

logo not found or type unknown

Title Dioclès et "Dtrums": deux traités sur les miroirs ardents / Roshdi Rashed

Contained in MIDÉO : Mélanges de l'Institut dominicain d'études orientales du Caire / Direction : Georges Shehata Anawati, (puis) Régis Morelon, (puis) Emilio Platti, (puis) Emmanuel Pisani, (puis) Dennis Halft

Volume 23 (1997)

pages 1-10

URL <https://ideo.diamondrda.org/manifestation/75359>

DIACLÈS ET «DTRŪMS»: DEUX TRAITÉS SUR LES MIROIRS ARDENTS

par

Roshdi RASHED

À la mémoire du Père Anawati, mon ami

Les mathématiciens et les philosophes arabes ont porté, à partir du IX^e siècle, un intérêt tout particulier aux miroirs ardents. Al-Kindī leur consacre plusieurs traités¹, tandis que son contemporain Qusṭā b. Lūqā, si l'on en croit les anciens bibliographes, aurait composé tout un livre à leur sujet, information que sa *Catoptrique*, ainsi que sa correspondance avec Ibn al-Munajjim, rendent plus que vraisemblable: Qusṭā b. Lūqā y évoque souvent ces miroirs, et insiste sur leur utilité². Il semble bien que cette recherche sur les miroirs ardents avait activé à son profit un mouvement de traduction de la littérature hellénistique s'y rapportant. C'est ainsi qu'ont été rendus en arabe les écrits de Dioclès, ceux d'un certain Dtrūms (دترومس), d'Anthémios de Tralles, de Didyme ..., de sorte qu'aujourd'hui une partie importante — si ce n'est la plus importante — des travaux grecs n'a survécu qu'en arabe. Ce sont deux de ces écrits qui nous préoccupent dans cet article, l'un attribué à Dioclès et l'autre à un certain Dtrūms ou Dtrūmos. Nous nous proposons de les établir et de les traduire.

Le traité sur les *Miroirs ardents* de Dioclès nous est parvenu en arabe, dans deux manuscrits dont l'un est une copie médiocre de l'autre. On peut donc se risquer à

1. Voir R. Rashed, *Ceuvres philosophiques et scientifiques d'al-Kindī*. Vol. I: *L'Optique et la catoptrique*, Leiden/New York/Köln, E.J. Brill, 1997.

2. *Ibid.*, Appendice II.

avancer qu'il n'existe pour l'heure qu'un seul manuscrit valable, le seul qui puisse servir à l'établissement du texte. Il fait partie de la collection 393 de la Bibliothèque Āstān Quds de Meshed, en Iran, textes transcrits en 867/1462-3, sans référence au nom du copiste ni au lieu de la traduction. La collection est de la même main et du même papier, sans ajout ni glose. Le copiste a transcrit l'ensemble en écriture *nasta'liq*, peu soigneuse, et donc parfois difficile à lire; il n'a d'ailleurs pas tracé les figures géométriques, auxquelles il a pourtant réservé les espaces nécessaires. Rien n'indique que la copie a été confrontée à son modèle. Sur l'histoire de la collection, les sceaux apposés à la première page ainsi que les noms des propriétaires indiquent seulement qu'elle a voyagé au nord de l'Inde à l'époque moghole, qu'elle a même appartenu au célèbre Shah Jahan, avant de parvenir au nord de l'Iran. Le texte de Dioclès occupe les folios 106 à 128. Quant au second manuscrit, mauvaise copie du premier, réalisée probablement quand celui-ci se trouvait encore en Inde, il est conservé à la Bibliothèque Chester Beatty, à Dublin, n° 5255, fol. 1^v-26^v. De ce texte de Dioclès, il a été donné une édition étonnamment fautive³.

