Title	Livre de Dioclès 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	11-98
URL	https://ideo.diamondrda.org/manifestation/75360

Texte et traduction

كتاب ذيوقليس في المرايا المحرقة

Livre de Dioclès sur les miroirs ardents

106 *Au nom de Dieu Clément et Miséricordieux*

Que Dieu nous aide

LIVRE DE DIOCLÈS SUR LES MIROIRS ARDENTS

Il a dit que Pythion le géomètre[1], qui est du peuple de Thasos, a écrit une lettre à Conon dans laquelle il lui demande comment trouver la surface d'un miroir telle que, quand on la met en face du soleil, les rayons réfléchis sur celle-ci rencontrent la circonférence d'un cercle.

Hippodamos[2] l'astronome, lorsqu'il se dirigea vers l'Arcadie et y pénétra, nous
demanda comment trouver la surface d'un miroir telle que, quand on la met en
107 face / du soleil, les rayons réfléchis sur celle-ci se rencontrent en un point et donc
brûlent.

Nous, nous souhaitons montrer la solution de ce qui a été demandé par Pythion et par Hippodamos, et nous utilisons à cette fin les lemmes qui ont été montrés par nos prédécesseurs. L'un de ces deux problèmes, c'est-à-dire celui dans lequel on demande la construction d'un miroir tel que les rayons[3] se rencontrent en un seul point, a été résolu[4] par Dosithée.

Quant à l'autre problème, puisqu'il était seulement théorique et qu'il n'avait pas d'application qui mérite de rendre le problème célèbre, il n'a pas été résolu. Nous avons montré la composition des démonstrations de chacun de ces deux problèmes et nous les avons éclaircies.

1. Voir note complémentaire.
2. Voir note complémentaire.
3. Litt.: son rayon. Le terme *shuʿāʿ* est un terme générique, il est employé parfois comme pluriel au sens de faisceau, parfois comme singulier. Nous traduisons selon le sens.
4. Litt.: construit. Résoudre le problème consiste à construire un miroir.

بسم الله الرحمن الرحيم ١٠٦

اللهم أعن

كتاب ذيوقليس في المرايا المحرقة

قال: إن فوثيون المهندس الذي من أهل ثاسيس كتب إلى قونون رسالةً يسأله فيها كيف نجد بسيطَ مرآةٍ متى وُضع قُبالة الشمس اجتمعت الشعاعات التي تنعطف منه إلى خطٍ محيطٍ بدائرة.

وأما أبيوذامس المنجّم فإنه لما نظر إلى أرقاذيا وقدِم فيها، سألنا كيف نجد بسيطَ مرآةٍ متى وُضع قُبالة / الشمس اجتمعت الشعاعات التي تنعطف منه إلى ١٠٧ نقطةٍ فأحرقتْ.

فأما نحن فإنا نروم أن نبيّن الجواب فيما سأل عنه فوثيون وما سألَ عنه أبيوذامس ونستعمل في ذلك المقدماتِ التي قد بيّنها من كان قبلنا. وإحدى هاتين المسألتين – وهي التي يُطلب فيها عمل مرآة يجتمع شعاعها إلى نقطة واحدة – كان الذي عملها ذوسيثاوس.

وأما المسألة الأخرى فإنها لما كانت علمًا فقط، ولم يكن لها فعل يستحق أن تُشهر به، لم تعمل. وقد بيّنا تأليف براهينِ كلٍّ واحدة من هاتين المسألتين وأوضحناها.

4 فوثيون: نوثيون / المهندس: السين فوق السطر وربما بخط آخر / ثاسيس: مهملة / قونون: فدنون – 10 سأل (الأولى): ساد – 11 أبيوذامس: ابنوذامس – 13 ذوسيثاوس: مهملة – 15 تشهر: يشهر.

La surface du miroir ardent qui t'est présenté est la surface qui entoure la figure engendrée par la section d'un cône d'angle droit, si on la fait tourner autour de la droite qui la partage en deux moitiés; il se produit pour cette surface que tous les rayons[5] se réfléchissent en un seul point, c'est-à-dire au point dont la distance à cette surface est égale au quart de la droite que peuvent les perpendiculaires menées à l'axe, et toutes les fois qu'on ajoute à cette surface une augmentation donnée suivant une section circulaire[6], on augmente la section du cône que nous avons mentionnée; les rayons qui se réfléchissent sur cette augmentation, se réfléchissent également en ce point lui-même, et augmentent donc la puissance de la chaleur autour de ce point. La puissance de cet embrasement est plus forte que la puissance de l'embrasement produit à partir de la surface sphérique, car les rayons se réfléchissant sur la surface d'une sphère parviennent à une ligne droite et non à un point, même si certains ont cru qu'ils parviennent au centre[7]; et les rayons qui se réunissent à partir de cette surface vers la même position, se réfléchissent de la surface d'une portion de sphère plus petite que la moitié de la sphère; et si le miroir provient de la moitié d'une sphère ou de plus que la moitié, ne se réfléchiront sur cette position que les rayons qui seront réfléchis à partir <d'une portion> plus petite que la moitié de la sphère.

Le problème qui a été posé par Pythion est également résolu par la section d'un cône d'angle droit qu'on fait tourner d'une certaine sorte de rotation; nous allons montrer cela par la suite. On s'est ingénié à construire un miroir ardent qui embrase sans être tourné vers le soleil, qui est fixe dans une seule et même position et qui indique les heures du jour sans gnomon; et ceci en embrasant toujours ce sur quoi se réfléchissent les rayons dont la réflexion se fait toujours à la position de l'heure demandée[8]. Cette application est une chose étonnante. Il

5. Litt.: ses rayons.
6. Voir note complémentaire.
7. Voir note complémentaire.
8. Il s'agit d'un embrasement dont le point se déplace d'heure en heure.

وبسيط المرآة المُحرقة الذي رُفع إليك هو البسيط الذي يحيط بالشكل الذي يحدث من قطع المخروط القائم الزاوية، إذا أدير حول الخط الذي يقسمه بنصفين؛ فإنه يعرض لهذا البسيط أن ينعطف جميع شعاعاته إلى نقطة واحدة، وهي النقطة التي بُعدها من ذلك البسيط مثل ربع الخط الذي تقوى عليه الأعمدة التي تخرج إلى السهم؛ وكلما زيد في ذلك البسيط زيادة معلومة على قطعة دائرة يزاد في قطع المخروط الذي ذكرنا؛ فإن الشعاعات التي تنعطف من تلك الزيادة تنعطف أيضًا إلى تلك النقطة بعينها، فتزيد في قوّة الحرارة التي حول النقطة. وقوّةُ هذا الإحراق أقوى من قوة الإحراق الذي يكون عن بسيطِ الكرة، وذلك أن انعطاف الشعاعات من بسيط الكرة إنما يصير إلى خط مستقيم لا إلى نقطة، وإن كان قد ظنّ قوم أنها تصير إلى المركز؛ والشعاعاتُ التي تجتمع من هذا البسيط إلى موضع واحد، إنما تنعطف من بسيط قطعة كرةٍ أقلَّ من نصف الكرة؛ وإن كانت المرآة من نصف كرةٍ أو من أكثر من نصفها، لم ينعطف إلى ذلك الموضع غيرُ تلك الشعاعات التي انعطفت من أقلّ من نصف الكرة.

والمسألة التي سأل عنها فوثيون تُعمل أيضًا بقطع المخروط القائم الزاوية إذا أدير ضربًا ما من الإدارة، وسنبيّن ذلك فيما بعد. وقد احتيل في عمل مرآة محرقة تحرق من غير أن تُقلب بإزاء الشمس، وهي ثابتة في موضع واحد بعينه، وتبيّن ساعات النهار من غير مقياس، وذلك أنها تحرق أبدًا ما تنعطف إليه الشعاعاتُ، وانعطافُها يكون أبدًا إلى موضع الساعة المطلوبة. وهذا الفعل شيء

4 النقطة التي: كرر بعدها جزءًا من الجملة السابقة «يقسمه بنصفين ... ينعطف جميع»، ثم عاد فأشار إلى ذلك بكلمتي «زائد»، «إلى» – 5 البسيط: كرر بعدها «مثل ربع الخط الذي تقوى عليه الا»، ثم ضرب عليها بالقلم – 6 يزاد: يجوز في هذا المضارع الجزم والرفع، وشاهد الرفع قول زهير بن أبي سُلمى: «وإن أتاه خليل يوم مَسْغَبَةٍ يقولُ: لا غائبٌ مالي، ولا حرمُ» – 8 هذا: هذه – 11 تنعطف: ينعطف – 13 انعطفت: انقطعت – 14 فوثيون: نوثيون – 15 ضربًا ما: هي نائب عن المصدر – 16 الشمس: تقع هذه الكلمة في آخر السطر، وقد رسم الناسخ علامة » عليها وهي للإشارة إلى الموضع عند النسخ.

n'est pas nécessaire en effet dans cette application de tourner de quelque façon le
108 miroir,/ mais elle résulte seulement de la proposition que nous avons mentionnée.

Nous rappelons d'abord un postulat utilisé par les astronomes et qui est: tout point utilisé parmi les points qui sont sur la Terre, tient lieu de centre de la Terre. Certains peuvent rire des mathématiciens et les railler en disant qu'ils établissent leur affaire sur une base faible, et quelques-uns <d'entre eux> prétendent qu'ils connaissent les demi-diamètres des sphères[9], qu'ils en ont trouvé quelques-uns et que l'un d'eux est plus grand qu'un autre de plus de trente mille stades; d'autres prétendent que cette différence est plus grande que cinquante mille stades. Les gens penchent plus vers cette deuxième opinion car ils ont accordé leur confiance aux dires des anciens, et disent que si on trouve la voie pour ne pas utiliser ce principe et si le besoin ne nous y contraint pas en ce qui concerne les instruments <qui indiquent> les heures dans lesquels on utilise l'ombre, il sera plus correct de ne pas l'employer. Nous dépassons cette position[10] afin d'éclairer ce sur quoi ils ont eu des doutes.

Nous disons que le point que nous avons mentionné[11] tient lieu de centre de la Terre et de l'Univers et nous suivons en cela l'analogie nécessaire que nous utilisons dans cette position et dans d'autres; et nous montrons que ce qui se produit relativement à cette analogie, est semblable à ce qui se serait produit si on avait placé ce point réellement au centre; en effet, parmi les instruments <qui indiquent> les heures, dans lesquels on utilise l'ombre, certains indiquent les heures sans contenir de gnomon et parviennent à une précision et à une exactitude telles qu'elles ne peuvent pas appartenir à d'autres. Tu peux également examiner la construction de ces instruments si cela te plaît, parce qu'il y a en eux quelque chose qui mérite ton admiration. En effet, il nous est possible de construire ce que d'autres ont dit à ce sujet et de savoir si ce qu'ils ont écrit à ce propos est juste ou ne l'est pas[12], et de plus, parce que, en général, rien n'intervient dans

9. Voir note complémentaire.
10. Il s'agit de la position défendue par les partisans de ceux qui refusent le postulat des mathématiciens.
11. Il entend pour le point mentionné et pour tout point de la Terre.
12. Litt.: s'ils sont justes dans ce qu'ils ont écrit à ce propos ou s'ils ne le sont pas.

١٠٨ يُتعجب منه. وذلك أنه لا يُحتاج فيه إلى شيء ‹من› تقليب المرآة،/ لكنه يحدث عن الشكل الذي ذكرنا فقط.

ونحن ذاكرون أولاً مصادرةً يستعملها المنجمون، وهي أن كلّ نقطة تُستعمل من النقط التي على الأرض فهي تقوم مقام مركز الأرض. وقد يضحك قوم ويشنعون على أصحاب العلوم التعليمية ويقولون: إنهم يثبتون أمرهم على أساس ضعيف، ويزعم بعضهم أنه قد علم أنصاف أقطار الأكر وأنه واحدٌ بعضها، وأن الواحد منها أكثر من الآخر بأكثر من ثلاثين ألف سطاذيون، وزعم بعضهم أن ذلك أكثر من خمسين ألف سطاذيون. وميل الناس إلى هذا الرأي الثاني أكثر، لأنهم وثقوا فيه بأقاويل القدماء، ويقولون: إنه إن وُجد السبيل إلى ألاّ يستعمل فيها هذا الأصل ولم يضطرّنا إليه الحاجة في أمر آلات الساعات التي يُستعمل فيها الظل، فالأصلح ألاّ يستعمل. ونحن نتجاوز هذا الموضع حتى نبيّن ما شكوا فيه.

فنقول: إن النقطة التي ذكرنا تقوم مقام مركز الأرض والعالم، ونتبع في ذلك القياسَ الواجبَ الذي نستعمله في هذا الموضع وغيره؛ ونبيّن أن الذي يعرض في أمر القياس شبيه بما كان يعرض فيها لو وضعت على الحقيقة في المركز؛ فإن آلات الساعات التي يستعمل فيها الظل، ما كان منها دالاً على الساعات من غير مقياس يكون فيه، يبلغ في الاستقصاء والحقيقة حتى لا يكون في ذلك دون غيره. وقد يمكنك أن تنظر أيضاً في عمل هذه الآلات إن أحببت ذلك، لأن فيها شيئاً يستحقّ أن تتعجّب منه. وذلك أنه يمكنّا أن نعمل ما قاله في ذلك غيرنا، وهل أصابوا فيما كتبوا في ذلك أو لم يصيبوا، ولأنه مع ذلك

2 فقط: بمطه – 4 النقط: النمطه – 8 وميل: وملى – 9 القدماء: القد، ويمكن أن تقرأ «الغير» أي من غاير القول الأول وأخذ بالقول الأخير؛ فالمعنى نفسه، إلا أن ناسخ مخطوطة شيستر بتي قرأها «القد» فأخذنا بهذا. وهذا ما أخذ به ج. تومر – 16 الساعات: الشعاعات – 17 الساعات: الشعاعات – 18 أن: وقعت في آخر السطر، وكررها الناسخ في السطر التالي – 19 شيئاً: شيء.

cette construction qui ne soit nécessaire aux instruments <qui indiquent> les heures et que nous avons mentionnés. Je trouve que ce qu'il faut que nous montrions aux rois c'est la science de ces instruments, d'une manière facile et brève, car ceci fait partie de ce qui mérite d'être examiné et appris.

Quant aux gnomons que les astronomes utilisent, ils sont précis et corrects s'ils sont construits selon les dessins anciens suivant lesquels on construisait les instruments <qui indiquent> les heures et dans lesquels on utilisait l'ombre. Mais beaucoup de surfaces utilisées dans ces instruments ne peuvent pas être construites et beaucoup d'entre elles sont de construction très difficile; et il faut que tu saches que la connaissance de ces choses est en général très difficile et exige soin et persévérance; celui qui a peiné à propos de cela témoigne de la vérité de ce que nous disons.

109 Peut-être aimerais-tu construire deux de ces miroirs / ardents tels que le diamètre de chacun d'eux soit deux brasses et que l'un soit construit sur une ligne qui entoure[13] le cercle et l'autre sur une section de cône d'angle droit[14] de sorte que tu puisses mesurer la puissance d'embrasement de chacun d'eux par rapport à la puissance d'embrasement de celui qui lui est associé; tu connaîtras ainsi l'excédent du plus fort embrasement des deux. La mesure de l'embrasement de chacun d'eux par rapport à l'embrasement de l'autre mérite d'être observée, car, <par exemple> si la surface du miroir dont le diamètre est de la grandeur d'un seul pied, embrase tout ce qui est en bois et proche de la position d'embrasement, à plus forte raison il embrase encore plus facilement si le diamètre est sept fois cela, puisque si on multiplie la puissance d'embrasement par sept, l'excédent de ce miroir sur le premier ne peut être qu'un excédent grand et puissant.

Nous trouvons donc qu'il est possible de construire un instrument ardent en verre de sorte qu'en lui ait lieu une chose particulière: c'est qu'on peut en tirer des lampes avec lesquelles on allume des feux dans les temples, au moment des sacrifices et des offrandes pour que l'on voit ce feu embraser les sacrifices, comme

13. un arc de cercle.
14. un arc de parabole.

بالجملة لا يذهب في هذا العمل شيء ‹لا› يُحتاج إليه في آلات الساعات التي ذكرنا. وأنا أرى أن الذي ينبغي أن نبيّنه للملوك هو علمها بسهولة وإيجاز، فإنه مما يستحد أن يُنظر فيه ويُتعلم

فأما أمر المقاييس التي يستعملها المنجمون فإنها مستقصاة صحيحة إذا عملت على الرسوم القديمة التي كان يُعمل عليها آلات الساعات التي يُستعمل فيها الظل. ولكن كثيرًا من البسيط الذي يستعمل فيها لا يمكن أن يُعمل، وكثير منها يعسر عملها جدًا، وينبغي أن تعلم بالجملة أن معرفة ذلك عَسِرَةٌ تحتاج إلى عناية ومواظبة؛ ومن كان قد عاني ذلك فهو يشهد بصدق ما قلنا.

١٠٩ وقد تُحبّ أن تعمل مرآتين من المرايا / المحرقة يكون قطر كل واحدة منهما ذراعين وتكون إحداهما معمولة على خط محيط بدائرة والأخرى على قطع المخروط القائم الزاوية حتى يمكنك أن تقيس قوّة كلّ واحدة منهما في الإحراق بقوة صاحبتها، فتعْلَم فضل أقواهما إحراقًا، وقياسُ إحراق واحدة منهما إلى إحراق الأخرى أمر يستحق أن يُشاهَد، وذلك أن سطح المرآة التي قطرها مقدار قدم واحدة، إن كانت تحرق جميع ما يدنو من موضع الإحراق من الخشب فهي أحرى أن تحرق بسهولة إذا كان القطر سبعة أمثال ذلك، لأنه إذا ضوعفت قوّة الإحراق سبع مرات لم يمكن إلاّ ‹أن› يكون الفضل فيما بينها وبين الأولى فضلاً كبيرًا قويًا.

ونحن نرى أنه يمكن أن تُعمل آلة محرقة من زجاج حتى يعرض فيها شيء خاصّ، وهو أنه تُتخذ منها مصابيح توقد منها نار في الهياكل وعند الذبائح والقرابين، حتى يُرى أن هذه النار تحرق الذبائح، كما بَلَغَنا أنه يكون في بعض

2 علمها: قد تقرأ «علموا» / فإنه: انه – 8 ومن كان: ومن كل ذلك كان، ثم ضرب على «كل ذلك» بالقلم / عاني: عانا / يشهد: سهر – 10 وتكون: فتكون – 12 صاحبتها: صلاحسها / فضل: نصل – 14 يدنو: يدفوا – 15 سبعة: بسعه – 16 سبع: مهملة وقد تقرأ «تسع» – 19 توقد: فوحد، كذا؛ وما أثبتناه هو المناسب للسياق وأقرب إلى رسم الكلمة التي حرفها الناسخ / في: من.

on nous a rapporté que ceci a lieu dans quelques villes lointaines, surtout pendant les jours qu'elles célèbrent; ainsi le peuple de ces villes peut admirer cela; c'est une chose que nous pratiquons également.

– 1 – <a> Soient la section *KBM* du cône d'angle droit, la droite qui la partage en deux moitiés, la droite *AG*, et la moitié de la droite que peuvent les perpendiculaires, la droite *BH*; et soit la droite *BE*, qui est la droite qui partage la section, égale à la droite *BH*[15]. Partageons la droite *BE* en deux moitiés au point *D* et menons une droite tangente à la section, quelle que soit sa position, soit la droite *IA*; menons une droite – *IC* – perpendiculaire à *AG*. Nous savons que la droite *AB* est égale à la droite *BC*[16] et que la droite menée du point *I* sur[17] la droite *IA* suivant des angles droits rencontre la droite *AB* au delà du point *E*. Menons la droite *GI* sur[18] la droite *IA* suivant des angles droits et joignons la droite *ID*; *CG* sera égale à la droite *BH*. Mais la droite *HB* est égale à la droite *BE*[19], donc la droite *CG* est égale à la droite *BE*. Ôtons la droite *CE* commune[20], il reste la droite *CB* égale à la droite *EG*. Mais la droite *CB* est égale à la droite *BA*, donc la droite *AB* est égale à la droite *EG*. Mais la droite *BD* est égale à la droite *DE*, car la droite *BE* a été partagée en deux moitiés au point *D*, donc toute la droite *AD* est égale à la droite *DG*. Puisque le triangle *AIG* est rectangle et que sa base *AG* a été partagée en deux moitiés au point *D*, les droites *AD*, *DI* et *DG* deviennent égales, l'angle *O* est donc égal à l'angle *V* et l'angle *A* est égal à l'angle / *PQ*[21]. Que l'on fasse passer par le point *I* une droite parallèle à la droite *AG*, soit la droite *IS*; l'angle *O* est donc égal à l'angle *R* qui lui est alterne et l'angle *O* est égal à l'angle *V*, donc l'angle *V* est aussi égal à l'angle *R*. Mais l'angle *PQV* qui est droit est égal à l'angle *RT* qui est droit, donc l'angle *T* qui reste est égal à l'angle *PQ* qui reste,

15. Voir note complémentaire.
16. Voir note complémentaire.
17. Litt.: de.
18. Litt.: de.
19. Voir note complémentaire.
20. Voir note complémentaire.
21. Voir note complémentaire.

