif sur les figures des lunules [Maqâla mustaqṣah fî al-ashkâl al-hilâliyya]* connu par quatre mss. – cf. R. RASHED, *Les mathématiques infinitésimales du IX^e au XI^e siècle*, cit., t. II, cit., pp. 71-82, 82-102, 103-175. Le même constat vaut pour les huit textes de la tradition hébraïque, étudiés depuis peu, qui paraissent dériver de trois prototypes: ALFONSO [*i.e.* ABNER DE BURGOS], *Meyashsher 'Aqov*; ANONYME, *Sefer Uqlidis*; LEVI B. GERSHON, *Surcommentaire du commentaire d'Averroès sur la Physique d'Aristote* – cf. ALFONSO, *Meyashsher 'Aqov*, translated from the Hebrew and with introductory material and appendices by G. M. GLUSKINA, S. YA. LURIA, BORIS A[BRAMOVICH] ROSENFEL'D, Moskva, Glavnaïa Redaktsia Vostochnoï Literaturi, 1983; Y[ITZHAK] TZVI LANGERMANN, «*Sefer Uqlidis» by an anonymous author*, dans «Kiryat Sefer», LIV, 1984, p. 635; ID., *Medieval hebrew texts on the Quadrature on the lunes*, dans «Historia mathematica», XXIII, 1996, pp. 31-53.

64 Cf. F. SEZGIN, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, cit., Bd. V, cit.

CONCLUSION

Le De *lunularum quadratura* du ms. *Magl. VI 243*, qu'il faudrait renommer *Modo di misurare una figura biangula* par son *incipit*, doit être retiré à Leon Battista Alberti. Il s'agit d'un texte apocryphe qui n'est autre qu'une version corrompue de la première quadrature d'Hippocrate tirée du commentaire de Simplicius sur la *Physique* d'Aristote, traduite en arabe, en latin, puis en italien, soit par le traducteur de la *Perspectiva* d'Ibn al-Haytham et du *Liber de crepusculis* d'Ibn Mu'âdh, soit d'après lui. Au total, entre le VI^{e} et le XIV^{e} siècle, le texte a effectué une pérégrination complète autour du bassin méditerranéen.

APPENDICE

MODO DE MISURARE UNA FIGURA BIANGULA
EDITION ET TRADUCTION

I. MANUSCRIT ET EDITIONS

Manuscrit

1. Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, ms. *Magl. VI 243*.
Papier, XVI[e] siècle. Le *Modo di misurare una figura biangula* se lit aux f[os] 77v-79r, sans nom d'auteur, sans titre et sans aucune figure (celles des éditions de Mancini et de Clagett cit. *infra* sont des reconstructions). On note cependant que le copiste a laissé, au f[o] 78r, un large espace avant chacun des théorèmes d'Euclide – ce qui suggère une intention, soit d'en donner une démontration mathématique, soit, plus probablement, de dessiner les figures géométriques correspondantes. Contient également, aux f[os] 64r-74r, une copie incomplète des *Ex ludis rerum mathematicarum* d'Alberti. Pour sa description, voir *Inventari dei manoscritti delle biblioteche d'Italia*, a cura di Giuseppe Mazzatinti e Fortunato Pintor, Forlí, Bordandini, vol. XII, 1902-1903, p. 172; CECIL GRAYSON, *Nota sul testo*, III: *Ludi rerum mathematicarum*, dans LEON BATTISTA ALBERTI, *Opere volgari*, a cura di C.G., vol. III: *Trattati d'arte, Ludi rerum mathematicarum, Grammatica della lingua toscana, Opuscoli amatori, Lettere*, Bari, Laterza, 1973, pp. 352-360: 352; L[UCIA] B[ERTOLINI], *[Scheda n°] 24*, dans *Leon Battista Alberti [Catalogo della mostra: Mantova, Palazzo Te, 1994]*, Ivrea, Olivetti & Milano, Electa, 1994, p. 434a-c; C[RISTINA] MA[TERAZZI], *Scheda 51*, dans *Leon Battista Alberti: Censimento dei manoscritti*, 1: *Firenze*, t. I, a cura di Lucia Bertolini, Firenze, Polistampa, 2004, pp. 493-502.