La composition singulière de ce livre, ainsi que les citations qu'en extrait le mathématicien du VI^e siècle Eutocius, soulèvent la question de l'authenticité de ce qui nous est parvenu. Dioclès, successeur d'Archimède, probablement mathématicien du second siècle, a sans aucun doute écrit un livre intitulé les *Miroirs ardents*. Or c'est bien le titre cité par Eutocius, et le titre de la composition qui nous est parvenue. De plus, les paragraphes de ce livre rapportés par Eutocius se retrouvent dans la version arabe. Mais, si l'on examine attentivement la version arabe du livre, on constate qu'il s'agit d'une compilation d'un ou de plusieurs écrits de Dioclès. Le livre de Dioclès, tel qu'il se présente, laisse apparaître une structure lâche et une organisation mal agencée: seize propositions en tout, mais qui se partagent en six groupes. Ces groupes sont nombreux, mais surtout hétérogènes, et portent sur les sujets les plus divers: miroirs ardents, optique au sens euclidien, constructions géométriques. Pour examiner les rapports qui relient ces différents groupes, et juger ainsi de l'organisation du livre, il nous faut tracer le graphe de sa structure.

Le premier groupe comprend les propositions 1, 4 et 5, qui traitent du miroir ardent parabolique. Elles sont reliées au long prologue du livre, puisqu'elles apportent des réponses aux questions qui y sont soulevées. Mieux encore, elles sont les seules à former avec le prologue un tout cohérent.

3. Il s'agit de l'édition de G.J. Toomer, *Dioclès, On Burning Mirrors, The Arabic Translation of the Lost Greek Original*, «Sources in the History of Mathematics and Physical Sciences 1», Berlin/Heidelberg/New York, Springer-Verlag, 1976. Nous en avons rendu compte dans *Archives internationales d'histoire des sciences*, 28, 1978, pp. 329-333. Voir également Appendice.

Dans la première proposition, Dioclès étudie la parabole et la détermination des quelques miroirs paraboliques évoqués dans le prologue; dans la quatrième et dans la cinquième proposition, il détermine la génération d'un miroir parabolique de révolution, dont la distance du centre au point d'embranchement est connue. Avec le prologue, ces trois propositions constituent un groupe, et ceci à deux titres: l'implication logique des démonstrations, et l'ordre de l'exposition. C'est ainsi que, dans la quatrième proposition, Dioclès renvoie à la première et à la cinquième. Il semble donc hors de doute que ces propositions et le prologue forment un tout, appartenant à un seul et même écrit, dans lequel Dioclès traite des miroirs ardents.

Le second groupe comprend la deuxième et la troisième proposition, lesquelles portent sur le miroir sphérique. Elles se trouvent intercalées au milieu du premier groupe, de façon aussi abrupte qu'arbitraire. En tout cas, ces deux groupes représentent tout ce qui relève des miroirs ardents dans le livre de Dioclès, sous sa forme actuelle. Mais, alors que le premier groupe s'articule directement et explicitement sur le prologue, le second ne s'y réfère qu'indirectement. Dans le prologue, Dioclès rappelle en effet que certains ont cru que les rayons réfléchis sur la surface d'une sphère parviennent au centre. Il reprendrait donc le problème du miroir sphérique pour rectifier cette erreur, ce qui expliquerait la présence de ce groupe dans le livre, sans pour autant justifier sa position: pourquoi les propositions 4 et 5 ne succèdent-elles pas, comme elles le devraient, à la première? — toutes les trois traitent du miroir parabolique. Pourquoi a-t-on intercalé, en pleine étude de ce miroir, deux propositions sur les miroirs sphériques? Il n'y a assurément aucune raison pour contester l'authenticité des propositions 2 et 3, même si l'on ne peut admettre que l'ordre des propositions soit celui de Dioclès. Pour l'heure, voici à quoi se résument nos certitudes:

La première proposition est à sa place après le prologue; la quatrième proposition renvoie explicitement à la première et à la cinquième; la seconde et la troisième proposition sont intimement liées, et ne sont pas à leur place. Comme rien dans le texte ne vient justifier la rupture de l'exposé et l'interpolation de ces deux propositions, force est de voir dans ce désordre le premier indice d'une compilation, où l'on aurait réuni des propositions issues d'endroits différents. Mais, avant d'en discuter, poursuivons l'examen des autres groupes.