المدن النائية عنّا وخاصةّ في الأيام التي تعظمها، فيعجب أهل تلك المدن من ذلك، وهذا شيء نفعله نحن أيضًا.

‹اَ› ليكن قطع المخروط القائم الزاوية كـ ب م، والخطُّ الذي يقسمه بنصفين خطَّ ا ز، ونصف الخط الذي تقوى عليه الأعمدة خط ب ح؛ وليكن خط ب ه، و‹هو› الخط الذي يقسمه، مساويًا لخط ب ح، ولنقسمْ خط ب ه بنصفين على نقطة د، ولنخرجْ خطًا يماسّ القطع كيفما وقع وهو خط ط ا، ولنخرج خطًا – ط جـ – عمودًا على ا ز. فقد علمنا أن خط ا ب مساوٍ لخط ‹ب جـ› وأن الخط الذي يخرج من نقطة ط من خط ط ا على زوايا قائمة يلقى خط ا ب خارج نقطة ه. فلنخرج خط ز ط من خط ط ا على زوايا قائمة، ولنوصل خط ط د، يكون جـ ز مساويًا لخط ب ح. وخط ح ب مساويًا لخط ب ه، فخط جـ ز مساوٍ لخط ب ه. ونسقط خط جـ ه المشترك، فيبقى خط جـ ب مساويًا لخط ه ز. وخط جـ ب مساوٍ لخط ب ا، فخط ا ب مساوٍ لخط ه ز. وخط ب د مساوٍ لخط د ه، وذلك أن خط ب ه قُسم بنصفين على نقطة د، فجميع خط ا د مساوٍ لخط د ز. ولأن مثلث ا ط ز قائم الزاوية، وقد قُسمت قاعدته ا ز بنصفين على نقطة د، صارت خطوط ا د ط د ز متساويةً، فزاوية ع مساوية لزاوية خ، وزاوية ا مساوية لزاوية / ف ق. فلْيُجزْ على نقطة ط خطٌّ ١١٠ موازٍ لخط ا ز، وهو خط ط س؛ فزاوية ع مساوية لزاوية ر المبادلة لها، وزاوية ع مساوية لزاوية خ، فزاوية خ أيضًا مساوية لزاوية ر. وزاوية ف ق خ القائمة مساوية لزاوية ر ت القائمة، فزاوية ت الباقية مساوية لزاوية ف ق الباقية، فخط س ط

1 فيعجب: نعجب – 5 ب ه (الثانية): به – 6 كيفما: كيف ما – 8 ‹ب جـ›: في [ت] / يلقى: يلقا –
11 مساوٍ: مساويا / ب ه: به – 15 د ز: د ل – 16 فليجز: فليجاز – 18 فزاوية خ: فزاوية ح / ف ق خ: ف ق ح –
19 ر ت: ا ت.

donc la droite *SI*, si elle[22] rencontre la droite *AI*, se réfléchit au point *D* et engendre entre elle et la droite *AI* deux angles *PQ* et *T*, qui sont égaux.

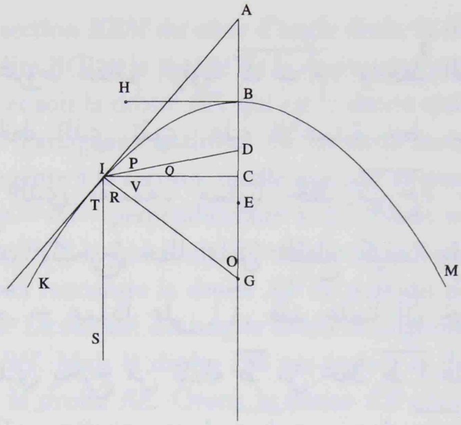


Fig. I.I*

On a donc montré que si on mène d'un point quelconque de la ligne *KBM* une droite tangente à <cette> section, si on joint la droite qui est entre ce point de tangence et le point *D*, comme la droite *ID*, et si on mène la droite *SI* parallèle à la droite *AG*, alors si la droite *SI* se réfléchit vers le point *D* sur la droite qui passe par le point *I* et qui est tangente à la section, sa réflexion a lieu suivant des angles égaux, et pour toute droite parallèle menée de tout point de la ligne *KBM*, il en sera ainsi; si donc elles produisent avec les droites tangentes des angles égaux, elles parviennent au point *D*[23].

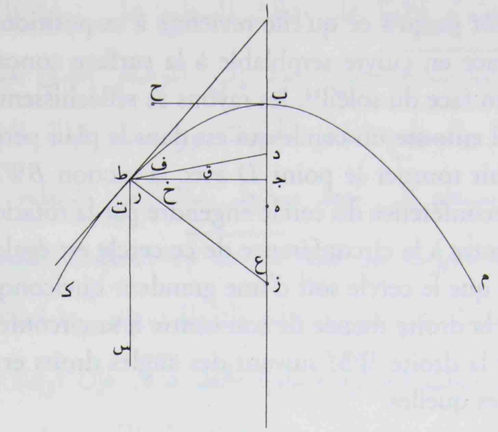
<b> Si on fixe la droite *AG*, si on fait tourner la ligne *KBM* jusqu'à ce qu'elle revienne à sa position initiale, si on construit une surface concave en cuivre suivant la surface sur laquelle passe la ligne *KBM*, et si on la place face au soleil, alors les rayons du soleil rencontrent la surface concave et se réfléchissent au point *D* car ils sont parallèles; et toutes les fois que la surface est plus grande, les rayons qui se réfléchissent au point *D* sont plus nombreux.

22. Voir note complémentaire.

* Le copiste n'a pas tracé les figures géométriques, mais il a réservé une place pour une seule figure (fol. III). Il est fort vraisemblable que les figures des cas <d> et <e> de cette proposition n'ont jamais figuré dans les écrits de Dioclès.

23. Voir note complémentaire.

إذا لقي خط ا ط انعطف إلى نقطة د، فأحدث فيما بينه وبين الخط ا ط زاويتي ف ق ت المتساويتين.



فقد تبيّن أنه إن أخرج من نقطة ما من النقط التي على خط كـ ب م خطٌّ مماسٌ للقطع ووصل الخط الذي بين نقطة المماسّة ونقطة د، مثل خط ط د، وأخرج خطٌّ – س ط – موازٍ لخط ا ز، فإن خط س ط إذا انعطف إلى نقطة د على الخط الذي يمرّ بنقطة ط المماسّ للقطع، يكون انعطافه على زوايا متساوية، وجميع الخطوط المتوازية التي تخرج من جميع النقط التي على خط كـ ب م، تكون حالها هذه الحال، فإذا أحدثت مع الخطوط المماسّة زوايا متساوية صارت إلى نقطة د.

فإن أُثْبِتَ خطُّ ا ز وأُدير خطُّ كـ ب م حتى يعود إلى الموضع الذي منه ابتدأ، وعُمل سطحٌ مقعر من صُفْرٍ على السطح الذي يمرّ فيه خط كـ ب م، ووضع قبالة الشمس، فلقيت شعاعات الشمس البسيط المقعر، انعطفت إلى نقطة د، لأنها متوازية؛ وكلما كان البسيط أعظمَ كانت الشعاعات التي تنعطف إلى نقطة د أكثرَ.

2 ت: رت – 6 على (الأولى): ب – 14 نقطة: نقط.

<c> Si nous séparons la ligne *BIW*, que nous la posons égale à la ligne *BM* et que nous joignons la droite *WM* qui sous-tend la section *WBM*, si nous élevons sur la droite *AG* un plan perpendiculaire au plan posé, de sorte que la droite *WM* soit perpendiculaire à ce plan; si nous fixons la droite *WM* et que nous tournons ensuite la section *BWM* jusqu'à ce qu'elle revienne à sa position initiale, si nous construisons une surface en cuivre semblable à la surface concave engendrée et que nous la mettons en face du soleil[24], les rayons se réfléchissent de toute sa surface vers une ligne qui entoure un cercle qui est dans le plan perpendiculaire suivant *AG*. Car si on fait tourner le point *D* avec la section *BWM*, les rayons se réfléchissent vers la circonférence du cercle engendré par la rotation de ce point et la droite menée du centre à la circonférence de ce cercle est égale à la droite *DE*. Si donc nous voulons que le cercle soit d'une grandeur quelconque, nous posons / la droite *DE* égale à la droite menée de son centre à sa circonférence, nous me-
111 nons la droite *BE* sur la droite *WM* suivant des angles droits et nous faisons les choses qui restent telles quelles.

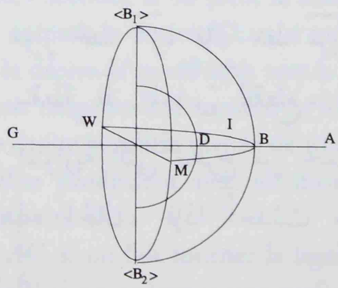
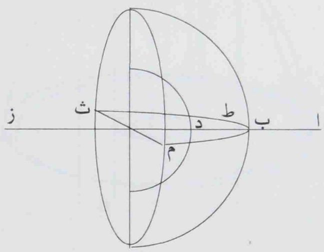


Fig. 1.2

Il nous faut savoir que nous ne devons pas utiliser la surface que nous avons mentionnée en entier[25], afin que la ligne *BMW* ne soit pas dans la direction du soleil, car elle lui ferait écran. Si nous utilisons la moitié de la surface que nous avons mentionnée, cette moitié sera ce qui a été engendré lorsqu'on a coupé la

24. Voir note complémentaire.
25. Voir note complémentaire.

فإن فصلنا خط ب ط ث وجعلناه مساويًا لخط ب م، ووصلنا خط ث م الذي يوتر قطعة ث ب م، وأقمنا على خط ا ز سطحًا قائمًا على السطح الموضوع، فكان خط ث م قائمًا على ذلك السطح على زوايا قائمة، وأثبتنا خط ث م ثم أدرنا قطع ب ث م حتى يعود إلى الموضع الذي منه ابتدأ، وعملنا سطحًا من صُفْرٍ شبيهًا بالسطح المقعر الحادث ووضعناه قبالة الشمس، انعطفت الشعاعات من جميع بسيطه إلى خط محيط بدائرة من السطح القائم على ا ز، وذلك أن نقطة د، إذا أديرت مع قطع ب ث م، انعطفت الشعاعات إلى الخط المحيط بالدائرة التي تحدث عن دوران هذه النقطة، ويصير الخط الذي يخرج من المركز إلى الخط المحيط بتلك الدائرة مساويًا لخط د ه. فإن أردنا أن تكون الدائرة بأيّ مقدارٍ أردنا، جعلنا / خط د ه مساويًا للخط الذي يخرج من مركزها إلى ١١١
الخط المحيط بها، وأخرجنا خط ب ه على خط ث م على زوايا قائمة، وعملنا تلك الأشياء الباقية بأعيانها.



وينبغي أن نعلم أنه لا ينبغي أن يُستعمل البسيط الذي ذكرنا كلّه حتى لا يُحاذى خط ب م ث الشمس فيكون ساترًا لها. وإن استعملنا نصف السطح الذي ذكرنا، كان ‹هو› الذي يحدث بقطع البسيط بسطحٍ ما يمرّ بخط ث ه

1 وجعلناه: وجعلنا – 7 الشعاعات: بالشعاعات – 11 ث م: ب م – 14 ب م ث: ب ه ب ث – 15 ‹هو›: الجملة مستقيمة دونها، ولكن أضفناها زيادة للإيضاح / بسطح: سطح / ث ه: ب ه.

surface par un plan quelconque passant par la droite *WE*; on aura ce qu'on voulait et l'embrasement n'aura pas lieu suivant toute la circonférence du cercle que nous avons mentionné, mais suivant sa moitié.

<d> Si nous élevons un plan passant par la droite *BH*, tel que la droite *AB* lui soit perpendiculaire et perpendiculaire au plan qui passe par la ligne *BWM*[26], si nous traçons dans ce plan un cercle quelconque, soit le cercle *BLZ*, afin que le point *B* soit sur la circonférence du cercle *BLZ*, si nous faisons tourner la portion *BM* de la section selon son état[27], et si la droite *BG* reste perpendiculaire au plan que nous avons mentionné au cours de toute la rotation de la portion, de cela est engendrée une certaine surface et le point *D* trace un certain cercle vers la circonférence duquel se réfléchissent les rayons; et la distance <mesurée> par la perpendiculaire, entre cette surface et le cercle vers la circonférence duquel nous voulons que les rayons se réfléchissent, est égale à la droite *BD*.

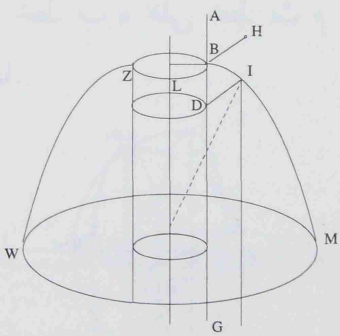


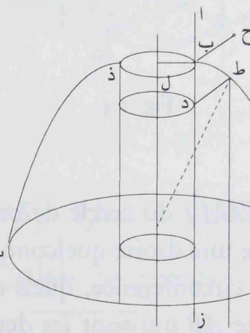
Fig. 1.3

<e> Il n'est pas seulement possible que la réflexion se fasse vers la circonférence d'un cercle, mais il est possible qu'elle se fasse également vers une autre ligne, toute autre ligne que nous voulons, car on a mené du point *B* de la section *KBM* la perpendiculaire *BH*. Soit une ligne quelconque dans le plan qui passe par la droite *BH*, soit la ligne *BLZ* de la grandeur de celle vers laquelle nous voulons

26. Voir note complémentaire.
27. Voir note complémentaire.

وكان ما أردنا، ولم يقع الإحراق على جميع الخط المحيط بالدائرة التي ذكرنا، بل على نصفه.

فإن أقمنا سطحًا يمرّ بخط ب ح ويكون خط ا ب قائمًا عليه على زوايا قائمة ويكون قائمًا على السطح الذي يمرّ بخط ب ث م على زوايا قائمة، ورسمنا فيه دائرةً ما، وهي دائرة ب ل ذ، حتى تكون نقطة ب على الخط المحيط بدائرة ب ل ذ، وأدير عليه قطعة ب م من القطع على حالها، وكان خط ب ز قائمًا على السطح الذي ذكرنا على زوايا قائمة في جميع دوران القطعة، حدث من ذلك بسيط ما ورسمت نقطة د دائرة ما، تنعطف الشعاعات إلى الخط المحيط بها، ويصير بُعْدُ عمودِ ذلك البسيط من الدائرة، التي نريد أن تنعطف الشعاعات إلى الخط المحيط بها، مثلَ خط ب د.



وليس يمكن أن يكون الانعطاف إلى خطٍ محيطٍ بدائرة فقط، بل قد يمكن أن يكون أيضًا إلى خطٍ آخرَ، أيَّ خط أردنا، وذلك أنه قد أخرج من نقطة ب من قطع كـ ب م خط ب ح على زوايا قائمة. فليكن في السطح الذي يمر بخط ب ح خطٌ ما، وهو خط ب ل ذ، بالمقدار الذي نريد أن يكون الخط الذي

1 وكان: كان – 2 نصفه: صفه – 3 سطحًا: كتبها سطح ثم صححها عليها – 4 السطح: سطح – 11 يمكن: كتبها أولاً «إنما يكون» ثم صححها عليها دون عناية – 12 وذلك: وقعت آخر السطر، وكررها في السطر التالي.

que les rayons se réfléchissent; que l'on fasse tourner en suivant la ligne *BLZ* une portion *BM* de la section qui touche la ligne au point *B* de la ligne *BLZ*; que sa rotation fasse des angles droits avec le plan donné[28], qui est le plan qui passe par la droite *BH*, et que la droite *GB* <soit perpendiculaire à ce plan et> touche la ligne *BLZ* en raison de sa première position: il est clair que le point *D* engendre dans le plan parallèle au plan qui passe par la droite *BH* une ligne égale à la ligne *LBZ* et qui lui est semblable.

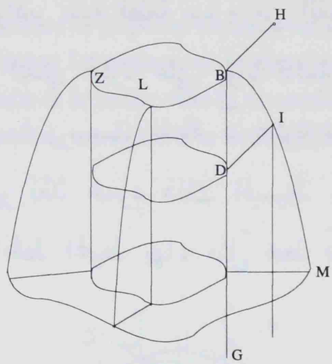
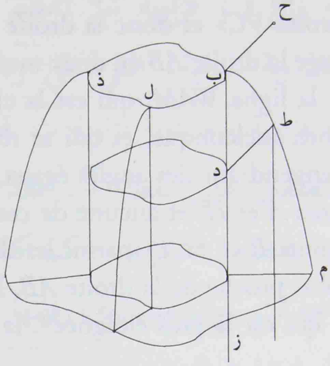


Fig. 1.4

112 – 2 – Soit la circonférence *WAM* / du cercle de centre le point *B*; que la circonférence de ce cercle rencontre une droite quelconque[29], soit la droite *AB*. Que l'on mène de deux points de la circonférence, quels que soient ces deux points, deux droites parallèles à la droite *AB* qui sont les deux droites *LW* et *CS*[30]; que l'on joigne les deux droites *BL* et *BC* et que l'on sépare les deux arcs *LM* et *GC* égaux à l'arc *LC*. L'angle *BLM* est donc égal à l'angle *BLC* et l'angle *BCG* est égal à l'angle *BCL*. Si nous posons l'angle *CLE* égal à l'angle *WLM*, l'angle *ELB* qui reste sera égal à l'angle *BLW* qui reste. Mais l'angle *WLB* est égal à l'angle *LBE* qui lui est alterne, donc l'angle *LBE* est égal à l'angle *ELB*; la droite *BE* est donc

28. Voir note complémentaire.
29. Droite passant par le centre.
30. Voir note complémentaire.

تنعطف إليه الشعاعات؛ ويُدار على خط ب ل ذ قطعةُ ب م من القِطَع المماسّة للخط على نقطة ب من خط ب ل ذ؛ وليكن دورانها على زوايا قائمة على السطح الموضوع الذي هو السطح الذي يمرّ بخط ب ح، وليكن فيه خط ز ب المماسّ لخط ب ل ذ لأن ما لوضعه الأول، فهو بيّنٌ أن نقطة د تُحدث في السطح الموازي للسطح الذي يمرّ بخط ب ح خطًا مساويًا لخط ل ب ذ شبيهًا به.



⟨ب⟩ وليكن خط ث ا م محيطًا / بدائرة مركزها نقطة ب، ويلقى الخطَّ ١١٢
المحيطَ بها خطٌّ ما وهو خط ا ب، وليخرج من نقطتين منه – أيَّ نقطتين كانتا – خطان موازيان لخط ا ب، وهما خطا ل ث جـ س، وليوصل خطا ب ل ب جـ ⟨ولتُفصَل قوسا ل م ز جـ مساويتين لقوس ل جـ⟩، فتكون زاوية ب ل م مساوية لزاوية ب ل جـ ⟨وتكون زاوية ب جـ ز مساوية لزاوية ب جـ ل⟩. وإذا جعلنا زاوية جـ ل ه مساويةً لزاوية ث ل م، كانت زاويةُ ه ل ب الباقيةُ مساويةً لزاوية ب ل ث الباقية. ولكن زاوية ث ل ب مساويةٌ لزاوية ل ب ه المبادلة لها، فزاوية

1 ويدار: أطال نبرة الياء وأهمل الكلمة – 4 لخط: الخط، ثم ضرب على الألف بالقلم / لأن ... الأول: العبارة ركيكة وتعني «أنه في وضعه الأول» – 5 ب ح ... مساويًا: مكررة – 6 محيطًا: محيط / ويلقى: وللقى – 8 خطا (الثانية): فصل الألف وأضافها على ما يبدو إلى ما بعدها.