Éditions

1. *De lunularum quadratura*, dans *Leonis Baptistæ Alberti Opera inedita et pauca separatim impressa*, Hieronymus Mancini curante, Florentiæ, Sansoni, 1890, pp. 305-307 (= **Manc**.).

2. *The* De lunularum quadratura *attributed to Leon Battista Alberti*, dans MARSHALL CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, Philadelphia, The American Philosophical Society, vol. III: *The fate of the Medieval Archimedes: 1300-1565*, part IV, 1978, pp. 1316 s. (description), pp. 1326-1328 (édition), p. 1510 (figure Ap. II 9)(= **Clag**.).

II. LA PRESENTE EDITION

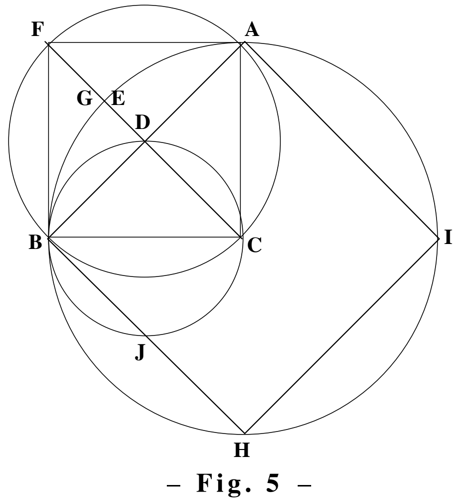
Dans la présente édition – dont nous avons retiré le titre apocryphe (*De lunularum quadratura*) et la figure[65] –, nous nous sommes borné pour l'essentiel à restituer l'orthographe

[65] La figure est introduite par Mancini (*Leonis Baptistæ Alberti Opera inedita*…, éd. cit., p. 305) déclarant «Franciscus Siacci perillustris mathematicus problema revisit et figuræ formam, quæ in codice deerat addere voluit». Pour faire correspondre la figure et le texte, l'éditeur introduit trois altérations textuelles: *ABFG* → *ABEC, BC* → *DC, ABGH* → *ABEH*. MARSHALL CLAGETT, *Archimedes in the Middle Ages*, cit., vol. III, part IV, pp. 1326-1327, fig. p. 1510, en introduit sept: *ABC* → *ABG, AE* → *AFD, BD* → *BDF*, *AC* → *AG, BC* → *BG, BCID* → *BGID*, *ABDE* → *ABFD*, occasionant au total un changement de quatorze occurrences. Ces altérations, qui corrompent le sens du texte, sont inutiles. Nous savons que la figure se compose d'une lunule, d'un triangle isocèle rectangle et de trois cercles. La lunule est notée *AB* ou *ABFG*, donc *A* et *B* sont ses cornes. Par suite, le triangle *ABC* est rectangle en *C*. Les trois cercles se distinguent aisément: un grand cercle *ABGH*, un moyen *ABCF*, un petit *BCJD*. *A* et *B* sont les points d'intersection du grand et du moyen cercles; *B* et *C* les

des quelques leçons dont la simplification graphique, souvent dictée par les habitudes linguistiques du copiste, risquait de rendre malaisée la compréhension (*nosi* > *non si*, *sita* > *scita*, etc.), et nous avons corrigé, avec quelques autres corruptions mineures (*smilmente* > *similmente*, *diameto* > *diametro*, *lionare* > *lunare*, etc.), parfois dues à une diplographie (*controntro* > *contro*) ou un échange (*hemoni* > *homeni*), les rares indications géométriques manifestement fautives (*proportion* > *proposition*, *parti portione* > *parti della portione*, *ABC* > *ABF*, *AE et BD* > *AED et BDE*, *triangulo* > *circulo*, *Prop. nel 2°, n° xxxxvi* > *Prop. nel 1°, n° xxxxvii*).