Le troisième groupe se réduit à une seule proposition, la sixième, sur les diamètres apparents des segments égaux. Une fois bien établi le texte de cette proposition, son authenticité n'est pas plus douteuse que celle des précédentes. La sixième proposition est bien plus générale que la quatrième de l'*Optique* d'Euclide, qui porte elle aussi sur les diamètres apparents. Mais elle est de même nature que cette dernière, et, de ce fait, étrangère à l'étude des miroirs ardents. Elle marque de plus une rupture dans l'exposé, où l'on peut voir les traces d'une autre personne que Dioclès, un éventuel

compilateur. L'expression qu'on lit au début: «Dioclès montre ensuite ...», ne peut en effet figurer dans une rédaction continue de la main de l'auteur. Enfin, à partir de cette proposition et jusqu'à la fin du livre, on ne relève plus aucune référence, directe ou indirecte, au prologue.

Toutes les propositions, de 7 à 16, n'ont plus aucun rapport avec les miroirs ardents ni avec l'optique: toutes portent désormais sur des questions de constructions géométriques.

Le quatrième groupe, composé des propositions 7 et 8, nous ramène au célèbre problème d'Archimède: couper une sphère par un plan de telle sorte que les volumes soient dans un rapport donné. Il s'agit d'un groupe isolé, et d'ailleurs la septième proposition s'ouvre sur un autre préambule: «Archimède a montré dans le traité sur *La sphère et le cylindre ...*».

Le cinquième groupe est lui aussi isolé, et se réduit à une seule proposition, la neuvième. Celle-ci traite de la construction d'une longueur, une autre étant connue. Il s'agit, selon toute vraisemblance, d'un lemme technique rapporté à une proposition qui ne figure plus dans le livre tel qu'il nous est parvenu.

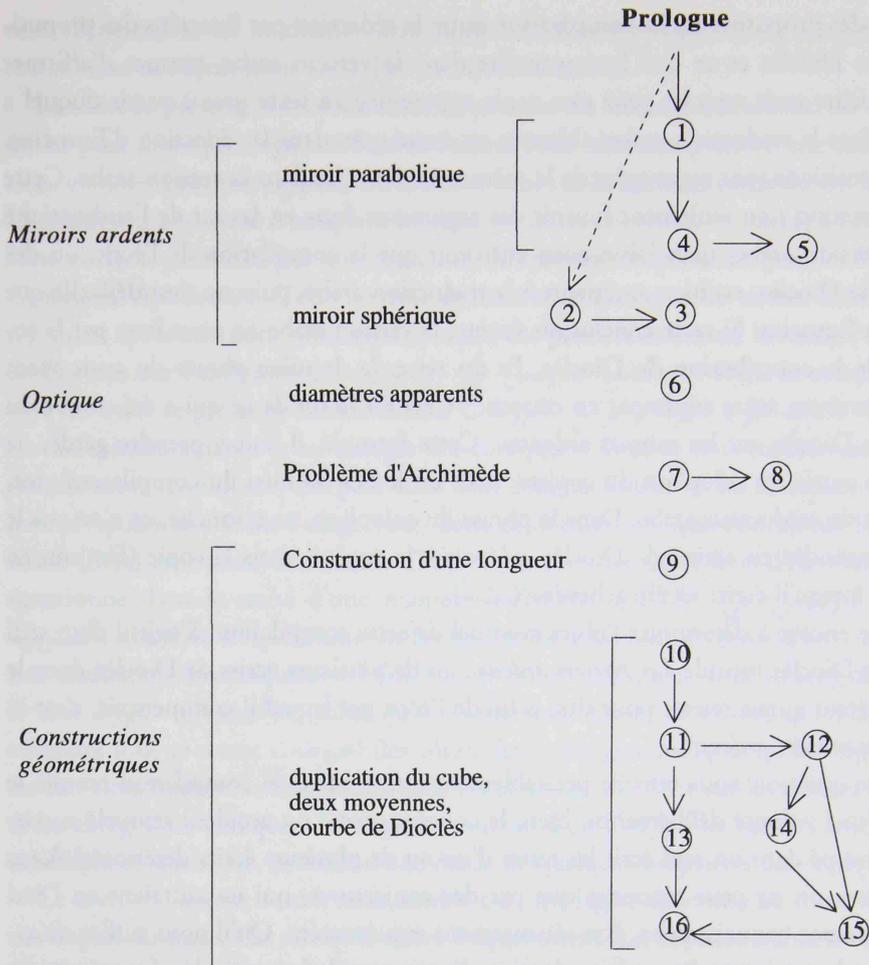
Le sixième — et dernier — groupe comprend à lui seul les sept propositions restantes, toutes destinées à l'étude de la duplication du cube, à la détermination des deux segments entre deux segments donnés pour que les quatre soient en proportion, et à la fameuse courbe de Dioclès. Ce groupe commence par cette même expression, qui marque une rupture dans l'exposé: «Dioclès montre ensuite que ...». Notons toutefois que dans la dixième proposition — la première de ce groupe — Dioclès a recours à un instrument déjà introduit dans la quatrième proposition: la «règle qui s'incurve» [voir note complémentaire 71, 1].