égale à la droite *LE*. Mais la droite *LE* est plus longue que la droite *EA*, car la droite *EA* est la plus courte droite menée du point *E* à la circonférence du cercle; donc la droite *BE* est plus longue que la droite *EA*[31] et elle est également plus longue que la droite *EC*, car la droite *LE* est plus longue que la droite *EC*. L'angle *OR*[32] est alors plus grand que l'angle *D* et l'angle alterne à l'angle *D* est l'angle *P*; donc l'angle *OR* est plus grand que l'angle *P* et l'angle *XP* tout entier est égal à l'angle *ROQ*, donc l'angle *X* est plus grand que l'angle *Q*. Mais l'angle *QO* est égal à l'angle *X*, donc l'angle qui reste, qui est *R*, est égal à l'angle *P* qui reste. Mais l'angle *P* est égal à l'angle *D*, donc l'angle *R* est égal à l'angle *D*, <donc la droite *BV* est égale à la droite *VC*> et donc la droite *BV* est plus grande que la droite *VA*[33]. Que l'on partage la droite *AB* en deux moitiés au point *H*: on a donc montré que si on mène à la ligne *WAM*, qui est la circonférence du cercle, des droites parallèles en nombre quelconque, et qui se réfléchissent sur la circonférence du cercle *WAM* en engendrant des angles égaux, alors les rayons réfléchis[34] passent entre les deux points *A* et *H*, et aucune de ces droites en se réfléchissant ne passe entre les deux points *B* et *H*. Et parmi les droites parallèles à la droite *AB*, pour celle qui est la plus proche de la droite *AB*, la réflexion est plus proche du point *H*, et pour celle qui est la plus éloignée[35], la réflexion sera plus proche du point *A*.

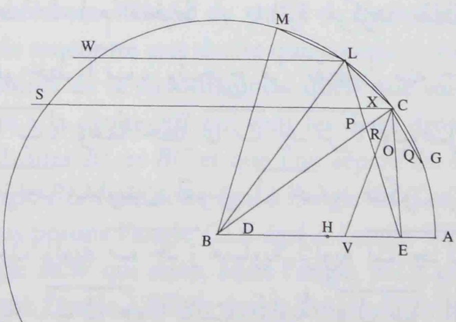
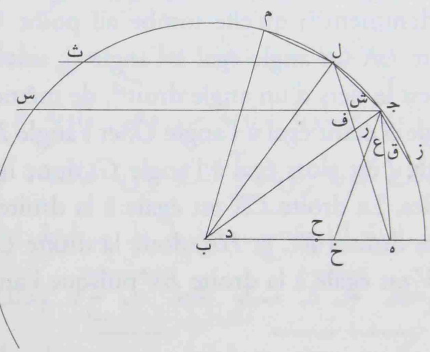


Fig. 2

31. Voir note complémentaire.
32. Voir note complémentaire.
33. Voir note complémentaire.
34. Litt.: elles, c'est-à-dire les droites.
35. Voir note complémentaire.

ل ب ه مساوية لزاوية ه ل ب، فخط ب ه مساوٍ لخط ل ه. ولكن خط ل ه أطول من خط ه ا، وذلك أن خط ه ا أقصر الخطوط التي تخرج من نقطة ه إلى الخط المحيط بالدائرة، فخط ب ه أطول من خط ه ا، وهو أيضًا أطول من خط ه جـ، لأن خط ل ه أطول من خط ه جـ، فزاوية ع ر أعظم من زاوية د، والزاوية المبادلة لزاوية د هي زاوية ف، فزاوية ع ر أعظم من زاوية ف، وجميع زاوية ش ف مساوية لزاوية ر ع ق، فزاوية ش أعظم من زاوية ق. ولكن زاوية ق ع مساويةٌ لزاوية ش، فالزاوية الباقية، التي هي ر، مساويةٌ لزاوية ف الباقية؛ وزاوية ف مساوية لزاوية د، فزاوية ر مساوية لزاوية د، فخط ب خ أعظم من خط خ ا. فليقسم خط ا ب بنصفين على نقطة ح، فقد تبيّن أنه ‹إن› أخرج إلى خط ث ا م المحيط بالدائرة خطوط متوازية – كم كانت – وانعطفت من خط ث ا م المحيط بالدائرة، وأحدثت زوايا متساوية، فإنها تمرّ فيما بين نقطتي ا ح، وليس فيها خط ينعطف فيما يمرّ فيما بين نقطتي ب ح، وما كان من الخطوط الموازية لخط ا ب، إلى خط ا ب أقرب، فإن انعطافه يكون إلى نقطة ح أقربَ، وما كان منها أبعدَ فإن انعطافه يكون إلى نقطة ا أقرب.



7 هي ر: هي ب ر – 9 ‹إن›: في [ت] – 10 ث ا م: نام / وانعطفت: وانقطعت – 11 ث ا م: نام / ا ح: ا ح – 13 أقرب (الأولى): مرب.

– 3 – Soit *WAU* une circonférence de cercle dans le plan donné; soit son centre le point *B* et soit la droite *BA* le demi-diamètre du cercle; partageons la droite *BA* en deux moitiés au point *H*; que la droite *DW* coupe la droite *AB* suivant des angles droits <au point *H*>; chacun des deux arcs *DA* et *AW* est donc le sixième /
113 de la circonférence du cercle.

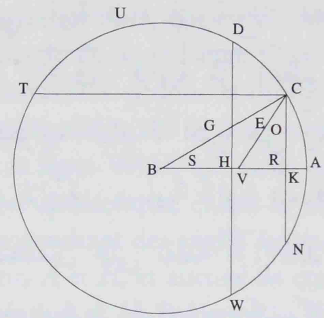
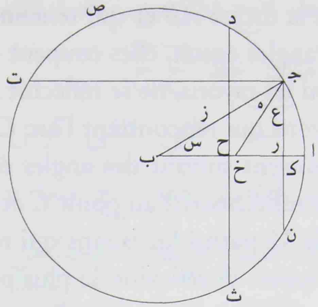


Fig. 3

Partageons l'arc *DA* en deux moitiés au point *C* et partageons l'arc *AW* en deux moitiés au point *N*, menons la droite *TC* parallèle à la droite *AB* et joignons la droite *CB*; si donc la droite *CT* se réfléchit au point *C* engendrant avec l'arc *UAW* deux angles égaux[36], elle tombera entre les deux points *A* et *H*, comme nous l'avons montré précédemment[37]; qu'elle tombe au point *V* et que la droite *VC* engendre avec la droite *CK* un angle égal à l'angle *S*, soit l'angle *O*. Par l'hypothèse que <l'angle> *S* est le tiers d'un angle droit[38], de même l'angle *O* sera le tiers d'un angle droit, l'angle *S* étant égal à l'angle *O*, et l'angle *R*, qui est droit[39], étant égal à l'angle *H*; l'angle *I* est alors égal à l'angle *G*; donc les deux triangles *BHG* et *CKV* sont semblables. La droite *CK* est égale à la droite *BH* car la droite *HA* est égale à chacune des droites *KC* et *HB*, donc la droite *CV* est égale à la droite *BG*. Mais la droite *CV* est égale à la droite *BV* puisque l'angle *S* est égal à l'angle

36. Il entend avec la tangente en *C* à l'arc *UAW*.
37. Proposition 2.
38. Voir note complémentaire.
39. Voir note complémentaire.

– جـ – ليكن خط ث ا ص محيطًا بدائرة في السطح الموضوع، وليكن مركزها نقطةَ ب، وليكن ‹نصف قطر› الدائرة خط ب ا، ولنقسم خط ب ا بنصفين على نقطة ح، وليكن خط د ث قاطعًا لخط ا ب على زوايا قائمة، فتكون كلٌّ واحدة من قوسي د ا ا ث سدس الخط / المحيط بالدائرة. ١١٣



ولنقسم قوس د ا بنصفين على نقطة جـ، ولنقسم قوس ا ث بنصفين على نقطة ن، ولنخرج خط ت جـ موازيًا لخط ا ب، ولنوصل خط جـ ب؛ فخط جـ ت إذا انعطف من نقطة جـ فأحدث مع قوس ص ا ث زاويتين متساويتين، وقع فيما بين نقطتي ا ح كما بيّنا آنفًا، فليقع على نقطة خ، وليُحدث خطُّ خ جـ مع خط جـ كـ زاويةً مساوية لزاوية س وهي زاوية ع. فبفرض أن تكون س ثلث زاوية قائمة، وكذلك كون زاوية ع ثلث زاوية قائمة، فزاوية س مساوية لزاوية ع، وزاوية ر القائمة مساوية لزاوية ح، فزاوية ط مساوية لزاوية ز، فمثلثا ب ح ز جـ كـ خ متشابهان. وخط جـ كـ مساوٍ لخط ب ح، وذلك أن خط ح ا مساوٍ لكلٍّ واحدٍ من خطي كـ جـ ح ب، فخط جـ خ مساوٍ لخط ب ز. ولكن خط

1 جـ: بعد أن كُتب ح، ضرب عليها بالقلم وكتب جـ / محيطًا: محيط / السطح: المسطح – 6 جـ ب: ح ب – 11 ز: مهملة، ولن نشير إليها فيما بعد – 12 جـ كـ خ: جـ كـ ح.

E, donc la droite *BG* est égale à la droite *BV*. Mais l'angle *S* est le tiers d'un angle droit et l'angle *H* est droit, donc l'angle *G* est les deux tiers d'un droit, donc le carré de la droite *BG* est une fois plus un tiers le carré de la droite *BH*, donc le carré de la droite *BV* est également une fois plus un tiers le carré de la droite *BH*, donc la droite *BH* est plus grande que six fois la droite *HV*. Mais la droite *AH* est égale à la droite *BH*, donc la droite *AH* est plus grande que six fois la droite *VH*, et c'est pour cela que la droite *AV* est plus grande que cinq fois la droite *VH*.

Si les droites parallèles à la droite *AB* et qui rencontrent l'arc *CD* et l'arc *NW* se réfléchissent suivant des angles égaux, elles coupent la droite *AH* entre les deux points *A* et *V*. Aucun, parmi les rayons, ne se réfléchit au delà du point *V* du côté du point *H*. Quant aux rayons qui rencontrent l'arc *CAN* et qui sont parallèles à la droite *AB*, s'ils se réfléchissent suivant des angles égaux, ils coupent la droite *VH*. Les deux rayons qui se réfléchissent au point *C* et au point *N* coupent également la droite *VH* au point *V*; parmi les rayons qui restent, celui qui est le plus proche du point *A* <passe après> sa réflexion le plus près du point *H*.

Si on fixe la droite *BA* et que l'on fait tourner l'arc *AD* jusqu'à ce qu'il revienne à sa position initiale, la figure obtenue sera une partie de surface sphérique[40]. Si on construit cette surface en cuivre et si on la met en face du soleil afin qu'un seul rayon, parmi les rayons du soleil, passe par la droite *AB*, alors les rayons qui
114 se réfléchissent sur la surface engendrée par la rotation de l'arc *CD*, s'ils / se réfléchissent suivant des angles égaux, parviennent à la droite *AV*. Les rayons qui se réfléchissent sur toute la surface engendrée par l'arc *AC* parviennent à la droite *HV*. Les rayons qui émanent du plus grand cercle[41] qui passe par les deux points *C* et *N* de cette surface tombent au point *V* et les rayons qui passent à proximité du point *A* tombent, quand ils se réfléchissent, plus près du point *H*; on a ainsi

40. Il s'agit d'une calotte sphérique.
41. Voir note complémentaire.

جـ خ مساوٍ لخط ب خ: لأن زاوية س مساوية لزاوية ه، فخط ب ز مساوٍ لخط ب خ. ولكن الزاوية س ثلثُ زاوية قائمة، وزاوية ح قائمة، فزاوية ز ثلثا قائمة، فمربع خط ب ز إذًا مرةً وثلثًا مثلُ مربع خط ب ح، فمربع خط ب خ أيضًا مرةً وثلثًا مثلُ مربع خط ب ح، فخط ب ح أكثر من ستة أمثال خط ح خ. وخط ا ح مساوٍ لخط ب ح، فخط ا ح أكثرُ من ستة أمثال خط خ ح، ولذلك يكون خط ا خ أكثرَ من خمسة أمثال خط خ ح.

والخطوط الموازية لخط ا ب، التي تلقى قوس جـ د وقوس ن ث، إذا انعطفت على زوايا متساوية، قطعت خط ا ح فيما بين نقطتي ا خ. وأما خارجَ نقطة خ إلى ناحية نقطة ح، فليس ينعطف واحدٌ من الشعاعات. وأما الشعاعات التي تلقى قوس جـ ا ن وتكون موازيةً لخط ا ب، إذا انعطفت على زوايا متساوية فإنها تقطع خط خ ح. والشعاعان اللذان ينعطفان من نقطة جـ ونقطة ن يقطعان خط خ ح عند نقطة خ أيضًا، وما كان من الشعاعات الباقية أقربَ إلى نقطة ا فإن انعطافه يكون إلى نقطة ح أقربَ.

فإذا أثبت خطُّ ب ا وأديرت قوسُ ا د حتى ترجع إلى الموضع الذي منه ابتدأت، كان الشكل الذي يحيط به من بسيط الكرة. وإن عمل ذلك من صُفْرٍ ووُضع قُبالة الشمس حتى يمرّ شعاع واحدٌ من شعاعات الشمس بخط ا ب، فإن الشعاعات التي تنعطف من البسيط الذي يحدث من إدارة قوس جـ د، إذا كانت / تنعطف على زوايا متساوية فإنها تصير إلى خط ا خ. وأما الشعاعات ١١٤
التي تنعطف من جميع البسيط الحادث عن قوس ا جـ، فإنها تصير إلى خط ح خ، والشعاعات التي تخرج من الدائرة العظيمة التي تمرّ بنقطتي جـ ن من ذلك البسيط تقع عند نقطة خ، والشعاعات التي تمرّ بالقرب من نقطة ا يكون

1 جـ خ: حـ ح – 3 إذًا: ايضا / وثلثًا: مثلث – 3-4 فمربع خط ... خط ب ح: مكررة – 4 وثلثًا: وثلث / ب ح (الثانية): ب خ – 5 ا ح (الأولى): ا خ – 7 جـ د: ح د – 12 خ: ح / كان: كا – 14 ترجع: يرجع – 19 ا جـ: كتبها أولاً ا خـ ثم ضرب عليها بالقلم وكتب الصحيح – 20 جـ ن: خـ ن – 21 تمر: أولها مطموس.

une grande chaleur entre les deux points *H* et *V*, et ces rayons sont plus proches du point *H* que du point *V*.

On ne peut donc nullement profiter de la surface engendrée par l'arc *CD* car aucun rayon de cet arc ne tombe sur la position où l'embrasement a lieu; c'est pourquoi celui qui veut construire un miroir ardent à partir d'une portion de sphère, doit construire la surface engendrée par l'arc *CA* seulement[42].

– 4 – Comment construire la concavité d'un miroir ardent si nous voulons que le point suivant lequel a lieu l'embrasement soit à une distance donnée du centre de la surface du miroir.

Nous traçons sur une planche donnée, le long d'une règle, une droite égale à la distance que nous voulons, soit la droite *AB*. Nous menons la droite *AK*, le double de la droite *BA*, et nous la posons perpendiculaire à la droite *AB*; nous posons la droite *BE* perpendiculaire à la droite *BA* et nous la posons égale à la droite *AB*. Joignons *EK*, posons la droite *AW* égale à la droite *BE* et joignons la droite *EW*; *ABEW* sera donc un carré et *EW* sera aussi égale à la droite *WK*. Marquons sur la droite *BA* les deux points *C* et *D*; posons la droite *EG* égale à la droite *BC* et la droite *HE* égale à la droite *BD*; joignons les deux droites *GC* et *HD* et prolongeons-les des deux côtés; qu'elles rencontrent *EK* aux deux points *M* et *L*. Si nous posons le point *A* un centre et si nous traçons un cercle avec la distance *CM*, il coupe la droite *CM*[43]; qu'il la coupe au point *I*. Ensuite nous le traçons, selon cet exemple, afin qu'il la coupe au point *U*. Et de même, si nous posons le point *A* un centre et si nous traçons un cercle avec une distance égale à *DL*, il coupe la droite *DL*; qu'il la coupe au point *N*. Traçons-le ensuite — le centre étant au

42. Voir note complémentaire.
43. Voir note complémentaire.

وقوعها إذا انعطفت إلى نقطة ح أقربَ، فيكون فيما بين نقطتي ح خ حرارة كثيرة، وتكون إلى نقطة ح أقربَ منها إلى نقطة خ.

فليس ينتفع بالبسيط الحادث عن قوس جـ د بتة، وذلك أنه لا يقع منه شعاع بتة على الموضع الذي يكون منه الإحراق، ولذلك إنما ينبغي لمن أراد أن يعمل مرآةً محرقة من قطعة كرةٍ أن يعمل السطح الذي يحدث من قوس جـ ا فقط.

- د - كيف نعمل تقعير المرآة المحرقة إذا أردنا أن تكون النقطة التي عليها يكون الإحراق على بُعدٍ معلومٍ من وسط بسيط المرآة.

وضعنا خطًا على لوح معلوم على مسطرة، مساويًا للبُعد الذي نريد، وهو خط ا ب، وصيرنا خط ا كـ ضعف خط ب ا، وجعلناه قائمًا على زوايا قائمة ‹على خط ا ب، ونجعل خط ب ه قائمًا على خط ب ا على زوايا قائمة›، ونجعله مساويًا لخط ا ب. ونصل ه كـ، ونجعل خط ا ث مساويًا لخط ب ه ونصل خط ه ث، فيصير ا ب ه ث مربعًا، وأيضًا فإن ه ث يكون مساويًا لخط ث كـ. ونتعلم على خط ب ا نقطتي جـ د، ونجعل خط ه ز مساويًا لخط ب جـ، وخطَّ ح ه مساويًا لخط ب د، ‹ونصل خطي ز جـ ح د› ونخرجهما في كلتا الجهتين وليلتقيا على ه كـ على نقطتي م ل. وإذا جعلنا نقطة ا مركزًا وأدرنا ببعد جـ م دائرة قطعت خط جـ م، فلْتقطعه على نقطة ط. ثم نديرها على هذا المثال حتى تقطعه على نقطة ص. وأيضًا فإنّا ‹إذا› جعلنا نقطة ا مركزًا وأدرنا دائرة ببعد مثل د ل، قطعت خط د ل، فلْتقطعه على نقطة ن. ثم نديرها، والمركز على نقطة ا،

1 انعطفت: انعطف – 7 د: كتب «ط» بجوارها / المحرقة: المعرفه – 14 ح ه: ب ه – 15 ‹ونصل خطي ز جـ ح د›: في [ت] / وليلتقيا: يقال التقاه ولقيه بمعنى واحد؛ والأفضل إسقاط حرف الجر الأول – 17 فلتقطعه: فلقطه / نقطة: نقط – 19 فلتقطعه: فلقطه / ن: نصفها الأخير مطموس ومهملة فتبدو كحرف الراء.

point *A* — jusqu'à ce qu'il la coupe également au point *U'*. Puis menons la droite *AV* dans le prolongement de la droite *KA* et posons-la égale à *AK*; alors les points *K*, *N*, *I*, *B*, *U*, *U'* et *V* sont sur une section de cône droit.