Par ailleurs, nous avons développé les abréviations, séparé les mots selon l'usage (*almio* > *al mio*, *de gli* > *degli*, etc.), rationalisé l'emploi des majuscules (*euclide* > *Euclide*, *L'oppenioni* > *l'oppenioni*, *Maximamente* > *maximamente*, *Io* > *io*, etc.) ainsi que la ponctuation et la division du texte en paragraphes, reproduit en italique les lettres indiquant une figure (·A·B· > *AB*, ·A·B·C·D· > *ABCD*, etc.) ainsi que les mots latins, mis l'*incipit* en capitales et numéroté entre crochets les propositions de la partie du texte énonçant la résolution du problème. Nous avons aussi distingué *u* (voyelle ou semiconsonne) de *v* (consonne) et accentué les voyelles qui le sont ordinairement dans l'usage moderne. En revanche, les autres particularités graphiques ou linguistiques, jugées sans conséquence pour la compréhension du texte, ont été conservées (*auctorità*, *nacture* et *nattura*, *perffettamente*, *indaghatori*, *mazior*, *portion* ou *portione* aussi bien au singulier qu'au pluriel, *fano* pour *fanno*, *circulare* et *minore* au pluriel, etc.).

points d'intersection du moyen et du petit cercles. En traçant les carrés inscrits, on trouve une figure conforme au texte initial, dont le point double $G = E$ est l'unique particularité [**fig. 5**].



– **Fig. 5** –

MODO DE MISURARE UNA FIGURA BIANGULA CONTENTA DA DUE LINEE CURVE, COME SI VEDDE LA FIGURA

Contro l'oppenioni de molti, che dicono che le figure contente da linee curve et circulare, perfettamente non si dà la loro quadratura, maximamente di quelle che sono portion de circuli – questo dicono al mio giuditio per la auctorità d'Aristotele, che dice che *quadratura circuli est scibilis, sed non scita, quia est in potentia nacture*; et non potendosi dare perffettamente la quadratura del circulo, de qui argumentano essere impossibile il quadrar perfettamente le figure contente da linee curve *seu* circulare *ut supra*; pertanto io che perffettamente trovo la quadratura della figura qui depincta, zoè di quella biangula in forma di luna signata *AB*, dico che se havessimo accurati indaghatori, che sí come la quadratura del circulo è in potentia dela nattura, che similmente sería in quella degli homeni. Per il che nella ostenssione della quadratura della detta figura *AB*, prima notate due propositione de Euclide pertinenti alla declaratione, dirò del modo qui sotto scritto:

PRIMA PROPOSITIONE NEL XII°, PROPOSITION 2ª
Omnium duorum circulorum est proportio alterius ad alterum tamquam proportio quadrati sui diametri ad quadratum diametri alterius.

PROPOSITIONE NEL 1°, N° XXXXVII
In omni triangulo rectangulo quadratum quod a latere recto angulo opposito in semet ipso ducto describitur equum est duobus quadratis que ex duobus reliquis lateribus conscribitur.