Il est à présent possible de tracer la structure du livre. Notons les implications logiques explicites par \longrightarrow et les implications implicites par $----->$.

Un simple coup d'œil sur ce tableau révèle:

1° les principales ruptures de l'exposé. Celles-ci correspondent du reste aux endroits marqués par l'expression déjà citée — «Dioclès montre ensuite que...» —, c'est-à-dire à la proposition 6 et à la proposition 10; les autres discontinuités se placent entre ces dernières.

2° qu'entre les deux principaux groupes, dont l'un est consacré aux miroirs ardents et l'autre à la duplication du cercle, il y a trois groupes isolés. Ceux-ci sont sans lien entre eux; chacun traite d'un sujet différent et semble être le résidu d'un exposé plus substantiel.



3° que seul le groupe sur les miroirs ardents, nous l'avons dit, se rattache, à des degrés divers, au prologue.

Devant une telle situation, à moins de frapper arbitrairement tout groupe isolé d'inauthenticité, ce qu'aucun argument textuel ou mathématique n'autorise, nous devons bien admettre que le texte qui nous est parvenu est issu d'une compilation d'un ou de plusieurs écrits de Dioclès. À ce stade, le témoignage d'Eutocius s'avère essentiel.

Dans son commentaire de *La sphère et le cylindre* d'Archimède, Eutocius cite Dioclès et son livre sur les miroirs ardents. Il donne explicitement comme appartenant à ce livre de Dioclès les propositions 7, 8, 11, 12, et le début de la proposition 13, de la version arabe; c'est-à-dire le groupe isolé 7-8, et une bonne partie du dernier

groupe des propositions. La comparaison entre la rédaction par Eutocius des propositions de Dioclès et ce que l'on peut lire dans la version arabe, permet d'affirmer qu'Eutocius avait sous les yeux une copie apparentée au texte grec à partir duquel a été réalisée la traduction arabe⁴. Notons en outre que, dans la rédaction d'Eutocius, les propositions sont regroupées de la même manière que dans la version arabe. Cette confrontation non seulement fournit des arguments forts en faveur de l'authenticité de la version arabe, mais laisse aussi entrevoir que la compilation de l'écrit, ou des écrits, de Dioclès, est bien antérieure à la traduction arabe, puisque c'est déjà elle que connaît Eutocius. Si cette conclusion s'avère, la version arabe ne nous livre pas la totalité de la contribution de Dioclès. Et du reste, la dernière phrase du texte vient nous livrer un autre argument en ce sens: «Ceci est la fin de ce qui a été trouvé du livre de Dioclès sur les miroirs ardents». Cette formule, il faut y prendre garde, ne fait pas partie du colophon du copiste, mais est le fait ou bien du compilateur grec, ou bien du traducteur arabe. Dans la phrase du colophon, en revanche, ce n'est pas le livre (masculin en arabe) de Dioclès qu'évoque le copiste, mais la copie (féminin en arabe), lorsqu'il écrit: «a été achevée» (تمت).

Reste encore à déterminer l'objet éventuel de cette compilation. S'agit-il d'un seul livre de Dioclès intitulé *Les miroirs ardents*, ou de plusieurs écrits de Dioclès dont le compilateur aurait retenu pour titre celui de l'écrit par lequel il commençait, c'est-à-dire *Les miroirs ardents*?

Cette question nous renvoie préalablement à une autre: la compilation est-elle le fruit d'une volonté délibérée? ou bien, la conséquence d'un accident textuel? aurait-on regroupé dans un seul écrit les restes d'un ou de plusieurs écrits détériorés? À ces questions, on ne peut répondre que par des conjectures, qui ne sauraient en l'état actuel de nos connaissances, être sérieusement argumentées. Qu'il nous suffise de savoir que la version arabe est la traduction d'une compilation intitulée *Les miroirs ardents*, déjà accomplie avant le sixième siècle de notre ère.