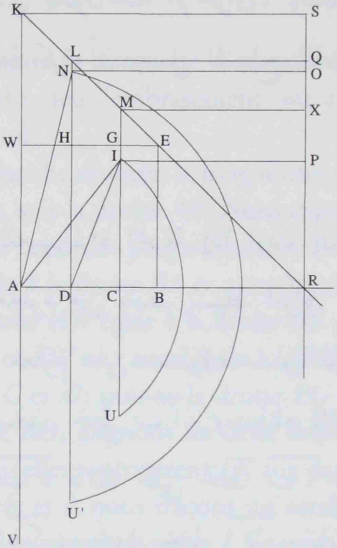
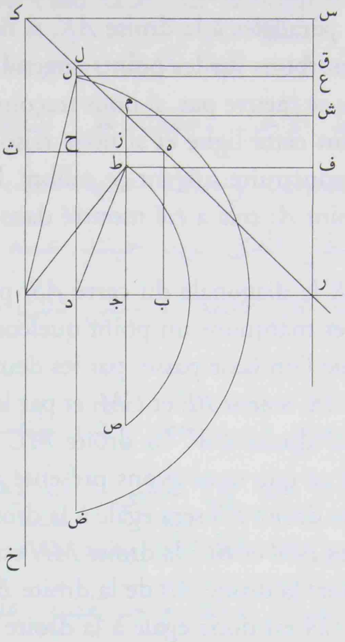


Fig. 4

Et cela car nous prolongeons la droite *BA* jusqu'au point / *R*, tel que la droite *BR* soit égale à la droite *AB*; menons la droite *RS*; qu'elle soit égale à la droite *KA* et qu'elle soit perpendiculaire à la droite *AB*. Joignons la droite *SK* et menons des points *L*, *M*, *I* et *N* à la droite *RS*, les perpendiculaires *LQ*, *MX*, *NO* et *IP*. Si on prolonge la droite *KE*, elle tombe au point *R*; la droite *QL* sera donc égale à la droite *LD* et la droite *MX* égale à la droite *MC*, car la droite *KER* est la diagonale du carré *AS*. Mais la droite *LD* est égale à la droite *NA*, la droite *MC* est égale à la droite *IA*, la droite *LQ* est aussi égale à la droite *LD* et la droite *MX* est égale à la

حتى تقطعه أيضًا على نقطة ض. ثم نخرج خط ا خ على استقامة خط كـ ا، ونجعله مساويًا له، فتكون نقط كـ ن 〈ط〉 ب ص ض خ على قِطْع المخروط القائم الزاوية.



١١٥ وذلك أنّا نخرج خط ب ا إلى نقطة / ر، وليكن خط ب ر مساويًا لخط ا ب، ولنخرج خط ر س، وليكن مساويًا لخط كـ ا، وليكن على خط ا ب على زوايا قائمة، ولنوصل خط س كـ، ولنخرج من نقط ل م ط ن إلى خط ر س أعمدة ل ق م ش ن ع ط ف. فخط كـ ه إذا أخرج على استقامة وقع على نقطة ر، فيكون خط ق ل مساويًا لخط ل د، وخطُّ م ش مساوٍ لخط م جـ، وذلك أن خط كـ ه ر هو قطر مربع ا س. وخط ل د مساوٍ لخط ن ا، وخطُّ م جـ مساوٍ لخط ط ا، وخط ل ق أيضًا مساوٍ لخط ل د، وخط م ش مساوٍ لخط

1 تقطعه: نقطه / ض: ص / ا خ: ا ح – 2 ن: ر / 〈ط〉: في [ت] / خ: ح – 4 ب ر: ب ر ه – 6 ن: ر – 7 ل ق: لو / ن ع: رع – 8 ل د وخط: ل د ر خط – 9 وخط (الأولى): فخط.

droite *MC*, donc la droite *AN* est égale à la droite *LQ* qui est égale à la droite *NO*. Mais la droite *AI* est égale à la droite *MX* qui est égale à la droite *PI*, la droite *AK* est égale à la droite *KS* et on a partagé en deux moitiés au point *B* la droite *AR*. S'il en est ainsi, alors les points *B*, *I*, *N* et *K* sont sur la section du cône droit comme nous le montrons par la suite, et de même pour les points *U*, *U'* et *V*. Si donc nous marquons sur la droite *AB* de nombreux points, si de ces points nous menons des droites parallèles à la droite *AK*, si nous marquons sur elles les autres points et si nous courbons sur les points engendrés une règle en corne que nous fixons afin qu'elle ne se meuve pas, si nous traçons sur elle une ligne, si nous coupons la planche suivant cette ligne et si nous faisons alors la concavité de la figure que nous voulons construire suivant ce calibre, l'embrasement, à partir de cette surface, a lieu au point *A*; cela a été montré dans la première proposition.

– 5 – Soit la droite *RK* la diagonale du carré *AS*; partageons la droite *AR* en deux moitiés au point *B* et marquons un point quelconque entre les deux points *A* et *B*, soit le point *C*; que l'on fasse passer par les deux points *B* et *C* deux droi-
116 tes / parallèles à la droite *AK*, soient *BE* et *CM*, et par le point *E* une droite parallèle à la droite *AB*, soit la droite *EW*. La droite *MC* excède la droite *BE* de la droite *MN*. En raison de ce que nous avons présenté dans la proposition précédente, *AE* sera un carré, la droite *EB* sera égale à la droite *BA* et la droite *EN* sera égale à chacune des droites *NM* et *BC*; la droite *MN* est donc égale à la droite *BC* et la droite *MC* excède alors la droite *AB* de la droite *BC*. Soit la droite *BQ* égale à la droite *CB*; la droite *QA* est donc égale à la droite *MC* et le cercle construit, de centre *A* et de distance[44] égale à la droite *MC*, passe par le point *Q*.

44. C'est-à-dire: de rayon.

م جـ، فخط ا ن مساوٍ لخط ل ق الذي هو مثل خط ن ع. وخط ا ط مساوٍ لخط م ش الذي هو مثل خط ف ط، وخط ا كـ مساوٍ لخط كـ س، وقد قسم خطٌّ ا ر بنصفين على نقطة ب. وإذا كان ذلك كذلك فإن نقط ب ط ن كـ على قِطْع المخروط القائم الزاوية كما نبيّن فيما بعد، وكذلك أيضًا نقط ص ض خ. فإذا تعلّمنا على خط ا ب نقطًا كثيرة، وأخرجنا منها خطوطًا موازية لخط ا كـ، وتعلّمنا عليها النقط الأخر، وعطفنا على النقط التي تحدث مسطرة من قرون وأثبتناها حتى لا تتحرك، وخططنا عليها خطًا، وقطعنا على ذلك الخط اللوح، وجعلنا تقعير الشكل الذي نريد حينئذٍ عمله على ذلك القالب، فإن الإحراق يكون من السطح على نقطة ا، وتبيّن ذلك من الشكل الأول.

– ﻫ – وليكن قطر مربع ا س خط ر كـ، ولنقسم خط ا ر بنصفين على نقطة ب، ولنتعلّم نقطة ما فيما بين نقطتي ا ب وهي نقطة جـ، وليُجز على نقطتي ب جـ خطان / موازيان لخط ا كـ وهما ب ه جـ م، وعلى نقطة ه خطٌّ ١١٦ موازٍ لخط ا ب وهو خط ه ث. فخط م جـ يَفضُل على خط ب ه بخط م ن. فمن أجل ما قدّمنا في الشكل الذي قبل هذا يصير ا ه مربعًا، وخط ه ب مساوٍ لخط ب ا، وخط ه ن مساوٍ لكلّ واحد من خطي ن م ب جـ. فخط م ن مساوٍ لخط ب جـ، فخط م جـ يَفضُل على خط ا ب بخط ب جـ. وليكن خط ب ق مساويًا لخط جـ ب، ولذلك يصير خط ق ا مساويًا لخط م جـ، فالدائرة التي تعمل على مركز ا وببعدٍ مساوٍ لخط م جـ تمرّ بنقطة ق.

1 ا ن: ا ر / ن ع: رع – 2 ف ط: ف – 3 ا ر: ا ر ه / ن: ر – 5 خ: ح – 6 ا كـ: ا ر / عليها: من – 7 حتى لا تتحرك: كتب الناسخ أولاً «حتى لا يمكن لا يتحرك»، ويبدو عند التمحص أن الناسخ ضرب على «لا يمكن» بالقلم – 8 حينئذٍ: ح، الاختصار المعروف عند النساخ – 11 وليجز: وليجاز – 12 ب ه: مكررة – 13 ا ب: ا كـ – 14 في: من – 16 وليكن: لكن.

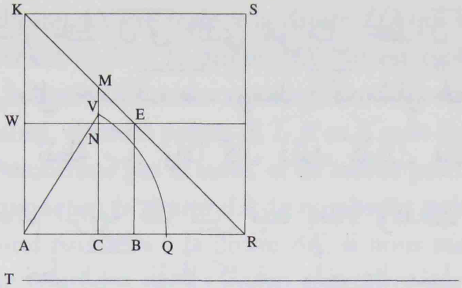
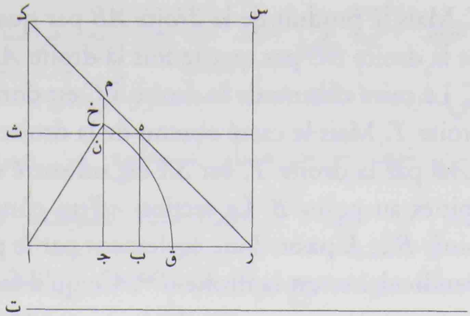


Fig. 5

Je dis qu'il coupe la droite *MC* entre les deux points *M* et *C*.

En effet, s'il passe par le point *M* ou s'il tombe au-dessus du point *M*, la droite menée de son centre à sa circonférence sera plus grande que la droite *CM*, puisque l'angle *C* est droit; ce qui n'est pas possible car nous l'avons posée égale à *CM*. Donc la circonférence du cercle que nous avons mentionné coupe la droite *MC* entre les deux points *M* et *C*; qu'elle la coupe au point *V*[45] et que l'on joigne le point *V* et le point *A* par la droite *VA*; la droite *AV* est alors égale à la droite *MC*. Mais nous avons montré que la droite *AQ* est aussi égale à la droite *MC*, donc la droite *VA* est égale à la droite *AQ*. Mais puisque la droite *QB* est égale à la droite *BC*, ce qu'on obtient de la somme du produit de quatre fois la droite *AB* par la droite *BC* et du carré obtenu de la droite *CA* est égal au carré obtenu de la droite *AQ*[46]. Le carré obtenu de la droite *AQ* est égal au carré obtenu de la droite *AV*. <La somme> des deux carrés obtenus des deux droites *VC* et *CA* est égale au carré obtenu de la droite *AV*, car l'angle *C* est droit; donc la somme du produit de quatre fois la droite *AB* par la droite *BC* et du carré obtenu de la droite *CA* est égale <à la somme> des deux carrés obtenus des deux droites *VC* et *CA*. Si on ôte le carré commun obtenu de la droite *AC*, le reste — qui est obtenu du produit de la droite *AB* par quatre fois la droite *CB* — sera égal au reste, qui est le carré ob-

45. Le point *I* de la proposition 4 est noté *V* ici.
46. *Éléments* II.8.



فأقول: إنها تقطع خط م جـ فيما بين نقطتي م جـ.

وذلك أنها إن مرّت بنقطة م أو وقعت فوق نقطة م صار الخط الذي يخرج من مركزها إلى الخط المحيط بها أطول من خط جـ م، لأن زاوية جـ قائمة، وذلك غير ممكن، وذلك أنا كنا جعلناه مساويًا له، فالخط المحيط بالدائرة التي ذكرنا يقطع خط م جـ فيما بين نقطتي م جـ، فليقطعه على نقطة خ، وليُوصل بين نقطة خ وبين نقطة ا بخط خ ا، فخط ا خ مساوٍ لخط م جـ. وقد بيّنا أن خط ا ق أيضًا مساوٍ لخط م جـ، فخط خ ا مساوٍ لخط ا ق. ولأن خط ق ب مساوٍ لخط ب جـ، صار ما يجتمع من ضرب خط ا ب في خط ب جـ أربع مرات مع المربع الكائن من خط جـ ا مساويًا للمربع الكائن من خط ا ق. والمربع الكائن من خط ا ق مساوٍ للمربع الكائن من خط ا خ، والمربعان الكائنان من خطي خ جـ جـ ا ‹مساويان› للمربع الكائن من خط ا خ لأن زاوية جـ قائمة، فالمجتمع من ضرب خط ا ب في خط ب جـ أربع مرات مع المربع الكائن من خط جـ ا مساوٍ للمربعين الكائنين ‹من خطي› خ جـ جـ ا. وإذا أسقط المربع الكائن من خط ا جـ المشترك، صار الباقي – وهو المجتمع من ضرب خط ا ب في خط جـ ب أربع مرات – مساويًا للباقي وهو المربع الكائن من خط خ جـ.

4 جعلناه: جعلنا – 5 فليقطعه: فلنقطعه – 9 مساويًا: مساو – 11 ‹مساويان›: في [ت] – 13 ‹من خطي›: في [ت] – 15 مساويًا: مساو.

tenu de la droite *VC*. Mais le produit de la droite *AB* par quatre fois la droite *BC* est égal au produit de la droite *BC* par quatre fois la droite *AB*. Soit quatre fois la droite *AB* la droite *T*. Le carré obtenu de la droite *VC* est donc égal au produit de la droite *BC* par la droite *T*. Mais le carré obtenu de la droite *AK* est aussi égal au produit de la droite *AB* par la droite *T*, car *SA* est un carré et la droite *AR* a été partagée en deux moitiés au point *B*. La section <d'un cône> d'angle droit qui
117 passe par les deux points *B* et *K* passe donc également par le point *V* et / la droite que peuvent les perpendiculaires est la droite *T*[47]. Ce qu'il fallait démontrer.

– **6** – Dioclès montre ensuite que les grandeurs égales placées sur une droite sont vues inégales et que la plus grande d'entre elles est celle qui se rapproche de la perpendiculaire menée de l'œil à cette droite. Il nous faut montrer cela.

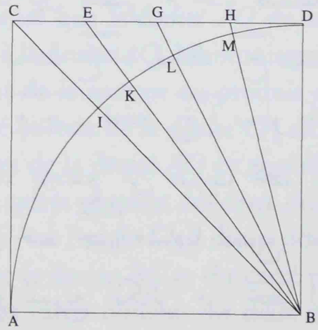


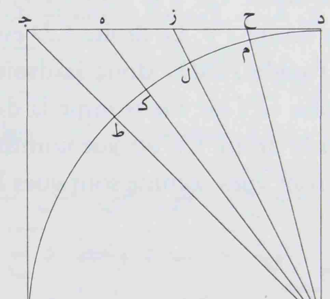
Fig. 6.1

Que l'on pose le carré *ABCD*, que l'on joigne la droite *BC* et que l'on trace avec le centre *B* et la distance *BD* l'arc *DIA*; il est clair qu'il passe par le point *A* et que l'arc *DI* devient égal à l'arc *IA*. Que la droite *CD* soit divisée en droites

47. *T* est le côté droit; $AK^2 = T.\ BA$; $VC^2 = T.\ BC$.

والمجتمع من ضرب خط ا ب في خط ب جـ أربع مرات مساوٍ للمجتمع من ضرب خط ب جـ في أربعة أمثال خط ا ب. وليكن أربعة أمثال خط ا ب خط ت. فالمربع الكائن من خط خ جـ مساوٍ للمجتمع من ضرب خط ب جـ في خط ت. والمربع الكائن من خط ا كـ أيضًا مساوٍ للمجتمع من ضرب خط ا ب في خط ت، وذلك أن س ا مربع وقد قسم خط ا ر بنصفين على نقطة ب. فالقِطْع القائم الزاوية الذي يمرّ بنقطتي ب كـ يمرّ بنقطة خ أيضًا ويصير / الخط ١١٧ الذي تقوى عليه الأعمدة خط ت؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

– وَ – ثم من بعد ذلك يبيّن ذيوقليس أن الأقدار المتساوية الموضوعة على خط مستقيم ترى غير متساوية، وأعظمها الذي يقرب من العمود الذي يخرج من البصر إلى ذلك الخط. وينبغي أن نبيّن ذلك.



فليوضع مربع ا ب جـ د، وليُوصل خط ب جـ، وليُرسم على مركز ب وببعد ب د قوس د ط ا، وهو بيّن أنها تمرّ بنقطة ا وتصير قوس د ط مساوية لقوس ط ا. فليُقَسَّمْ خط جـ د لخطوط متساوية – كم كانت – وهي خطوط جـ ه ز

1 ب جـ: كتب «ا ب حـ» ثم ضرب على الألف بالقلم – 2 وليكن: ولكن – 6 ويصير: وقعت في آخر السطر وآخر الصفحة وكررها في أول الصفحة التالية – 8 ذيوقليس: وقعت آخر السطر وآخرها غير تام الوضوح، وكررها في السطر التالي، وفي كلتا الحالتين تركها مهملة – 11 ب: كتب «ب جـ د» ثم ضرب على الحرفين الأخيرين بالقلم.

égales, en nombre quelconque — soient les droites *CE*, *EG*, *GH* et *HD* — et que l'on joigne les droites *EB*, *GB* et *BH* qui coupent l'arc *DA* aux points *K*, *L* et *M*. Il est clair que les angles *DBM*, *MBL*, *LBK* et *KBI* sont inégaux; les grandeurs *DH*, *HG*, *GE* et *EC* sont donc vues inégales[48]. Or la droite *CD* est plus longue que l'arc *DI* car <la somme> des deux droites *CD* et *CA* est plus longue que l'arc *DIA* tout entier[49]. Soit une certaine forme concave égale à la figure entourée par l'arc *ILD* et les deux droites *IB* et *BD*; que l'on fasse courber sur l'arc *ILD* une lame quelconque, que l'on marque sur elle les points *K*, *L* et *M* et qu'on étale ensuite la lame, soit *SO*; soient les points qui ont été marqués sur elle, les points *X*, *T* et *W*. Menons du point *S* la droite *SN* perpendiculaire à la droite *SO*, posons la droite *SN* égale à la droite *SO*, joignons la droite *NO*, prolongeons-la de l'autre côté jusqu'au point *Q* et posons la droite *NP* égale à la droite *CD*, elle est donc plus longue que <la droite> *NS*, car nous avons dit précédemment que *CD* est plus longue que l'arc *ILD*, qui est égal à la droite *NS*. Que l'on fasse passer par le point *P* une droite parallèle à la droite *SO*, soit la droite *QP*; que l'on joigne les droites *NX*, *NT* et *NW*; qu'on les prolonge jusqu'aux points *V*, *Z* et *U'*. Le rapport de l'angle *CBD* à l'angle *HBD* est donc égal au rapport de l'arc *ILD* à l'arc *MD*, qui est lui-même égal au rapport de la droite *SO* à la droite *SX*, qui est lui-même égal au rapport de la droite *QP* à la droite *PV*, qui est lui-même égal au rapport de la droite *CD* à la droite *PV*. La droite *CD* est vue sous l'angle *CBD* et
118 la droite *DH* est vue sous l'angle *HBD*,/ donc la droite *DH* est vue comme la droite *PV*. De même, la droite *GH* est vue comme la droite *VZ*, la droite *EG* est vue comme la droite *ZU'* et la droite *CE* est vue comme la droite *U'Q*, donc les droites *DH*, *HG*, *GE* et *EC* sont vues comme sont vues les droites *PV*, *VZ*, *ZU'* et

48. Voir note complémentaire.
49. Voir note complémentaire.

زح ح د، وليُوصل خطوط ه ب ز ب ب ح ‹فتقطع قوس د ا على نقط كـ ل م›. فهو بيّن أن زوايا د ب م ‹م ب ل ل ب كـ كـ ب ط غير متساوية›، فأقدار دح ح ز ز ه ه جـ ترى غير متساوية. وخط جـ د أطول من قوس د ط، لأن خطي جـ د جـ ا أطول من جميع قوس د ط ا. فليكن قعر ما مساويًا للشكل الذي يحيط به قوس ط ل د وخطا ط ب ب د، وليُعطف على قوس ط ل د صفيحة ما، وليُعمل عليها نقط كـ ل م ثم تُبسط الصفيحة ولتكن س ع، ولتكن النقط التي كانت تعلّمت عليها نقط ش ت ث؛ ولنُخرج من نقطة س خط س ن على خط س ع على زوايا قائمة، ونجعل خط س ن مساويًا لخط س ع، ونصل خط ن ع ونخرجه إلى الجهة الأخرى إلى نقطة ق؛ ونجعل خط ن ف مساويًا لخط جـ د فهو يكون أطول من ن س، وذلك أنّا قد قلنا فيما تقدم إنه أطول من قوس ط ل د التي هي مثل خط ن س. وليجز على نقطة ف خطٌّ موازٍ لخط س ع وهو خط ق ف، ولتُوصل خطوط ن ش ن ت ن ث ولتُخرج إلى نقط خ ذ ض. فنسبة زاوية جـ ب د إلى زاوية ح ب د كنسبة قوس ط ل د إلى قوس م د التي هي مثل نسبة خط س ع إلى خط س ش، التي هي مثل نسبة خط ق ف إلى خط ف خ، التي هي مثل نسبة خط جـ د إلى خط ف خ؛ ويُرى خط جـ د من زاوية جـ ب د وخط د ح يرى من زاوية ح ب د / ‹فخط د ح يُرى مثل خط ف خ›. وكذلك أيضًا يُرى خط ز ح أيضًا مثل خط ١١٨
خ ذ، وخط ه ز يرى مثل خط ذ ض، وخط جـ ه يرى مثل خط ض ق، فخطوط د ح ح ز ‹ز ه› ه جـ ترى مثل ما ترى خطوط ف خ خ ذ ذ ض

1 وليوصل: ولنوصل / ب ح: ح – 1-2 ‹فتقطع قوس د ا على نقط كـ ل م›: ‹ولتقطع قوس د ط على نقط كـ ل م› في [ت] – 2 ‹م ب ل ... متساوية›: في [ت] – 4 جـ ا: م ا / مساويًا: مساو – 5 به: يه / وخطا: وخطي – 6 وليعمل: ربما تصحيف من الناسخ لـ «وليتعلم»، ولكن لا دليل على هذا، فالقول جائز / س ع: س ع – 7 النقط: النقطه / نقط: نقطه / ت: ب – 11 وليجز: وليجاز – 13 نقط: بعطه – 15 جـ د: ح د – 16 جـ د: ح د / جـ ب د: ح ب د / وخط د ح: فخط ف خ – 18 ض ق: ص ق – 19 خ ذ: ح ذ / ذ ض: ذ ص.