[**1**] Dico che la quadratura della figura lunare *ABFG* serà proprio de superficie quanto è il triangulo *ABF* inscritto nel mezo circulo. Nel qual triangulo entrano le due parti della portione del circulo signate *AE<D>* et *BD<E>*, le qual due parti sono quanto è le due portione de circulo *AC* et *BC* per la 2ª del xij de Euclide soprascritta et per la 47 del 1°. [**2**] La prima propositione alegata manifestamente mostra che è dupla proportione fra il circulo *ABCF* et il circulo *ABGH*, perché la costa del quadrato contento nel mazior circulo è diametro del altro circulo 2°, [**3**] et qui anchora le cadde la 47 del 1° che manifestamente mostra che sono in dupla proportion et la costa del quadrato posto nel 2° circulo è diametro del circulo minore, zoè *BCJD*, che cosí vanosi proportionando fra loro et sempre in dupla proportione. [**4**] Seguita dunque che anche lj quadrati posti nelli circuli fra loro sono in dupla proportione, come si vede necessario, [**5**] et dunque che similmente le portion de circuli siano fra loro in dupla. [**6**] *Ergo* due portion minore fano una maggiore, zioè che tanto sono le portion *AC* et *BC* gionte insieme quanto è la portion *ABDE*. *Quod est propositum*. [**7**] Et nel formare il triangulo *ABC* gli entra in loco delle due portion soprascritte *AC* et *BC* la portion del maggiore circulo, zoè *ABED*, la qual tanto vale quanto le due minore. Manifestamente dunque si vede lo triangulo *ABC* punctualmente esser quanto la lunare figura, [**8**] in per il che da questa figura quadrata potemo argumentare che come è trovato il quadrare questa figura lunare contenta de due curve linee, che similmente è possibile il quadrare il circulo.

APPARATO CRITICO

Contro *Manc.*: Controntro *cod. nec non Clag.* ‖ non si *ego*: nosi *cod.*, non, si *ed. Manc.*, no[n] si *Clag.* ‖ sita *pro* scita *habet cod.* ‖ in potentia nacture *ego*: inpotentia nacture *cod.*, impotentia naturæ *ed. Manc.*, in potentia natture *ed. Clag.* ‖ sí come *ego*: si come *cod. nec non Manc. et Clag.* ‖ in potentia *Clag.*: inpotentia *cod.*, impotentia *ed. Manc.* ‖ smilmente *pro* similmente *habet cod.* ‖ homeni *Manc.*: hemoni *cod. nec non Clag.* ‖ ella *pro* nella *habet cod.* ‖ proposition 2ª *ego*: proportion 2ª *cod.*, proportione 2ª *ed. Manc.*, propositione 2ª *Clag.* ‖ Propositione nel 1°, N° XXXXVII *ego*: Propositio nel 2°, N° XXXXVI *cod. nec non Manc. (vide supra, ad § 2.4)*, Proposito nel 2° (! primo) [libro], n° xxxxvi *ed. Clag.* ‖ æquum *ed. Manc.*, equum *ed. Clag.* ‖ quæ *ed. Manc.* que *ed. Clag.*

1. ABEC *pro* ABFG *ed. Manc. (vide supra, adn. a)* ‖ il triangulo *ego*: il triangło *cod.*, il triangolo *ed. Manc. et Clag.* ‖ ABF *ego*: ABC *cod. nec non Manc.*, ABG *ed. Clag.* ‖ qual triangulo *ego*: qual triangło *cod.*, qual triangolo *ed. Manc. et Clag.* ‖ della *om. cod. nec non Manc.,* (del) *ed. Clag.* ‖ signate *ego*: sig.le *cod.,* singulare *ed. Manc. et Clag.* ‖ AED et BDE *ego*: AE et BD *cod. nec non Manc.,* AFD et BDF *ed. Clag.* ‖ AG *pro* AC *ed. Clag. (vide supra, adn. a)* ‖ *pro* BC *ed.* DC *Manc. et* BG *Clag. (vide supra, adn. a)* ‖ 47 del 1° *ego*: 46 del 2° *cod. nec non Clag.,* 46ª del II *ed. Manc.*

2. ABEH *pro* ABGH *ed. Manc. (vide supra, adn. a)*

3. 47 del 1° *ego*: 46 del 2° *cod. nec non Clag.,* 46ª del II *ed. Manc.* ‖ dupla *Manc.*: dipla *cod.,* dipla (! dupla) *ed. Clag.* ‖ proportione *ex* proportion *corr. Manc. et Clag.* ‖ diameto *pro* diametro *habet cod.* ‖ BCJD *ego*: BCID *cod. nec non Manc.,* BGID *ed. Clag. (vide supra, adn. a)*