Le second écrit établi et traduit ici est un traité sur les miroirs ardents, attribué à un certain «Dtrūms» (دترومس) si l'on se fie à la transcription du copiste arabe, ou «Dtrūmos» si l'on tient compte de la voyelle brève. Sur ce texte, disons-le sans tarder, nous sommes trop peu renseignés pour pouvoir parler de manière assurée et significative: nous ne savons rien ni de la tradition textuelle directe, ni des traditions indirectes. Le nom de son auteur est manifestement corrompu, celui de son éventuel traducteur inconnu, et leurs dates respectives inaccessibles. Les anciens biobibliographes

4. Voir R. Rashed, *Dioclès, Anthémios de Tralles et al.*, à paraître aux Belles Lettres.

sont silencieux et les mathématiciens muets. Bref, notre seule source d'information sur ce texte se réduit pour ainsi dire au texte lui-même.

Le traité se présente sous deux titres, le premier du rédacteur, le second du copiste: on ne peut donc privilégier ni l'un ni l'autre. Pour bien comprendre une telle situation, commençons par rappeler un accident subi par le traité au cours de son histoire. Un rédacteur anonyme a remplacé les deux premiers chapitres, consacrés à l'étude du cône et de la parabole, par une rédaction directement inspirée du premier livre des *Coniques* d'Apollonius. C'est au terme de cette rédaction que son auteur écrit: «... il n'y a rien après cela dont nous ayons besoin, des premier et second livres de l'ouvrage de Dtrūms sur l'embrasement (الإحراق)»⁵. Dans le colophon, le titre du traité se présente différemment: كتاب المرايا المحرقة وجوامع المخروطات, «Le livre sur les miroirs ardents et les abrégés des coniques». Tout se joue maintenant sur le dernier mot, «coniques», qui peut aussi bien désigner l'objet — les coniques — ou le livre d'Apollonius. Mais l'usage veut, dans ce dernier cas, que l'on ajoute le terme *Kitāb* (livre) et le nom de l'auteur. D'autre part, le titre de ce livre d'Apollonius est mentionné dans le traité d'une manière différente: كتاب أبولونيوس في الأشكال الصنوبرية, «Le livre d'Apollonius sur les figures de la pomme de pin», c'est-à-dire par une traduction (botaniquement) fidèle du terme grec. De plus, tout au long du texte, le mot مخروط (cône) n'est utilisé qu'une seule fois. Autant de raisons qui inclinent à entendre sous ce terme المخروطات (les cônes) les objets géométriques qu'il désigne. On devrait alors traduire le titre donné dans le colophon: «Le livre sur les miroirs ardents et les abrégés des coniques». Il s'agit en tout cas d'un livre sur les miroirs ardents parabolique et sphérique, précédé d'une étude de quelques propriétés des coniques.

Le nom de l'auteur a subi, nous semble-t-il, une légère altération au cours de l'une des copies du texte. On sait qu'il arrive fréquemment aux copistes arabes de malmenner les noms, peu familiers, des auteurs grecs, mais en confondant, au cours de la copie, des lettres aussi proches que د, ر, ي et ت. Si l'on rectifie une éventuelle erreur de ce type, on parvient au nom de Didūms, c'est-à-dire Didyme, au lieu de cet énigmatique Dtrūms. Cette éventualité n'est pas une pure fiction, même s'il n'est pas encore possible de l'attester.

Qu'il s'agisse de Didyme ou de tout autre savant, l'auteur a écrit ce livre en grec, avant qu'il soit traduit en arabe. Outre le nom, grec à l'évidence, le texte comprend un terme grec rendu phonétiquement en arabe بارابولي (parabole), que le copiste ne semble pas reconnaître, puisqu'il l'écrit باراتولي ou براحولي. À cela on peut ajouter les nombreuses constructions qui trahissent la traduction, puisqu'elles jurent avec les règles syntaxiques de l'arabe. Prenons quelques exemples, parmi bien d'autres. On lit