U'Q. Or il est clair que les droites *PV*, *VZ*, *ZU'* et *U'Q* sont les unes plus longues que les autres, car les arcs *DM*, *ML*, *LK* et *KI* sont également les uns plus longs que les autres, puisque les angles au centre sont également les uns plus grands que les autres.

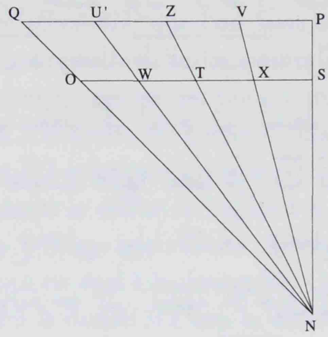


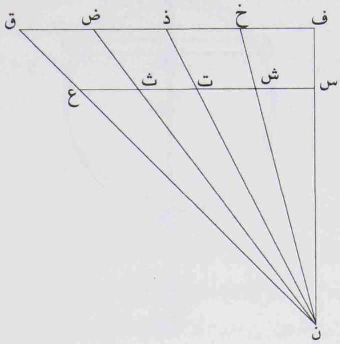
Fig. 6.2

– 7 – Archimède a montré dans le traité sur *La sphère et le cylindre* que toute portion de sphère est égale au cône dont la base est la base de la portion et dont la hauteur est une certaine droite dont le rapport à la perpendiculaire menée du sommet de la portion à sa base est égal au rapport du demi-diamètre de la sphère plus la perpendiculaire de l'autre portion de la sphère, qui est sa hauteur, à la perpendiculaire à cette deuxième portion[50].

Exemple: Soit la sphère *ABC*; qu'on la coupe par un plan quelconque qui est le plan du cercle de diamètre *CD*. Soit *AB* le diamètre du cercle *ABC* et le point *E* son centre; posons le rapport de la droite *HG*[51] à la droite *GB* égal au rapport de la somme des deux droites *EA* et *AG* à la droite *GA*[52], et par le même procédé nous déterminons également le rapport de la droite *IG* à la droite *GA*[53]. Or on a montré que la portion *CBD* de la sphère est égale au cône dont la base est le cer-

50. Voir note complémentaire.
51. *G* est le milieu de *CD*.
52. Ceci détermine la position de *H* si on connaît *A*, *B* et *G*.
53. Voir note complémentaire.

ض ق. وهو بيّن أن خطوط ف خ خ ذ ذ ض ض ق بعضها أطول من بعضٍ لأن قسيّ د م م ل ل كـ كـ ط أيضًا بعضها أطول من بعض، لأن الزوايا التي عند المركز أيضًا بعضها أعظم من بعض.



– زَ – وقد بيّن أرشميدس في القول في *الكرة والأسطوانة* أن كلّ قطعة كرةٍ فهي مساوية للمخروط الذي قاعدتُه قاعدة القطعة، وارتفاعُه خط ما، نسبتُه إلى العمود الذي [الا] يخرج من رأس القطعة إلى قاعدتها، مثل نسبةِ نصف قطر الكرة، وعمودِ القطعة الأخرى من الكرة، الذي هو ارتفاعها، جميعًا، إلى عمود تلك القطعة الثانية.

مثال ذلك: كرة ا ب جـ، ولتقطع بسطحٍ ما وهو سطح الدائرة التي يكون قطرها جـ د، وليكن ا ب قطر دائرة ا ب جـ ونقطة ه مركزها؛ ونجعل نسبة خط ح ز إلى خط ز ب كنسبة خطي ه ا ا ز مجموعين إلى خط ز ا؛ وبمثل هذا العمل أيضًا نستخرج نسبة خط ط ز إلى خط ز ا. فقد تبيّن أن قطعة جـ ب د من الكرة مساويةٌ للمخروط الذي قاعدته الدائرةُ التي يكون قطرها جـ د وسهمه

1 ض ق: ق / خ ذ: ح ذ / ذ ض ض ق: ض ذ ق – 2 قسي: تش – 5 قاعدته: قاعده – 6 إلى: التي.

cle de diamètre *CD* et dont l'axe est la droite *HG*, et que la portion *CAD* est égale au cône dont la base est cette même base et dont l'axe est la droite *IG*.

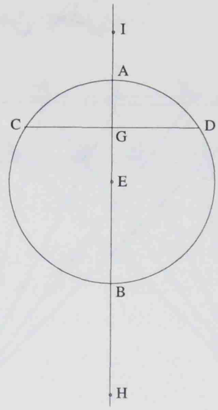
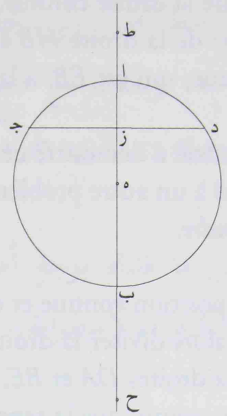


Fig. 7

Une fois démontré cela, il a voulu couper la sphère donnée par un certain plan de sorte que les deux portions de la sphère soient l'une à l'autre dans un rapport égal à un rapport connu. Il a dit que le rapport du cône dont la base est le cercle qui est sur le diamètre *CD* et dont la hauteur est la droite *IG*, au cône dont la base est ce même cercle et dont la hauteur est la droite *GH*, est connu et égal au rapport de la droite *IG* à la droite *GH*. Ceci car il a été montré que <si> les cônes sont sur des bases égales, alors le rapport de l'un à l'autre est égal au rapport des hauteurs, de l'un à l'autre[54]. Le rapport de la droite *IG* à la droite *GH* est donc connu, et puisque le rapport de la droite *IG* à la droite *GA* est égal au rapport de la somme des deux droites *EB* et *BG* à la droite *BG*, on a — si nous séparons —
119 le rapport de la droite *IA* à la droite *AG* égal au rapport / de la droite *BE* à la droite *BG*. De même, on montre que le rapport de la droite *HB* à la droite *BG* est égal au rapport de la droite *EA* à la droite *AG*. Mais la droite *EA* est égale à la droite *BE*, ce problème devient donc ce que je décris, c'est-à-dire: si la droite *AB* est de position connue, si les deux points *A* et *B* sont de position connue et si la

54. Litt.: le rapport des uns aux autres est égal au rapport de la hauteur des uns aux autres. Voir Archimède, *La sphère et le cylindre*, livre I, lemme 1 à la proposition 17.

خط ‹ح ز، وأن قطعة جـ ا د مساوية للمخروط الذي قاعدته هذه القاعدة بعينها وسهمه خط› ط ز.



فلما تبيّن له ذلك أراد أن يقطع الكرة المعلومة بسطحٍ ما حتى تكون لقطعتي الكرة إحداهما إلى الأخرى نسبةٌ مثل نسبة معلومة. فقال إن نسبة المخروط الذي قاعدتُه الدائرةُ التي على قطر جـ د وارتفاعه خط ط ز إلى المخروط الذي قاعدته هذه الدائرة بعينها وارتفاعه خط ز ح معلومة كنسبة خط ط ز إلى خط ز ح. وذلك لأنه قد تبيّن أن المخروطات التي تكون على قواعد متساوية، فإن نسبة بعضها إلى بعض كنسبة ارتفاع بعضها إلى بعض. فنسبة خط ط ز إلى خط ز ح معلومة، ولأن نسبة خط ط ز إلى خط ز ا كنسبة خطي ه ب ب ز جميعًا
إلى خط ب ز يكون – إذا فصلنا – نسبة خط ط ا إلى خط ا ز كنسبة / خط ١١٩
ب ه إلى خط ب ز. وكذلك أيضًا تبيّن أن نسبة خط ح ب إلى خط ب ز كنسبة خط ه ا إلى خط ا ز. وخط ه ا هو مثل خط ب ه، فصارت هذه المسألة على ما أصف: وهو أنه إذا كان خط ا ب معلوم الوضع، وكانت نقطتا ا ب

1-2 ‹ح ز ... وسهمه خط›: أضفناها استلهامًا من النص اليوناني الذي أتى به أطوقيوس (Heiberg, p. 160, l. 20-23)؛ ‹خط ز ح وقطعة ج ا د مساوية للمخروط الذي قاعدته هذه الدائرة بعينها وسهمه› في [ت] – 3 المعلومة: المعمولة؛ يبدو أن هذا تصحيف من الناسخ فليس هنا «عمل» بالمعنى الدقيق؛ انظر أيضًا النص اليوناني (p.160, l. 22-23) – 4 إحداهما: احديهما – 11 وكذلك ... خط ب ز: مكررة.

droite *EB* est de grandeur connue, alors comment diviser la droite *AB* au point *G* et lui ajouter les deux droites *IA* et *BH* telles que le rapport de la droite *IG* à la droite *GH* soit connu et que, en même temps, le rapport de la droite *IA* à la droite *GA* soit égal au rapport de la droite connue, qui est *EB*, à la droite *GB*; et que, en même temps, le rapport de la droite *HB* à la droite *GB* soit égal au rapport de cette même droite connue, qui est *EB*, à la droite *GA*. Nous allons montrer cela plus tard.

Il est vrai que, quand Archimède a démontré ce que nous avons dit d'une manière plus longue, il a été amené à un autre problème qu'il n'a pas démontré dans son livre sur *La sphère et le cylindre*.

– 8[55] – Si la droite *AB* est de position connue et que les deux points *A* et *B* sont de position connue, comment alors diviser la droite *AB* au point *C* de telle sorte que si nous lui ajoutons les deux droites *DA* et *BE*, le rapport de la droite *CD* à la droite *CE* soit égal à un rapport connu, que le rapport de la droite *DA* à la droite *AC* soit aussi égal au rapport d'une certaine droite connue[56] à la droite *CB*, et que le rapport de la droite *EB* à la droite *BC* soit égal au rapport de cette droite connue à la droite *CA*.

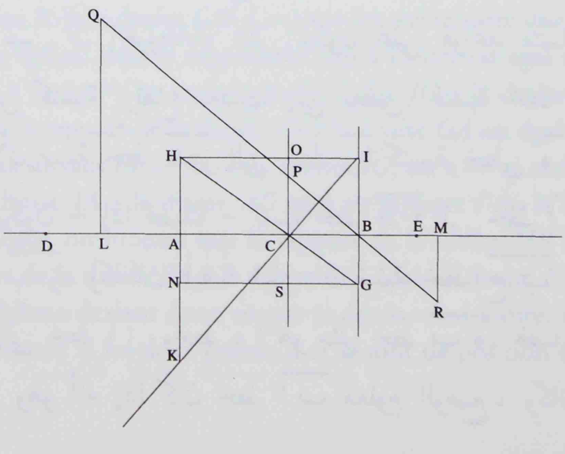


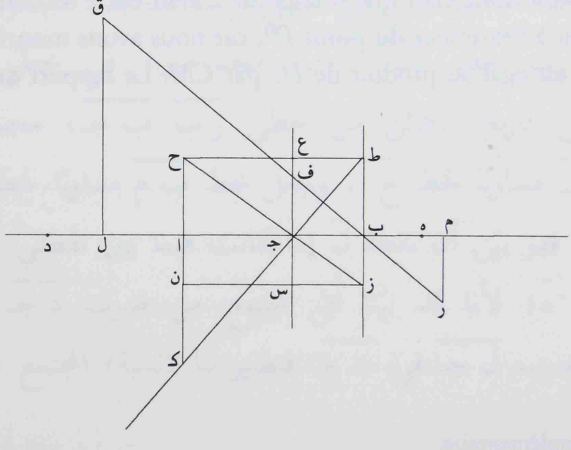
Fig. 8

55. Voir note complémentaire.
56. Voir note complémentaire.

معلومتي الوضع، وكان خط ه ب معلوم القدر، فكيف نقسم خط ا ب على نقطة ز ونضيف إليه خطي ط ا ب ح حتى تكون نسبة خط ط ز إلى خط ز ح معلومة، وتكون مع ذلك نسبة خط ط ا إلى خط ز ا كنسبة الخط المعلوم – الذي هو ه ب – إلى خط ز ب، وتكون مع ذلك نسبة خط ح ب إلى خط ز ب كنسبة ذلك الخط المعلوم بعينه – الذي هو ه ب – إلى خط ز ا؛ وسنبيّن ذلك فيما بعد.

وذلك أن أرشميدس لمّا بيّن ما قلناه بوجهٍ أطول من هذا صار إلى مسألة أخرى لم يبيّنها في كتابه في الكرة ‹والأسطوانة›.

– ح – إذا كان خط ا ب معلوم الوضع وكانت نقطتا ا ب معلومتي الوضع، فكيف نقسم خط ا ب على نقطة جـ قسمةً إذا أضفنا إليه خطي د ا ب ه صارت نسبة خط جـ د إلى خط جـ ه كنسبة معلومة، وصارت أيضاً نسبة خط د ا إلى خط ا جـ كنسبة خطٍ ما معلوم إلى خط جـ ب، وصارت نسبة خط ه ب إلى خط ب جـ كنسبة ذلك الخط المعلوم إلى خط جـ ا.



1 القدر: الفذر / فكيف: كيف – 2 ونضيف: ونصف – 8 ‹والأسطوانة›: في [ت] – 9 الوضع: باوصع –
10 فكيف: كيف / إليه: الضمير يعود إلى خط ا ب – 11 خط (الأولى): كتب أولاً «خطي»، ثم حذف الياء.

Que les deux angles *CAH* et *CBI* soient droits; posons chacune des deux droites *AH* et *BI* égale à la droite connue; que l'on joigne les deux droites *HC* et *CI* et qu'on les prolonge jusqu'aux deux points *G* et *K*[57]. Puisque le rapport de la droite *DA* à la droite *AC* est égal au rapport de la droite connue, qui est la droite *IB*, à la droite *BC*, et que ce rapport est égal au rapport de la droite *KA* à la droite *AC*, on a la droite *KA* égale à la droite *AD*[58]. De même, nous montrons que la droite *GB* est égale à la droite *BE*. Il est clair que le parallélogramme *AI* est connu, et ceci parce que chacune des deux droites *AB* et *AH* est connue[59]. Et puisque le rapport de la droite *DC* à la droite *CE* est connu, le rapport de la somme des deux droites *KA* et *AC* à la somme des deux droites *BG* et *BC* est connu, donc le rapport du produit de la somme des deux droites *KA* et *AC* / par la somme des deux droites *GB* et *BC* au carré obtenu de la somme des deux droites *GB* et *BC* est connu. Puisque le rapport de la somme des deux droites *AH* et *AC* à la somme des deux droites *CB* et *BG* est égal au rapport de la somme des deux droites *KA* et *AC* à la somme des deux droites *IB* et *BC* — et ceci parce que chacun de ces deux rapports est égal au rapport de la droite *AC* à la droite *BC* — on a le produit de la somme des deux droites *HA* et *AC* par la somme des deux droites *IB* et *BC* égal au produit de la somme des deux droites *KA* et *AC* par la somme des deux droites *GB* et *BC*. Mais le rapport du produit de la somme des deux droites *KA* et *AC* par la somme des deux droites *GB* et *BC* au carré obtenu de la somme des deux droites *GB* et *BC* est connu. Nous posons alors la droite *AL* égale à la droite *HA* et nous posons la droite *BM* égale à la droite *IB*[60]; les deux points *L* et *M* sont donc connus. Il est donc clair que si le point *L* était entre les deux points *D* et *A*, le point *M* serait à l'extérieur du point *E*[61], car nous avons montré que le produit de *DC* par *CE* est égal au produit de *LC* par *CM*. Le rapport du produit de *LC*

57. Voir note complémentaire.
58. Voir note complémentaire.
59. Voir note complémentaire.
60. Voir note complémentaire.
61. Voir note complémentaire.

فلتكن زاويتا جـ ا ح جـ ب ط قائمتين، ونجعل كلّ واحد من خطي ا ح ب ط مساويًا للخط المعلوم وليُوصل خطا ح جـ جـ ط وليخرجا إلى نقطتي ز كـ؛ فلأن نسبة خط د ا إلى خط ا جـ كنسبة الخط المعلوم، الذي هو خط ط ب، إلى خط ب جـ، وهذه النسبة مثل نسبة خط كـ ا إلى خط ا جـ، يكون خط كـ ا مساويًا لخط ا د. وكذلك أيضًا نبيّن أن خط ز ب مساوٍ لخط ب ه، وهو بيّن أن سطح ا ط المتوازي الأضلاع معلوم، وذلك أن كل واحد من خطي ا ب ا ح معلوم. ولأن نسبة خط د جـ إلى خط جـ ه معلومة، تكون نسبة خطي كـ ا ا جـ جميعًا إلى خطي ب ز ب جـ جميعًا معلومة، فنسبة المجتمع من ضرب خطي كـ ا ا جـ/ مجموعين، في خطي ز ب ب جـ، مجموعين، إلى المربع الكائن من ١٢٠ خطي ز ب ب جـ، مجموعين، معلومة. ولأن نسبة خطي ا ح ا جـ، مجموعين، إلى خطي جـ ب ب ز، مجموعين، كنسبة خطي كـ ا ا جـ، مجموعين، إلى خطي ط ب ب جـ، مجموعين، وذلك أن كلّ واحدة من هاتين النسبتين هي كنسبة خط ا جـ إلى خط ب جـ، يكون المجتمع من ضرب خطي ح ا ا جـ، مجموعين، في خطي ط ب ب جـ، مجموعين، مساويًا للمجتمع من ضرب خطي كـ ا ا جـ، مجموعين، في خطي ز ب ب جـ، مجموعين. ولكن نسبة المجتمع من ضرب خطي كـ ا ا جـ، مجموعين، في خطي ز ب ب جـ، مجموعين، إلى المربع الكائن من خطي ز ب ب جـ، مجموعين، معلومة. فنجعل خط ا ل مساويًا لخط ح ا، ونجعل خط ب م مساويًا لخط ط ب؛ فنقطتا ل م معلومتان. فهو بيّن أن نقطة ل إذا كانت فيما بين نقطتي د ا، تصير نقطة م خارج نقطة ه؛ لأنا قد بيّنا أن المجتمع من ضرب د جـ في جـ ه مساوٍ للمجتمع من ضرب ل جـ في جـ م. فتصير لنا ‹نسبة› المجتمع من ضرب ل جـ

1 جـ ب ط: حـ ب ر – 3 ا جـ: ا ب / ط ب: كرر الطاء ثم رجع فحذف الثانية – 4 كـ ا: د ا – 5 كـ ا: ط ا / مساوٍ: مساويا – 9 ب جـ: جـ – 13 كنسبة: نسبة / ح ا: حـ ا – 18 ح ا: حـ ا – 19 د ا: د ا – 20 د جـ: ر حـ – 21 ل جـ (الأولى): ب ب حـ.

par la droite *MC* au carré obtenu de la somme des droites *GB* et *BC* nous sera donc connu. Que l'on fasse passer par le point *G* une droite parallèle à la droite *AB*, soit la droite *GN*; faisons passer par le point *C* une droite qui coupe la droite *AB* suivant des angles droits, soit <la droite> *SCO*[62]. Faisons la droite *CP* égale à la droite *BC*. Que l'on joigne la droite *BP* et qu'on la prolonge jusqu'aux deux points *Q* et *R*; la droite *QR* est alors de position connue car le rapport de la droite *BC* à la droite *CP* est connu[63]. Que l'on mène deux perpendiculaires à *DM* des deux points *L* et *M*, soient *LQ* et *MR*; le rapport de la droite *LC* à *CM* est égal au rapport de la droite *QP* à la droite *PR*[64], qui est égal au rapport du carré obtenu de la droite *QP* au produit de la droite *QP* par la droite *PR*. Si nous permutons, le rapport du carré obtenu de la droite *LC* au carré obtenu de la droite *QP* est égal au rapport du produit de *LC* par *CM* au produit de *QP* par *PR*. Mais le rapport du carré obtenu de *LC* au carré obtenu de *QP* est connu, car le rapport du carré obtenu de la droite *CB* au carré obtenu de la droite *BP* est connu, donc le rapport du produit de *LC* par *CM* au produit de *QP* par *PR* est connu, et le rapport du produit de *LC* par *CM* au carré obtenu de la somme des deux droites
121 *GB* et *BC* / — qui est égal au carré obtenu de la droite *SP* — est connu, donc le rapport du produit de la droite *QP* par la droite *PR* au carré obtenu de la droite *SP* est connu et l'angle *SPR* est connu, ceci parce que c'est la moitié d'un angle droit, et les deux points *Q* et *R* sont connus. Le point *S* est donc sur le contour d'une ellipse de position connue[65]. Or le rectangle *AI* est égal au rectangle *SH* car *GH* est la diagonale du rectangle *NI*[66]; donc le produit de *IH* par *IB* est égal au produit de *SN* par *SO*, les deux droites *KH* et *HI* sont de position connue et le point *B* est connu. Si donc nous construisons une hyperbole dont les deux droites *KH* et *HI* sont les deux asymptotes et qui passe par le point *B*, alors elle passe

62. Voir note complémentaire.
63. Voir note complémentaire.
64. Voir note complémentaire.
65. Voir note complémentaire.
66. Cf. Euclide, *Éléments*, I.43.