5. portioni de *ex* portion de *corr. Manc. et Clag.*

6. portioni minori *ex* portion minore *corr. Manc. et Clag.* ‖ fanno *ex* fano *corr. Manc. et Clag.* ‖ portioni AC *ex* portion AC *corr. Manc. et Clag.* ‖ portion ABDE *cod.*: portione ABDE *corr. Manc.,* portione ABFD *ed. Clag. (vide supra, adn. a)*

7. triangulo *ego*: triangło *cod.,* triangolo *ed. Manc. et Clag.* ‖ portioni soprascritte *ex* portion soprascritte *corr. Manc. et Clag.* ‖ portione del *ex* portion del *corr. Manc. et Clag.* ‖ circulo *Clag.*: triangło *cod.,* triangolo *ed. Manc.* ‖ minori *ex* minore *corr. Manc. et Clag.* ‖ triangulo *ego*: triangło *cod.,* triangolo *ed. Manc. et Clag.* ‖ lunare *Manc.*: lionare *cod.,* lionare (! lunare) *ed. Clag.*

8. contenta da *ex* contenta de *corr. Manc. et Clag.*

FAÇON DE MESURER L'AIRE D'UNE FIGURE BIANGULAIRE CIRCONSCRITE PAR DEUX LIGNES COURBES COMME LE MONTRE LA FIGURE

Contre l'opinion de nombreux <auteurs> qui disent qu'on ne connaît pas la quadrature des figures limitées par des lignes courbes et circulaires, principalement de celles qui sont des segments de cercles; disant cela, à mon avis, sur l'autorité d'Aristote qui affirme que «la quadrature du cercle est connaissable mais non connue, parce qu'elle n'existe qu'en puissance dans la nature»,[66] et qui, ne parvenant pas à donner parfaitement la quadrature du cercle,[67] arguent qu'il est impossible de quarrer parfaitement les figures limitées par des lignes courbes ou circulaires comme ci-dessus. Pourtant, moi, qui trouve exactement la quadrature de la figure ici représentée, c'est-à-dire de celle biangulaire, en forme de lune, notée *AB*, je dis que, s'il y avait eu des chercheurs consciencieux, de même que la quadrature du cercle est en puissance dans la nature, pareillement l'homme devrait la posséder en puissance. Pour la démonstration de la quadrature de ladite figure *AB*, après avoir indiqué deux propositions d'Euclide pertinentes pour l'exposé, je procéderai de la façon indiquée ci-après:

ÉLEMENTS, XII 2
Quels que soient deux cercles, le rapport de l'un à l'autre est égal au rapport du carré du diamètre de l'un au carré du diamètre de l'autre.

ÉLEMENTS, I 47[68]
Dans tout triangle rectangle, le carré décrit sur le côté sous-tendant l'angle droit opposé est égal aux carrés des deux côtés restants.

[**1**] Je dis que l'aire de la figure lunaire *ABFG* est identique à celle du triangle *ABF* inscrit dans le demi-cercle.[69] Dans ce triangle, entrent les deux parties du segment de cercle[70] notées *AED* et *BDE*. Ces deux parties font autant que les deux segments de cercle *AC* et *BC*, par les propositions XII 2 et I 47 d'Euclide, mentionnées ci-dessus. [**2**] La première proposition citée montre clairement qu'il y a un rapport double entre le cercle *ABCF* et le cercle *ABGH*, parce que le côté du carré inscrit dans le grand cercle est le diamètre du second cercle. [**3**] Ce à quoi s'applique encore la proposition I 47 qui montre clairement que les cercles inscrits sont dans un rapport double. Ainsi, le côté du carré inscrit dans le second cercle est le diamètre du petit cercle *BCJD*; et ainsi <tous les cercles suivants> vont en proportion, toujours dans un rapport double. [**4**] Il s'ensuit également que les carrés inscrits dans les cercles sont entre eux dans un rapport double, comme il est nécessaire [**5**] et que, pareillement, les segments de cercle sont entre eux <dans un rapport> double. [**6**] Donc, deux petits segments composent un plus grand. Ainsi les segments *AC* et *BC* joints ensemble font autant que le segment *ABDE*, ce qu'il fallait établir. [**7**] Et dans la formation du triangle *ABC*, il entre, au lieu des deux segments susdits *AC* et *BC*, le