5. Voir *infra* p. 123, 9-10.

seul utilisé (à l'exception d'une seule occurrence). Les autres termes techniques sont également rendus par des mots différents de ceux qu'emploie Hilāl b. Hilāl al-Ḥimṣī dans sa traduction. Ainsi on rencontre dans le traité — aussi bien dans la rédaction de l'anonyme que dans le texte de Dtrūms — le terme *الخط المنتصب* pour désigner le côté droit (*ῆ ὀρθία*) au lieu de *الضلع القائم* dans la traduction de Hilāl b. Hilāl al-Ḥimṣī; parfois *الخط المرتب* au lieu de *خط الترتيب وتر*, et une fois, pour désigner l'ordonnée. Or la stabilité du vocabulaire des coniques après la traduction par Hilāl des quatre premiers livres, et par Thābit b. Qurra des trois derniers, tous deux du cercle des Banū Mūsā, encourage à penser que la traduction du traité de Dtrūms fut indépendante de cette traduction des *Coniques*, et peut-être même un peu antérieure.

À l'origine, donc, le livre de Dtrūms débutait par une étude géométrique de la parabole, que le rédacteur a écartée, au profit de sa paraphrase des définitions et des propositions des *Coniques* d'Apollonius. Toutes ces propositions ont d'ailleurs pour but d'établir la propriété caractéristique de la parabole et celle de la tangente à la parabole, propriété que Dtrūms utilise dans sa première proposition sur les miroirs ardents. La partie du livre de Dtrūms consacrée aux miroirs ardents se compose, quant à elle, de six propositions, qui se partagent en deux groupes. Le premier, formé de quatre propositions, traite du miroir parabolique, alors que le second, comprenant les deux dernières propositions, porte sur le miroir sphérique. L'auteur commence par établir la propriété focale de la parabole, et montre que la distance du sommet de la parabole au foyer est égale au quart du côté droit. La deuxième proposition est un lemme technique qui sert à démontrer la troisième proposition, par laquelle l'auteur établit la propriété caractéristique des points de la parabole. La quatrième proposition utilise cette dernière pour construire par points la parabole, et ainsi le patron d'un miroir parabolique. L'étude est non seulement bien menée et articulée, mais elle n'est réductible à aucune autre étude grecque ou arabe connue.

Dans le second groupe, l'auteur en vient au miroir sphérique, pour donner l'exposé le plus complet (comparé à Dioclès propositions 2 et 3) que nous ayons rencontré dans la littérature grecque sur les miroirs ardents. Dans la cinquième proposition, il étudie les rayons parallèles à un diamètre d'un cercle, et leur réflexion sur ce cercle. Il étudie les points de rencontre des rayons réfléchis avec le diamètre parallèle aux rayons incidents. Dans la sixième proposition, qui achève son traité, il fait porter son investigation sur le miroir sphérique donnant le meilleur embrasement et montre qu'il s'agit de celui construit sur un arc égal au tiers de la circonférence.

Le texte de Dtrūms nous est parvenu en un seul manuscrit, le n° CCCCXXVI (add. 7473) du British Museum, 164^v-172^v. Une description de ce manuscrit est donnée par Cureton, *Cat. Cod. Man. British Museum II*, p. 205: Codex bombycinus in 4^o maiori.

Le texte est entièrement copié d'une seule main, la même qui a transcrit l'*Introduction Arithmétique* de Nicomaque de Gérase, traduite par Thābit b. Qurra. La copie est faite sur un modèle transcrit le mois Rabī' premier 531, c'est-à-dire décembre 1136, à Mahdiyya (Tunisie). La date de la copie est Dhū al-qa'da 639, c'est-à-dire mai 1242. Le titre, à l'encre rouge, est من كتاب أبولونيوس في الأشكال الصنوبرية (Du livre d'Apollonius sur les figures de la pomme de pin). La numérotation des folios est d'une main différente, mais il n'y a ni gloses ni ajouts. Le papier est de la même fabrication pour toute la copie — 32,3 × 23,5; la partie écrite est de 21,5 × 15,2; chaque page est de 27 lignes. L'écriture, *naskhī*, est soignée. Le copiste ne semble pas avoir compris ce qu'il transcrivait, car il lui arrive de prendre certains mots pour des lettres servant à désigner les figures géométriques (p. 149, 3 le mot *ير*).