في خط م جـ إلى المربع الكائن من خطي ز ب ب جـ، مجموعين، معلومة. وليجز على نقطة ز خطٌّ موازٍ لخط ا ب، وهو خط ز ن، ونجيز على نقطة جـ خطًا يقطع خط ا ب على زوايا قائمة، وهو س جـ ع، ونجعل خط جـ ف مساويًا لخط ب جـ. وليُوصل خط ب ف وليخرج إلى نقطتي ق ر؛ فخط ق ر معلوم الوضع لأن نسبة خط ب جـ إلى خط جـ ف معلومة. فليخرج عمودان على د م من نقطتي ل م، وهما ل ق م ر، فنسبة خط ل جـ [في جـ م ونسبة ل جـ] إلى جـ م كنسبة خط ق ف إلى خط ف ر، التي هي مثل نسبة المربع الكائن من خط ق ف إلى المجتمع من ضرب خط ق ف في خط ف ر. وإذا بدلنا تكون نسبة المربع الكائن من خط ل جـ إلى المربع الكائن من خط ق ف كنسبة المجتمع من ضرب ل جـ في جـ م إلى المجتمع من ضرب ق ف في ف ر؛ ونسبة المربع الكائن من ل جـ إلى المربع الكائن من ق ف معلومة، لأن نسبة المربع الكائن من خط جـ ب إلى المربع الكائن من خط ب ف معلومة، فنسبة المجتمع من ضرب ل جـ في جـ م إلى المجتمع من ضرب ق ف في ف ر معلومة، ونسبة المجتمع من ضرب ل جـ في جـ م إلى المربع الكائن من خطي ز ب ب جـ / مجموعين، الذي هو مثل المربع الكائن من خط س ف معلومة، ‹فنسبة المجتمع ١٢١ من ضرب خط ق ف في خط ف ر إلى المربع الكائن من خط س ف معلومة›، وزاوية س ف ر معلومة، وذلك أنها نصف زاوية قائمة، ونقطتا ق ر معلومتان؛ فنقطة س هي على خط محيط بقِطْع ناقص معلوم الوضع. وسطح ا ط مساوٍ لسطح س ح، لأن ز ح قطر سطح ن ط. فالمجتمع من ضرب ط ح في ط ب مساوٍ للمجتمع من ضرب س ن في س ع، وخطا كـ ح ح ط معلوما الوضع ونقطة ب معلومة. فإن عملنا قِطْعًا زائدًا يكون خطا كـ ح ح ط الخطين اللذين لا

2 وليجز: وليجاز / ز ن: و ن – 4 ق ر: ف ر – 5 معلومة: معلوم / د م: د م – 10 ق ف: ق ف، ثم حذف الشرطة التي فوق القاف – 15-16 ‹فنسبة ... معلومة›: أثبتناها استلهامًا من النص اليوناني (Heiberg, p. 168, l. 3-4) – 17 ق ر: ق ر ه – 19 ن ط: ر ط.

par le point *S*. Le point *S* est donc sur le contour d'une hyperbole de position connue et il est aussi sur le contour d'une ellipse de position connue. La droite *SC* est perpendiculaire à la droite *AB*, le point *C* est donc connu et le rapport de la droite *EB* à la droite *BC* est égal au rapport de la droite connue, qui est égale à la droite *AH*, à la droite *AC*, qui est connue; donc le rapport de la droite *EB* à la droite *BC* est connu; le point *E* est donc aussi connu. De même, nous connaissons le point *D* et la synthèse de cela est claire.

– **9** – Nous voulons montrer comment trouver une droite qui soit égale à une fois une droite connue et une partie de cette droite.

Que la droite connue soit la droite *DE*; nous voulons trouver une certaine droite qui soit égale à une fois et un huitième de fois la droite connue ou à une partie quelconque que les cas imposent. Que la droite *DA* soit perpendiculaire à la droite *DE*; prolongeons la droite *AD* et marquons sur la droite *DB* un point, quelle que soit sa position; soit le point *B*. Que la droite *DA* soit huit fois la droite *DB*. Menons *AEC* et menons la droite *CB* parallèle à la droite *DE*. Puisque la droite *AD* est huit fois la droite *DB*, la droite *BA* sera une fois et un huitième de fois la droite *AD*, donc la droite *BC* est aussi égale à la droite *DE* plus son huitième. Nous avons donc trouvé la droite que nous voulions et c'est la droite *BC*.

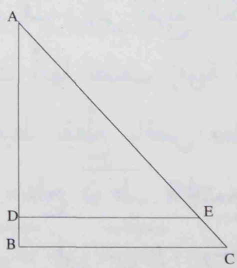
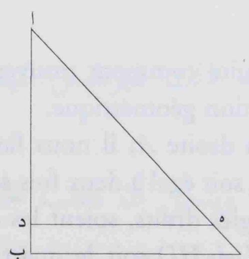


Fig. 9

يلقيانه ويمرّ بنقطة ب، فإنه يمرّ بنقطة س. فنقطة س هي على خط محيط بقطع زائد معلوم الوضع، وهي أيضًا على محيط قِطْع ناقص معلوم الوضع، وخط س جـ عمود على خط ا ب فنقطة جـ معلومة، ونسبة خط ه ب إلى خط ب جـ كنسبة الخط المعلوم الذي هو مثل خط ا ح إلى خط ا جـ المعلوم، فنسبة خط ه ب إلى خط ب جـ معلومة، فنقطة ه أيضًا معلومة. وكذلك نعلم نقطة د، وتركيب ذلك بيّن.

– ط – نريد أن نبيّن كيف نجد خطًا يكون مثلاً وجزءًا لخط معلوم.

فليكن الخط المعلوم خط د ه، ونريد أن نجد خطًا ما يكون مرة وثمنًا مثل الخط المعلوم أو بأيّ جزء وجّبته المواضع. فليكن خط د ا قائمًا على خط د ه على زوايا قائمة، ولننفذ خط ا د على استقامة، ولنتعلّم على خط د ب نقطة كيفما وقعت، وهي نقطة ب. وليكن خط د ا ثمانية أمثال خط د ب، ولنخرج ا ه جـ، ولنخرج خط جـ ب موازيًا لخط د ه. ولأن خط ا د ثمانية أمثال خط د ب يكون خط ب ا مرة وثمنًا مثل خط ا د، فخط ب جـ أيضًا مثل خط د ه وثمنه. فقد وجدنا الخط الذي أردنا وهو خط ب جـ.



1 بنقطة ب: كتب بعدها «معلومة» ثم حذفها، ويبدو أنه كاد تكرير ما سبق ثم استدرك / فنقطة: فمط – 2 وخط: فنقطة – 4 المعلوم (الثانية): معلومه – 5 نقطة: مكررة – 8 وثمنًا: وثمن – 9 بأي: بمابى، وهي غير مميزة الحروف، ويبدو أنها تصحيف لما أثبتناه / وجبته: وصمه، التي قد تقرأ «وصفه» أو «وضعه»، ويبدو من السياق ومن الشكل أيضًا أنها تصحيف لما أثبتناه – 10 ولننفذ: ولنفد – 11 وليكن: ولكن – 12 د ه: ا ه.

Si nous voulons trouver une autre droite — si la droite *BC* est connue — pour
que la droite *BC* soit une fois et un huitième de fois cette droite, nous menons la
droite *BA* suivant des angles droits comme nous l'avons décrit, nous marquons
122 sur elle le point *D*, quelle / que soit sa position, nous faisons *AD* égale à huit fois
DB et nous menons la droite *AC*; nous traçons *DE* parallèle à la droite *BC*. La
droite *BC* sera donc une fois et un huitième de fois la droite *DE*.

Si nous voulons qu'elle soit une fois et un neuvième <de fois>, nous faisons la droite *AD* neuf fois la droite *DB* et nous faisons les choses qui restent, que nous avons faites, telles quelles.

Soit la droite connue, la droite *BC*; nous voulons trouver une droite comme la droite *DE* telle que la droite *BC* soit égale à une fois la droite *DE* et des parties de celle-ci, comme si nous voulions que *BC* soit égale à celle-ci plus ses trois cinquièmes, de sorte que son rapport à celle-ci soit le rapport de huit à cinq.

Menons la droite *AB* <sur *BC*> suivant des angles droits, délimitons des droites égales les unes aux autres, posons la droite *AB*, huit d'entre elles, et posons la droite *AD*, cinq d'entre elles; joignons la droite *AC* et menons la droite *DE* parallèle à la droite *BC*; la droite *DE* sera donc la droite cherchée.

De même si nous voulons trouver une autre droite qui ait un autre rapport connu — quel que soit ce rapport — à la droite connue, nous effectuons ces choses telles quelles.

– 10 – Dioclès montre ensuite comment trouver un cube qui soit le double d'un cube, par une démonstration géométrique.

Posons la droite connue, la droite *A*; il nous faut chercher une autre droite telle que le cube de la droite *A* soit égal à deux fois son cube. Posons deux droites qui se coupent suivant des angles droits, soient les deux droites *CD* et *EG*; que chacune des deux droites *CH* et *HD* soit le quart de la droite *A* et posons la

فإن أردنا أن نجد خطًا آخر – إذا كان خط ب جـ معلومًا – حتى يكون خط ب جـ مرة وثمنًا مثل ذلك الخط، فإنا نخرج خط ب ا على زوايا قائمة على ما
١٢٢ وصفنا، ونتعلّم عليه نقطة د كيفما / وقعت، ونجعل ا د ثمانية أمثال د ب، ونخرج خط ا جـ، ونجعل د ه موازيًا لخط ب جـ، فيصير خط ب جـ مرة وثمنًا مثل خط د ه.

فإن أردنا أن يكون مرة وتُسعًا، صيرنا خط ا د تسعة أضعاف خط د ب، ونعمل تلك الأشياء الباقية التي عملنا بأعْيانها.

فليكن الخط المعلوم خط ب جـ، ونريد أن نجد خطًا كخط د ه حتى يكون خط ب جـ مِثْلاً وأجزاءً لخط د ه، كأنا أردنا ب جـ مثله مع ثلاثة أخماسه حتى تكون نسبته إليه نسبة ثمانية إلى خمسة.

فنخرج خط ا ب على زوايا قائمة ونفصل خطوطًا مساويًا بعضها لبعض، ونجعل خط ا ب ثمانية منها، ونجعل خط ا د خمسة منها، ونصل خط ا جـ، ونخرج خط د ه موازيًا لخط ب جـ؛ فيصير خط د ه هو الخط المطلوب.

وكذلك أيضًا إن أردنا أن نجد خطًا آخرَ له إلى الخط المعلوم نسبة أخرى معلومة – أيَّ نسبة كانت – فإنا نعمل هذه الأشياء بأعيانها.

– ي – ثم يبيّن من بعد ذلك ذيوقليس كيف نجد مكعبًا يكون ضعف مكعب ببرهان هندسي.

نجعل الخط المعلوم خط آ، وينبغي أن نطلب خطًا آخر يكون مكعب خط آ مثلي مكعبه. فنضع خطين يتقاطعان على زوايا قائمة، وهما خطا جـ د ه ز، وليكن كلّ واحد من خطي جـ ح ح د ربع خط آ، ونجعل خط ب نصف خط

1 ب جـ: كتبها ب ه جـ ثم حذف الهاء – 2 وثمنًا: وثمن – 4 وثمنًا: و – 5 مثل: بمل – 11 ا ب: ا ب ا، ثم ضرب على الألف بالقلم / زوايا: زاويا / مساويًا: مساوية، والصواب ما أثبت لأنه نعت سببي فهو يوافق ما بعده في التذكير.

droite *B* la moitié de la droite *A*. Que chacune des deux droites *EH* et *GH* soit le quart de la droite *B*. Que l'on mène les deux droites *ID* et *EI* suivant des angles droits. Posons la droite *DK* égale à la droite *CD*. Il est clair que la droite *GE* est aussi égale à la droite *EI*, puisque la droite *A* est égale au double de la droite *B*. Que l'on prolonge les deux droites *CD* et *GE* jusqu'aux points *M* et *Q*. Marquons sur les deux droites *DM* et *EQ* des points quelconques, nombreux et écartés, soient les points *L*, *M*, *O* et *P*. Que l'on mène des deux points *L* et *M* de la droite *CM* les deux perpendiculaires *LN* et *MS* et que l'on mène des points *O*, *P* et *Q* des perpendiculaires à la droite *HQ*, soient les droites *OX*, *PN* et *QR*. La droite menée du point *D* au point *K* est égale à la droite *CD*; posons le point *D* comme centre, traçons à une distance égale à *CL* une ligne qui entoure un cercle et marquons à la position de son intersection avec la droite *LN* le point *N*. De même, traçons à partir du centre *D* et à la distance *CM* une ligne entourant un cercle et marquons à la position de son intersection avec la droite *MS* le point *S*.
123 Traçons par la règle qui s'incurve une ligne passant par les points *K*, *N* et *S* / et par tous les points que nous marquons de cette manière, soit la ligne *KNS*. Procédons de même pour l'autre ligne; nous traçons à partir du centre *E* et à une distance *GO* une ligne entourant un cercle, qu'elle coupe la droite *OX* au point *X*. De même, soit *E* lui-même le centre, <prenons comme> distance chacune des deux droites *GP* et *GQ* et traçons deux lignes entourant deux cercles; qu'elles coupent les deux droites *PN*[67] et *QR* aux deux points *N* et *R*. Nous traçons également avec la règle qui s'incurve une ligne qui passe par les points *I*, *X*, *N* et *R*, soit la ligne *IXNR*. Les deux lignes *KNS* et *IXNR* se coupent l'une l'autre en un certain point, qu'elles se coupent au point *N*[68]. Que l'on mène la perpendicualire *NL* à la droite *CM* et la perpendiculaire *NP* à la droite *GQ*.

67. Les points *L* et *P* ne sont pas des points quelconques sur les droites *CD* et *EG* comme il a été affirmé précédemment. Ils ne devraient apparaître dans le raisonnement qu'après la détermination des lignes *HKS* et *HIXR* qui sont deux paraboles de sommet commun *H* et d'axes respectifs *CD* et *GE*. Il est clair qu'elles ont en commun un point *N*, on en déduit les points *L* et *P*.
68. Voir note précédente.

ا، وليكن كلّ واحد من خطي ه ح ز ح ربع خط ب، وليخرج خطا ط د ه ط على زوايا قائمة، ونجعل خط د ك مساويًا لخط جـ د. وهو بيّن أن خط ز ه يكون أيضًا مساويًا لخط ه ط ‹لأن خط› ا مثلا خط ب. ‹وليخرج خطا جـ د ز ه إلى نقطتي م ق›. فلنتعلّم على خطي د م ه ق نقطًا ما كثيرة متفاوتة، وهي نقط ل م ع ف، وليخرج من نقطتي ل م من خط جـ م عمودا ل ن م س، وليخرج من نقط ع ف ق أعمدة على خط ح ق، وهي خطوط ع ش ف ن ق ر. والخط الذي يخرج من نقطة د إلى نقطة ك مساوٍ لخط جـ د؛ فنجعل نقطة د مركزًا وندير ببعدٍ مثل جـ ل خطًا محيطًا بدائرة، ونتعلم على موضع قَطعها خط ل ن نقطة ن. وكذلك أيضًا نرسم على مركز د وببعد جـ م خطًا محيطًا بدائرة، ونتعلم على موضع قَطعها لخط م س نقطة س. ولنرسم بالمسطرة – التي تُعطف – خطًا يمرّ بنقط ك ن س / وسائر النقط التي نتعلم على هذه الجهة وهو خط ك ن س. وكذلك أيضًا نعمل في الخط الآخر، فنرسم على مركز ه وببعد ز ع ١٢٣ خطًا محيطًا بدائرة، وليقطع خط ع ش على نقطة ش. وكذلك يصير المركز ه بعينها والبعدُ كلّ واحد من خطي ز ف ز ق، ونرسم خطين محيطين بدائرتين، وليقطعا خطي ف ن ق ر على نقطتي ن ر. وكذلك نرسم بالمسطرة – التي تُعطف – خطًا يمرّ بنقط ط ش ن ر وهو خط ط ش ن ر؛ فخطا ك ن س ط ش ن ر يقطع أحدهما الآخر على نقطةٍ ما، فليتقاطعا على نقطة ن، وليخرج عمود ن ل على خط جـ م ‹وعمود ن ف على خط ز ق›.

3 ‹لأن خط›: في [ت] – 3-4 ‹وليخرج خطا جـ د ز ه إلى نقطتي م ق›: ‹فليخرج خطا جـ د ز ه على استقامة إلى نقطتي م ق› في [ت] – 5 جـ م: ح م / م س: كتبها م ن س، ثم حذف النون – 6 على خط: كتب أولاً «على نقطة خط» ثم حذف «نقطة» / ق ر: ق ر ه – 7 مساوٍ: مساويا / جـ د: ح د – 8 جـ ل: ح ل – 14 بعينها: الضمير يعود على ه – 15 ق ر: ق ر ه / ن ر: ن ر – 16 بنقط: بنقطه / ش: س / ط ش ن ر: ط س ن ر – 17 ط ش ن ر: ط س ن ر – 18 جـ م: ط م / ‹وعمود ن ف على خط ز ق›: ‹وعمود ن ف على خط ح ق› في [ت].