---

66 Cf. ARISTOTE, *Categoriæ,* 7b24-32: «Scibile enim scientia prius videbitur […] ut circuli quadratura si est scibile, scientia quidem eius nondum est, illud vero scibile est» – cit., dans la *Translatio Bœthii*, d'après ID., *Categoriæ vel Prædicamenta: Translatio Bœthii, Editio composita, Translatio Guillelmi de Mœrbeka, Lemmata e Simplicii commentario decerpta, Pseudo-Augustini paraphrasis Themistiana*, Edidit Laurentius Minio-Paluello, Bruges-Paris, Desclée De Brouwer, 1961, p. 21 (tr. fr. par Richard Bodéüs: *Catégories*, Paris, Les Belles Lettres, 2001, pp. 34 s.: «En effet, ce qui peut être connu scientifiquement est antérieur à la science […]. C'est précisément le cas de la quadrature du cercle, supposé, bien entendu, qu'elle soit connaissable scientifiquement: il n'en existe certes pas encore de connaissance, mais l'objet de la science lui-même existe bel et bien»).

67 L'insistance sur la quadrature parfaite (*i.e.* non approximative) évoque à nouveau ARISTOTE, *Analytica Priora,* II 25, 69a31-32: «Per lunares figuras æqualem fieri rectæ linea circulum, propius erit scientiæ» – cit., dans la *Translatio Bœthii*, d'après ARISTOTE, *Analytica Priora: Translatio Bœthii (recensiones duæ), Translatio anonyma, Pseudo-Philoponi aliorumque scholia*, Edidit Laurentius Minio-Paluello, Bruges-Paris, Desclée De Brouwer, 1962 & Leiden, Brill, 1998^2, p. 188.

68 S'agissant du théorème de l'hypothénuse, il faut corriger II 46 en I 47. Nous examinons *supra*, au § 2.4, la corruption du numéro et la forme du théorème. Son application à des triangles isocèles rectangles dans la suite de la démonstration dénote l'influence de Proclus et sa contamination par le problème de l'incommensurabilité de la diagonale et du côté du carré (cf. *Les* Éléments *d'Euclide*, tr. fr. cit., vol. 1, p. 314).

69 Nous clarifions *ABC* en *ABF*, en vertu de l'égalité : tri. *ABC* = tri. *ABF*.

70 C'est le lat. «portio circulis».

segment du grand cercle, *ABED*, lequel vaut autant que les deux petits. On voit donc clairement que le triangle *ABC* fait exactement l'aire de la figure lunaire. [**8**] Et, du fait que cette figure est quarrable, nous pouvons arguer que, de même qu'est trouvée la quadrature de la figure lunaire limitée par deux lignes courbes, de même il est possible de quarrer le cercle.

PHOTOGRAPHIES

Fig. 6. *Modo de misurare una figura biangula*. Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, ms. *Magl. VI 243*, f° 77v.
Fig. 7. *Modo de misurare una figura biangula*. Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, ms. *Magl. VI 243*, f° 78r.
Fig. 8. *Modo de misurare una figura biangula*. Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, ms. *Magl. VI 243*, f° 78v.
Fig. 9. *Modo de misurare una figura biangula*. Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, ms. *Magl. VI 243*, f° 79r.