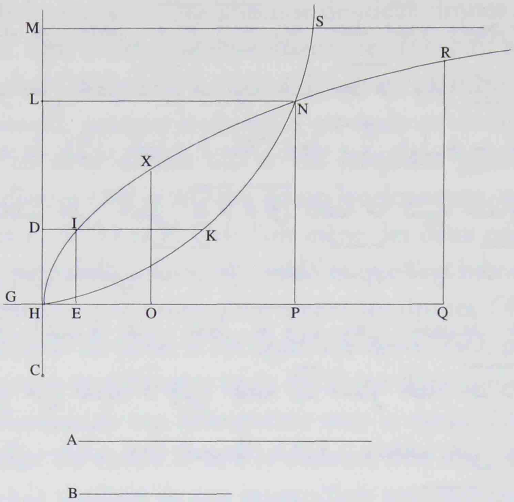
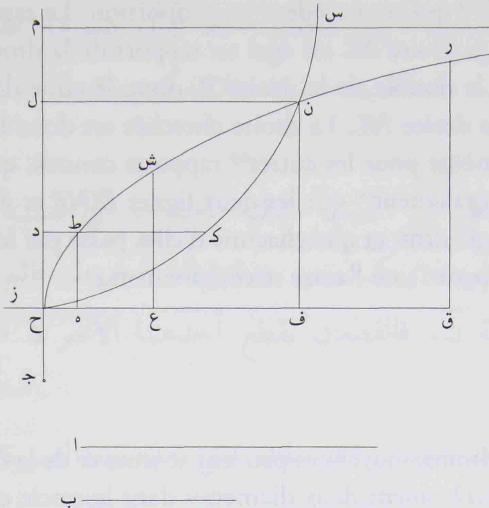


Fig. 10

Je dis que le cube de la droite *A* est le double du cube de la droite *NL*.

Et cela parce que la droite *CL* est égale à la droite menée du point *D* au point *N*; donc ce qu'on obtient du produit de *LH* par *HD*, quatre fois, plus le carré obtenu de *DL*, est égal aux deux carrés obtenus des deux droites *DL* et *LN*; ôtons le carré commun obtenu de la droite *DL*, le reste qui est obtenu du produit de *LH* par *HD*, quatre fois, qui est égal au produit de *A* par *HL*, est donc égal au carré de *LN*. Donc le rapport de la droite *A* à la droite *LN* est égal au rapport de la droite *NL* à la droite *LH*. De même, nous montrons que le produit de la droite *B* par la droite *HP* est égal au carré de la droite *PN*, qui est égal au produit de *B* par la droite *LN*. Le produit de la droite *B* par la droite *LN* est donc égal au carré obtenu de la droite *PN*, qui est égal au carré obtenu de la droite *HL*. Le rapport de la droite *NL* à la droite *LH* est donc égal au rapport de la droite *LH* à la droite *B*. Mais on a montré que le rapport de la droite *NL* à la droite *LH* est égal au rapport de la droite *A* à la droite *NL*. Ainsi entre les deux droites *A* et *B* il y a



فأقول: إن مكعب خط ا ضعف مكعب خط ن ل.

وذلك أن خط ج ل مساوٍ للخط الذي يخرج من نقطة د إلى نقطة ن، فالذي يكون من ‹ضرب› ل ح في ح د أربع مرات مع المربع الكائن من د ل مساوٍ للمربعين الكائنين من خطي د ل ل ن؛ ونسقط المربع الكائن من خط د ل المشترك، فالباقي الذي هو المجتمع من ‹ضرب› ل ح في ح د أربع مرات، الذي هو مثل المجتمع من ضرب ا في ح ل، مساوٍ لمربع ل ن. فنسبة خط ا إلى خط ل ن كنسبة خط ن ل إلى خط ل ح. وكذلك نبيّن أن المجتمع من ضرب خط ب في خط ح ف مساوٍ لمربع خط ف ن الذي هو مثل المجتمع من ضرب ب في خط ل ن. فضرب خط ب في خط ل ن مساوٍ للمربع الكائن من خط ف ن الذي هو مثل المربع الكائن من خط ح ل، فنسبة خط ن ل إلى خط ل ح كنسبة خط ل ح إلى خط ب. وقد تبيّن أن نسبة خط ن ل إلى خط ل ح كنسبة خط ا إلى خط ن ل. ففيما بين خطي ا ب خطا ل ن ل ح متواليان على

3 من (الأولى): ن – 4 الكائنين: الكائن – 5 ‹ضرب›: في [ت] – 6 ل ن: ط ل ن.

deux droites *LN* et *LH* qui se succèdent en proportion. Le rapport du cube de la droite *A* au cube de la droite *NL* est égal au rapport de la droite *A* à la droite *B*; mais la droite *A* est le double de la droite *B*, donc le cube de la droite *A* est le double du cube de la droite *NL*. La droite cherchée est donc la droite *NL*.

Nous faisons de même pour les autres[69] rapports connus, quels que soient ces rapports. Il est clair également[70] que les deux lignes *IXNR* et *KNS* sont deux sections d'un cône d'angle droit et que chacune d'elles passe par le point *N*; donc les deux sections se coupent l'une l'autre nécessairement.

124 – II[71] – Les deux droites moyennes peuvent se trouver de la / manière suivante: traçons le cercle *ABCD*; soient deux diamètres dans le cercle qui se coupent suivant des angles droits, qu'ils soient *AB* et *CD*. Délimitons sur le cercle deux arcs égaux qui sont les arcs *KD* et *GD*; que l'on joigne la droite *BK* et que l'on mène du point *G* à la droite *AB* la perpendiculaire *GI* qui coupe la droite *KB* au point *H*.

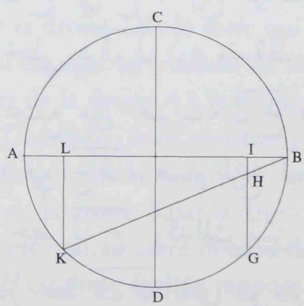


Fig. II

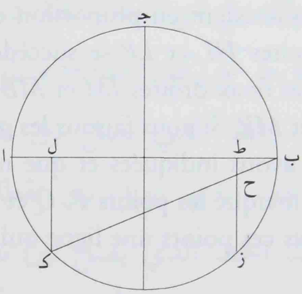
Je dis que les deux droites *GI* et *IB* se succèdent en proportion entre les deux droites *AI* et *IH*. Le fait que le rapport de la droite *AI* à la droite *IG* soit égal au

69. Litt.: restants.
70. Cf. la cinquième proposition.
71. Voir note complémentaire.

نسبة، فنسبة ‹مكعب خط ا إلى مكعب خط ن ل كنسبة› خط ا إلى خط ب، وخط ا مثلا خط ب، فمكعب خط ا مثلا مكعب خط ن ل؛ فالخط المطلوب هو خط ن ل.

وكذلك أيضًا نفعل في النسب الباقية المعلومة، أيّ نسب كانت. ومن البيّن أيضًا أن خطي ط ش ن ر كـ ن س هما قِطْعا مخروط قائم الزاوية، وأن كلّ واحد منهما يمرّ بنقطة نَ، فالقِطعان يقطع أحدهما الآخر لا محالة.

– يا – وقد يوجد الخطان المتوسطان على هذه / ‹الصورة›، وهي أن نخط ١٢٤
دائرة ا ب جـ د، وليكن فيها قطران يقطع أحدهما الآخر على زوايا قائمة وهما ا ب جـ د، ونفصل من الدائرة قوسين متساويتين، وهما قوسا كـ د ز د، وليُوصل خط ب كـ، ‹ونخرج من نقطة ز إلى خط ا ب عمود ز ط فيقطع خط كـ ب على نقطة ح›.



فأقول: إن خطي ز ط ط ب ‹متواليان› فيما بين خطي ا ط ط ح على نسبة. والأمر – في أن نسبة خط ا ط إلى خط ط ز كنسبة خط ط ز إلى خط

1 ‹...›: في [ت] / بَ: ن ل – 2 مثلا (الأولى): كتب في آخر السطر بداية هذه الكلمة، ثم رجع وكتبها مخطأ في الإملاء «ملا» في أول السطر التالي – 5 ط ش ن ر: ط س ن ر / كـ ن س: كتب ن كـ ن س ثم رجع فحذف النون الأولى / الزاوية: الزوايا – 6 يقطع: يقطعان / الآخر: الاحرى – 7 ‹الصورة›: ‹الجهة› في [ت] – 8 الآخر: الاحرى – 9 ز د: زاد بعدها [ت] «ونخرج من نقطة ز إلى خط ا ب عمود ز ط» – 12 ‹متواليان›: في [ت].

rapport de la droite *IG* à la droite *IB* est clair[72]; je dis alors que le rapport de la droite *GI* à la droite *IB* est aussi égal au rapport de la droite *IB* à la droite *IH*.

Menons du point *K* la perpendiculaire *KL* à la droite *AB*; le rapport de la droite *BI* à la droite *IH* est égal au rapport de la droite *BL* à la droite *LK*. Quant à la droite *BL*, elle est égale à la droite *AI*, et quant à la droite *LK*, elle est égale à la droite *GI* car l'arc *GD* est égal à l'arc *DK*, et les deux droites *GI* et *KL* sont deux perpendiculaires. Le rapport de la droite *BI* à la droite *IH* est donc égal au rapport de *AI* à *IG*, lequel, nous l'avons dit, est égal au rapport de *GI* à *IB*. Les quatre droites *AI*, *IG*, *IB* et *IH* se succèdent donc en proportion.

– **12**[73] – Soit également le cercle *ABCD* et soient deux diamètres dans le cercle; l'un coupe l'autre suivant des angles droits; qu'ils soient les deux diamètres *AB* et *CD*. Délimitons sur le cercle des arcs successifs égaux les uns aux autres, soient les arcs *DG*, *GH* et *HI*; menons les perpendiculaires *GK*, *HL* et *IM* à la droite *AB* et délimitons à partir du point *D*, sur l'autre quart de cercle, des arcs égaux aux arcs *DG*, *GH* et *IH* dont le nombre est aussi égal à leur nombre, soient les arcs *DN*, *NS* et *SO*. Que la droite qui joint le point *B* au point *N* coupe la droite *GK* au point *P*, que la droite qui joint le point *B* au point *S* coupe la droite *HL* au point *Q* et que la droite qui joint le point *B* au point *O* coupe aussi la droite *IM* au point *R*. Or il a été montré de ce que nous avons dit dans ce qui précède, que les deux droites *GK* et *KB* se succèdent en proportion entre les deux droites *AK* et *KP*; de même les deux droites *HL* et *LB* se succèdent en proportion entre les deux droites *AL* et *LQ* et les deux droites *IM* et *MB* se succèdent en proportion entre les deux droites *AM* et *MR*. Si nous faisons les perpendiculaires plus rapprochées que celles que nous avons indiquées et que nous marquons sur elles des points comme nous avons marqué les points *P*, *Q* et *R*, et si nous traçons avec la règle / qui s'incurve sur tous ces points une ligne qui est la ligne *BRQPD*[74], il est

72. Voir note complémentaire.
73. Voir note complémentaire.
74. Voir note complémentaire.

ط ب – بيّن؛ فأقول: إن نسبة خط ز ط أيضًا إلى خط ط ب كنسبة خط ط ب إلى خط ط ح.

فلنخرج من نقطة كـ إلى خط ا ب عمود كـ ل، فنسبة خط ب ط إلى خط ط ح كنسبة خط ب ل إلى خط ل كـ. فأما خط ب ل فهو مثل خط ا ط، وأما خط ل كـ فهو مثل خط ز ط، لأن قوس ز د مساوية لقوس د كـ، وخطا ز ط كـ ل عمودان. فنسبة ‹خط› ب ط إلى خط ط ح كنسبة ا ط إلى ط ز التي قلنا إنها كنسبة ز ط إلى ط ب. فخطوط ا ط ط ز ط ب ط ح الأربعة متوالية على نسبة.

– يب – وليكن أيضًا دائرة عليها ا ب جـ د، وليكن فيها قطران، أحدهما قاطع للآخر على زوايا قائمة، وهما قطرا ا ب جـ د، ولنفصل من الدائرة قسيًّا متوالية مساويًا بعضها لبعض، وهي قسي د ز زح ح ط، ولنخرج إلى خط ا ب أعمدة ز كـ ح ل ط م، وليُفصل من عند نقطة د من الربع الآخر من الدائرة قسي مساوية لقسي د ز زح ط ح يكون عددها مساويًا لعددها أيضًا، وهي قسي د ن ن س س ع، وليقطع الخط الذي يصل بين نقطة ب ونقطة ن خط ز كـ على نقطة ف، وليقطع الخط الذي يصل بين نقطة ب ونقطة س خط ح ل على نقطة ق، وليقطع أيضًا الخط الذي يصل بين نقطة ب ونقطة ع خط ط م على نقطة ر. فقد تبيّن مما قلنا فيما تقدّم أن خطي ز كـ كـ ب متواليان فيما بين خطي ا كـ كـ ف على نسبة؛ وكذلك أيضًا يكون خطا ح ل ل ب متواليين ‹فيما› بين خطي ا ل ل ق على نسبة، ويكون خطا ط م م ب متواليين فيما بين خطي ا م م ر على نسبة. فإن جعلنا الأعمدة أكثرَ تقاربًا من التي ذكرنا وتعلمنا عليها نقطًا كما تعلمنا نقط ف ق ر وخططنا بالمسطرة / – التي تُعطف – على ١٢٥

6 ط ح: ح – 10 قسيًا: نسبا – 11 مساويًا: مساوية / د ز: ا ر – 12 أعمدة: اعموده / الربع: الرابع – 14 د ن: د ر – 18 متواليين: متواليان – 19 ‹فيما›: في [ت] / ل ق: ل ح / متواليين: متواليان.

clair alors que si on marque sur elle un point P et si on mène la perpendiculaire PK à la droite AB, les deux droites GK et KB se succèderont en proportion entre les deux droites AK et KP[75].

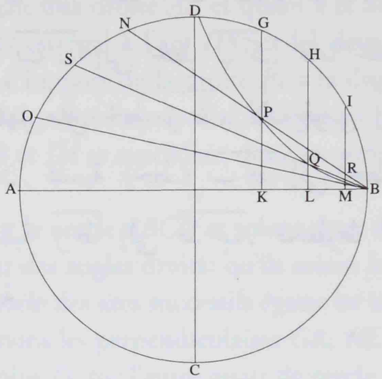


Fig.12

– 13[76] – Ces choses une fois démontrées, posons la droite A connue et posons le rapport de la droite B à la droite C connu; nous voulons trouver une certaine droite égale à la droite S telle que le rapport du cube obtenu de la droite A au cube obtenu de la droite S soit égal au rapport de la droite B à la droite C.

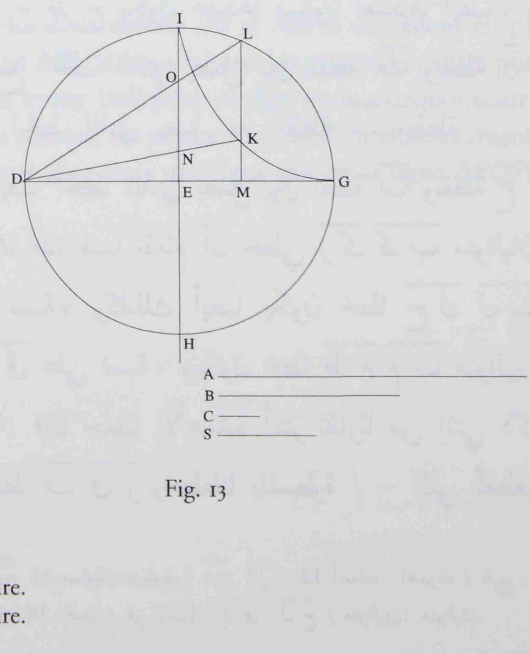
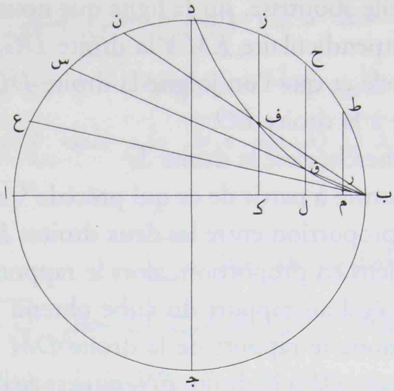


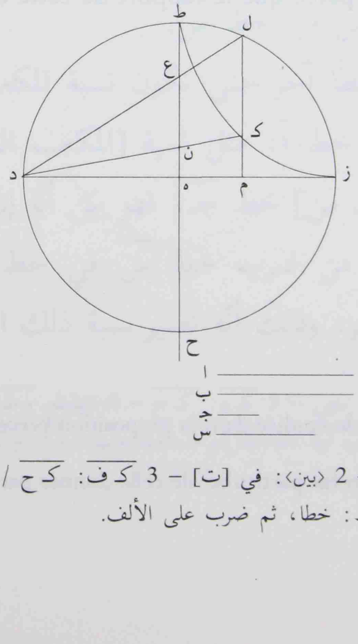
Fig. 13

75. Voir note complémentaire.
76. Voir note complémentaire.

هذه النقط كلّها خطًا وهو خط ب ر ق ف د، فهو بيّن أنه إن تعلمت عليه نقطة ف وأخرج منها عمود ف ك على خط ا ب صار خطا ز ك ك ب فيما ‹بين› خطي ا ك ك ف متوالين على نسبة.



– يجـ – فإذا بُيّنت هذه الأشياء، فإنّا نجعل خط آ معلومًا، ونجعل نسبة خط ب إلى خط جـ معلومة، ونريد أن نجد خطًا ما مثل خط س حتى تكون نسبة المكعب الكائن من خط آ إلى المكعب الكائن من خط س مثل نسبة خط ب إلى خط جـ.



1 ب ر ق ف د: ب ر ق ف – 2 ‹بين›: في [ت] – 3 ك ف: ك ح / متوالين: متوالية – 4 بُيّنت: كتب أولاً «سن» ثم صححها عليها / خط: خطا، ثم ضرب على الألف.

Traçons le cercle *DHG* et faisons son demi-diamètre égal à la droite *A*; soit dans le cercle aussi deux diamètres, dont l'un coupe l'autre suivant des angles droits, et qui sont les deux droites *DG* et *IH*. Que l'on trace une ligne, comme nous l'avons décrit, soit *GKT*[77]. Soit le rapport de la droite *DE* à la droite *EN* égal au rapport de la droite *B* à la droite *C*; que l'on joigne la droite *DN* et qu'on la prolonge jusqu'à ce qu'elle aboutisse, sur la ligne que nous avons décrite, au point *K*; que l'on mène la perpendiculaire *KM* à la droite *DG*, qu'on la prolonge jusqu'au point *L* sur le cercle et que l'on joigne la droite *DL* qui coupe *EI* au point *O*; soit la droite *S* égale à la droite *EO*.

Je dis que la droite cherchée est la droite *S*.

En effet, il a été démontré à partir de ce qui précède[78], que les deux droites *LM* et *MG* se succèdent en proportion entre les deux droites *DM* et *MK*. Si on a quatre droites qui se succèdent en proportion, alors le rapport de la première d'entre elles à la quatrième est égal au rapport du cube obtenu de la première au cube obtenu de la seconde; donc le rapport de la droite *DM* à la droite *KM*, qui est égal au rapport de la droite *DE* à la droite *EN*, qui est égal au rapport de la droite *B* à la droite *C*, est égal au rapport du cube obtenu de la droite *DM* au cube obtenu de la droite *LM*, qui est égal au rapport du cube obtenu de la droite *DE* au cube obtenu de la droite *EO*, ce qui est égal au rapport du cube obtenu de la droite *A* au cube obtenu de la droite *S*.

Si nous voulons trouver une autre droite telle que le rapport du cube obtenu à partir d'elle au cube obtenu à partir de la droite *A* soit égal au rapport de la droite *B* à la droite *C*, il est donc clair que si nous faisons le carré obtenu de la droite *A* égal au produit de la droite *S* par une autre droite[79], alors la droite cherchée sera
126 cette autre droite et cela parce que le rapport de cette droite à la droite *A* / sera

77. Il s'agit de l'arc de cissoïde étudiée dans la proposition précédente.
78. Proposition II.
79. Cette construction est un cas particulier de celle donnée par Euclide dans *Éléments* I.44.

فنخط دائرة د ح ز ونجعل نصف قطرها مساويًا لخط آ، وليكن فيها أيضًا قطران قاطع أحدهما الآخر على زوايا قائمة، وهما خطا د ز ط ح، وليرسم خط على ما وصفنا وهو ز كـ ط، ولتكن نسبة خط د ه إلى خط ه ن كنسبة خط ب إلى خط جـ، وليوصل خط د ن، وليخرج حتى ينتهي من الخط الذي وصفنا إلى نقطة كـ، وليخرج إلى خط د ز عمود كـ م وليخرج إلى نقطة ل ‹على الدائرة›، وليُوصل خط د ل ‹فيقطع ه ط على نقطة ع›، وليكن خط س مساويًا لخط ه ع.

فأقول: إن الخط المطلوب هو خط س.

لأنّه قد تبيّن من الأشياء التي تقدمت أن خطي ل م م ز متواليان فيما بين خطي د م م كـ على نسبة. وإذا كانت أربعة خطوط متوالية على نسبة، فإن نسبة الأول منها إلى الرابع كنسبة المكعب الكائن من الأول إلى المكعب الكائن من الثاني، فنسبة خط د م إلى خط كـ م، التي هي مثل نسبة خط د ه إلى خط ه ن، التي هي كنسبة خط ب إلى خط جـ، هي كنسبة المكعب الكائن من خط د م إلى المكعب الكائن من خط ل م، التي هي نسبة المكعب الكائن من خط د ه إلى المكعب الكائن من خط ه ع، وذلك كنسبة المكعب الكائن من خط آ إلى المكعب الكائن من خط س.

فإن أردنا أن نجد خطًا آخر حتى تكون نسبة المكعب الذي يكون منه إلى المكعب الذي يكون من خط آ، مثل نسبة [المكعب الذي يكون من] خط ب إلى [المكعب الذي يكون من] خط جـ، فهو بيّن أنّا إن جعلنا المربع الكائن من خط آ مساويًا للمجتمع من ضرب خط س في خط آخر، صار ذلك الخط المطلوب ذلك الخط الآخر، وذلك أنّه تصير نسبة ذلك الخط إلى خط آ / كنسبة ١٢٦

2 وليرسم: ولنرسم – 4 ينتهي: ينهى – 5 كـ م: كـ ح – 6 ‹فيقطع ه ط على نقطة ع›: ‹وليقطع ه ط على نقطة ع› في [ت] – 9 تقدمت: كتب أولاً «تقدمتا» ثم صححها عليها / م ز: م ن – 13 ه ن: ه ر / المكعب: كتب بعدها «إلى المكعب من» ثم حذفها – 19 جـ: ح – 20 آ: ه ا.

égal au rapport de la droite *A* à la droite *S*; donc le rapport du cube obtenu de cette droite au cube obtenu de la droite *A* est égal au rapport du cube obtenu de la droite *A* au cube obtenu de la droite *S*, qui est égal au rapport de la droite *B* à la droite *C*.

– 14 – S'il en est ainsi, nous construisons un triangle préparé et convenablement déterminé[80] pour ce dont nous avons besoin, et ceci pour nous éviter l'embarras de construire cela pour chacune des droites connues. Menons la droite *BI*[81] également sur la droite *AB* suivant des angles droits et faisons la droite *BI* égale à la droite *AB*. Si donc nous prenons sur le demi-cercle *ACB* l'arc *AD* et si nous laissons ce qui est dans la figure, il nous vient sous cette forme un triangle rectangle; que ce soit *ABI*, dont l'angle *B* est droit, et la droite *AB* est égale à la droite *BI*. Mais on avait mené du point *B*, qui est son sommet, à la base *AI*, deux lignes *BGD* et *BCD* qui se coupent en deux points qui leur sont communs: la ligne *BCD* est une portion de la ligne qui entoure le cercle, et la ligne *BGD* est la ligne que l'on a mentionnée précédemment[82]. Quant à l'utilité de cela, elle apparaîtra plus tard[83].

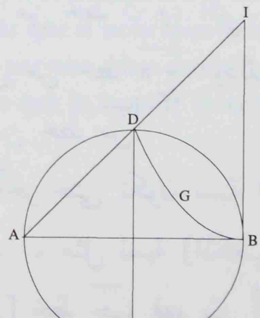
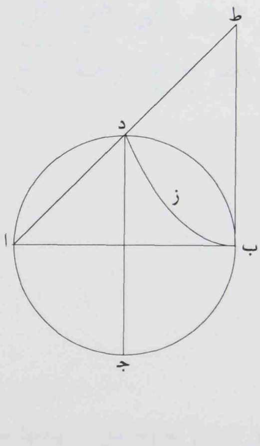


Fig. 14*

80. Voir note complémentaire.
81. Par référence à la proposition 12.
82. L'arc de cissoïde étudiée dans la proposition 12.
83. Proposition 15.
* Cette figure est utilisée avec les mêmes notations au début de la proposition 15.

خط ا ‹إلى خط س، فنسبة المكعب الكائن من ذلك الخط إلى المكعب الكائن من خط ا› كنسبة المكعب الكائن من خط ا إلى المكعب ‹الكائن من خط س، وهي كنسبة خط ب إلى خط› جـ.

يد – وإذا كان ذلك كذلك، فإنّا نعمل مثلثًا عتيدًا مهيأً لما نحتاج إليه، لئلا نتكلّف عمل ذلك في كل واحد من الخطوط المعلومة. فنخرج خط ب ط أيضًا على خط ا ب على زوايا قائمة، ونجعل خط ب ط مساويًا لخط ا ب. فإذا أخذنا من نصف دائرة ا جـ ب قوس ا د وتركنا ما في الشكل، صار لنا من هذه الصورة مثلث قائم الزاوية، وهو ا ب ط، زاوية ب منه قائمة، وخط ا ب مساوٍ لخط ب ط. وقد أخرج فيه من نقطة ب التي هي رأسه إلى قاعدة ا ط خطا ب ز د ب جـ د يلتقيان على نقطتين مشتركتين لهما، وخط ب جـ د منهما قطعة من خط محيط بدائرة، وخط ب ز د الخط الذي تقدّم ذكره. وأما منفعة ذلك فإنها تتبيّن من بعد.



2-1 ‹إلى ... خط ا›: في [ت] – 2-3 ‹الكائن ... خط›: الكائن من خط س التي هي كنسبة خط ب إلى خط› في [ت] – 5 المعلومة: المعمولة – 6 زوايا: زاويا، ثم حذف الألف الأخيرة فبدت كأنها «زاوية» – 8 الزاوية: كتب الزوايا ثم صحح أخيرها فأصبحت الزواية – 10 ب ز د: ب ر ح.

– 15 – Posons également le cercle *ABCD* dans lequel les deux diamètres *AB* et *CD* sont perpendiculaires l'un à l'autre. Traçons ensuite la ligne *BGD* comme nous l'avons décrit dans la figure précédente, et menons la droite *ADI*[84]. Posons le triangle *ABC*, dans lequel la droite *AB* est égale à la droite *BC* et dont l'angle *B* est droit; traçons également les deux lignes *BLS* et *BNS*: la ligne *BNS* est une portion de la circonférence du cercle et la ligne *BLS* est la ligne que l'on a mentionnée précédemment. Soit la droite *D* connue et soit le rapport de la droite *E* à la droite *G* connu; posons la droite *AH* égale à la droite *D* et faisons passer par le point *H* une droite parallèle à la droite *BC*, soit la droite *HKN*; que le rapport de la droite *AH* à la droite *HK* soit égal au rapport de la droite *E* à la droite *G*. Joignons la droite *AK*, prolongeons-la jusqu'au point *L*[85] et faisons passer par le point *L* une droite parallèle à la droite *BC*, soit la droite *MLR*; joignons le point *R* au point *A* par la droite *AR*, elle coupe la droite *HKN* au point *O*. Il a été démontré à partir de ce qui précède[86] que le rapport de la droite *AM* à la droite *ML* — qui est égal au rapport de la droite *AH* à la droite *HK*, qui est égal au rapport
127 de la droite *E* à la droite *G* — est égal au rapport du cube / obtenu de la droite *AM* au cube obtenu de la droite *MR*, qui est égal au rapport du cube obtenu de la droite *AH* au cube obtenu de la droite *HO*. Mais la droite *AH* est égale à la droite *D*, donc la droite cherchée est la droite *HO*[87].

84. Voir note complémentaire.
85. *L* est sur la cissoïde.
86. Proposition 12.
87. Cette première partie correspond au cas où $D < AB$. Pour les figures des parties suivantes, voir l'analyse.

– **يه** – نضع أيضًا دائرة ا ب جـ د التي فيها قطرا ا ب جـ د، اللذان أحدهما قائم على الآخر، على زوايا قائمة، ثم نخط أيضًا خط ب ز د على ما وصفنا في الصورة المتقدّمة، ونخرج خط ا د ط. ونضع مثلث ا ب جـ الذي خط ا ب منه مساوٍ لخط ب جـ، وزاوية ب منه قائمة، ونخط أيضًا خطي ب ل س ب ن س اللذين خط ب ن س منهما قطعة من المحيط بالدائرة، وخط ب ل س الخط الذي تقدّم ذكره. وليكن خط د معلومًا، ولتكن نسبة خط ه إلى خط ز معلومة، ونجعل خط ا ح مساويًا لخط د، ونجيز على نقطة ح خطًا موازيًا لخط ب جـ، وهو خط ح كـ ن، ولتكن نسبة خط ا ح إلى خط ح كـ كنسبة خط ه إلى خط ز، ولنوصل خط ا كـ، وليخرج إلى نقطة ل، ولنُجز على نقطة ل خطًا موازيًا لخط ب جـ وهو خط م ل ر، ونصل بين نقطة ر ونقطة ا بخط ا ر، ‹فيقطع خط ح كـ ن على نقطة ع›. فقد تبيّن من الأشياء التي تقدّمت أن نسبة خط ا م إلى خط م ل – التي هي كنسبة خط ا ح إلى خط ح كـ، التي هي مثل نسبة خط ه إلى خط ز – كنسبة المكعب / الكائن من خط ا م ١٢٧
إلى المكعب الكائن من خط م ر، التي هي مثل نسبة المكعب الكائن من خط ا ح إلى المكعب الكائن من خط ح ع. وخط ا ح مساوٍ لخط د. فالخط المطلوب هو خط ح ع.

16-1 يبدو هنا أن ذيوقليس يذكر العمل السابق بحروفه قبل أن يبدلها بحروف أخرى، وهكذا يبدل ط بـ جـ و د بـ س و ز بـ ل – 2 ب ز د: كتب أولاً ا د ط ثم حذفها قبل إثبات الصحيح – 3 ا ب جـ: ا ب حـ د – 4 ب جـ: ب حـ د – 6 خط (الثانية): الى – 7 معلومة: معلوم – 8 ح كـ ن: ط / ا ح: ا ب / ح كـ: ب د – 9 ولنجز: ولنحار – 11 ‹فيقطع خط ح كـ ن على نقطة ع›: ‹وليقطع خط ح كـ ن على نقطة ع› في [ت] – 12 كنسبة: نسبة – 15 ا ح: د ح / ح ع: حـ ع / ا ح: ا ن – 16 ح ع: حـ ع.

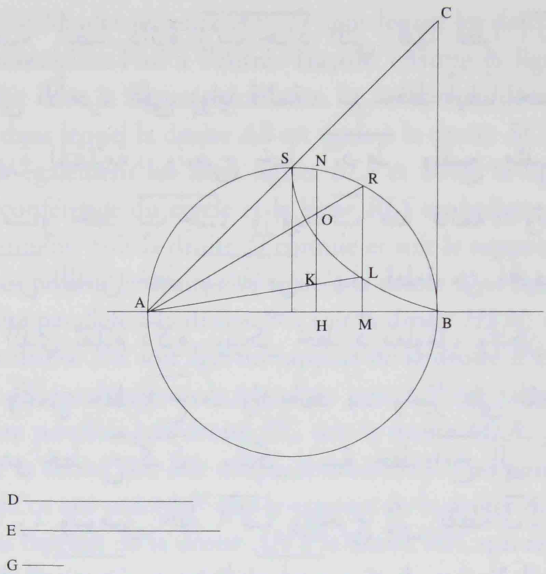
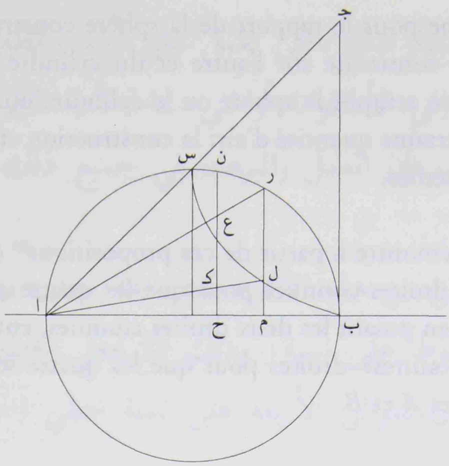


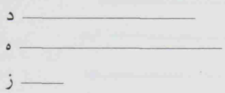
Fig. 15

Si la droite *D* est plus longue que la droite *AB*, nous la partageons en deux moitiés, puis nous partageons sa moitié en deux moitiés et nous continuons à faire cela jusqu'à ce qu'il nous reste une droite plus courte que la droite *AB*[88]. Nous faisons de ce qui reste la droite *AH*, nous examinons combien de fois la droite connue est le double de la droite *AH*[89] et nous prenons une certaine droite qui est le double de la droite *HO* le même nombre de fois. Cette droite sera alors la droite cherchée.

Si les deux points *K* et *O* étaient de l'autre côté de l'arc *BNS*, il n'y aurait pas de différence entre les deux cas et cela parce que la construction est une seule et même construction; il en est de même de la démonstration car le rapport de la droite *E* à la droite *G* est égal au rapport du cube obtenu de la droite *AH* au cube obtenu de la droite *HO*.

88. *Éléments*, X.1.
89. Si $D = 2^n . AH$, n est «le nombre de fois», nous prenons alors $X = 2^n . OH$, X est la droite cherchée.





فإن كان خط د أطول من خط ا ب قسمناه بنصفين، ثم قسمنا نصفه بنصفين، ولا نزال نفعل ذلك حتى يبقى لنا خط ما أقصر من خط ا ب، فنجعل الذي يبقى لنا خط ا ح، وننظر كم أضعاف الخط المعلوم لخط ا ح، ونأخذ خطًا ما تكون أضعافه لخط ح ع مثل تلك الأضعاف، فيكون ذلك الخط هو الخط المطلوب.

وإن كانت نقطتا ك ع في الناحية الأخرى عن قوس ب ن س لم يكن بين الأمرين فرق، وذلك أن العمل عمل واحد بعينه، وكذلك البرهان، لأنه تكون نسبة خط ه إلى خط ز كنسبة المكعب الكائن من خط ا ح إلى المكعب الكائن من خط ح ع.

3 ا ح وننظر كم: ا ح د سطر م – 8 ا ح: ا م – 9 ح ع: م ع.

Il en est de même pour le rapport de la sphère construite sur l'une des deux droites à la sphère construite sur l'autre et du cylindre au cylindre, ou d'une chose par laquelle on remplit la sphère ou le cylindre, ou d'un bocal dont la cavité contient une certaine quantité d'air: la construction et la démonstration dans tout cela sont les mêmes.

– **16**[90] – On a démontré à partir de ces propositions[91] comment trouver deux droites entre deux droites connues pour que les quatre droites se succèdent en proportion, et cela en posant les deux droites connues, entre lesquelles nous voulons trouver deux <autres> droites pour que les quatre se succèdent en proportion, les deux droites *A* et *B*.

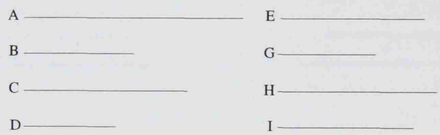


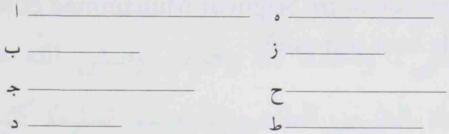
Fig. 16

Que l'on pose une certaine droite, quelle que soit cette droite, soit la droite *C*, et que le rapport de la droite *A* à la droite *B* soit égal au rapport du cube obtenu de *C* au cube obtenu de *D*, comme nous l'avons montré dans ce qui précède[92]. Que l'on prenne pour les deux droites *C* et *D* une troisième droite qui soit en proportion avec elles, soit la droite *E*; et pour les deux droites *D* et *E* une troisième droite qui soit en proportion avec elles, soit la droite *G*[93]. Alors les droites *C*, *D*, *E* et *G* se succèdent en proportion, le rapport de la droite *C* à la droite *G* est donc égal au rapport du cube obtenu de la droite *C* au cube obtenu de la droite *D*, qui est égal au rapport de la droite *A* à la droite *B*. Soit une droite telle que le rapport de la droite *A* à celle-ci soit égal au rapport de la droite *C* à la droite *D*, la droite *H*; et soit une autre droite telle que le rapport de la droite *H* à celle-ci soit égal au rapport de la droite *D* à la droite *E*, la droite *I*. Le rapport de la droite *A* à la droite *I* sera donc égal au rapport de la droite *C* à la droite *E* et les droites *C*, *D*, *E* et *G* se succèdent en proportion; le rapport de la droite *A* à la droite *B* est égal au rapport de la droite *C* à la droite *G* et le rapport de la droite

90. Voir note complémentaire.
91. Litt.: choses.
92. Voir note complémentaire.
93. Voir note complémentaire.

وكذلك أيضًا نسبة الكرة التي تعمل على أحد الخطين إلى التي تُعمل على الآخر، والأسطوانة إلى الأسطوانة أو شيء مما تملأ به الكرة أو الأسطوانة، أو إناء يسع جوفه هواء ما، فإن العمل والبرهان في جميع ذلك واحد.

– يو – قد تبيّن من هذه الأشياء كيف نجد خطين بين خطين معلومين حتى تتوالى الأربعة الخطوط على نسبة، وذلك أنّا نجعل الخطين المعلومين اللذين نريد أن نجد بينهما خطين لتتوالى الأربعة على نسبة خطي اَ بَ.



وليوضع خط ما، أيّ خط كان، وهو خط جـَ، ولتكن نسبة خط اَ إلى ‹خط› بَ كنسبة المكعب الكائن من جـَ إلى المكعب الكائن من دَ، كما بيّنا فيما تقدّم، وليؤخذ لخطي جـَ دَ خط ثالث مناسب لهما وهو خط هَ، ولخطي دَ هَ خط ثالث مناسب لهما وهو خط زَ. فخطوط جـَ دَ هَ زَ متوالية على نسبة؛ فنسبة خط جـَ إلى خط زَ كنسبة المكعب الكائن من خط جـَ إلى المكعب الكائن من خط دَ التي هي كنسبة خط اَ إلى خط بَ، ‹فليكن خط تكون نسبة خط اَ إليه كنسبة خط جـَ إلى خط دَ وهو خط حَ، وليكن خط آخر تكون نسبة خط حَ إليه كنسبة خط دَ إلى خط هَ وهو خط طَ›. فتصير نسبة خط اَ إلى خط طَ كنسبة خط جـَ إلى خط هَ، وخطوط جـَ دَ هَ ‹زَ› متوالية على نسبة، ونسبة خط اَ إلى خط بَ هي كنسبة خط جـَ إلى خط زَ، ونسبة خط اَ إلى خط طَ هي

3 جوفه: المقطع الثاني من الكلمة عسير القراءة، وقد تقرأ «جوهر»، ولكن لا يستقيم المعنى بها – 5 الخطوط: الخط – 6 نسبة: نسبة واحدة، ثم حذف الكلمة الأخيرة / بَ: بَ الخطين، ثم حذف الكلمة الأخيرة – 12 كنسبة: نسبة – 12-14 ‹فليكن خط تكون ... خط حَ، وليكن خط آخر ...›: ‹فليوجد خطّ ما تكون ... خط حَ وليوجد خطّ آخر ...› في [ت] – 14 طَ: حَ – 15 ‹زَ›: في [ت] – 16 كنسبة: نسبة.

A à la droite I est égal au rapport de la droite C à la droite E, donc le rapport de la droite I à la droite B est égal au rapport de la droite E à la droite G, qui est égal au rapport de la droite D à la droite E, qui est lui-même égal au rapport de la droite H à la droite I. Mais le rapport de la droite A à la droite H est égal au rapport de la droite C à la droite D, qui est lui-même égal au rapport de la droite D à la droite E, qui est lui-même égal au rapport de la droite H à la droite I. Donc les droites A, H, I et B se succèdent en proportion; nous avons donc trouvé / entre les deux droites A et B deux droites qui se succèdent entre elles, en pro-
128 portion, soient les deux droites H et I.

Ceci est la fin de ce qui a été trouvé du livre de Dioclès sur les miroirs ardents.

<Copie> achevée avec l'aide de Dieu le Très-Haut, et Grâces lui soient rendues à lui seul. Que Dieu bénisse notre Seigneur Muḥammad et les siens, bons et purs. Que Dieu leur accorde tout son salut.

كنسبة خط جـ إلى خط ه، فتكون نسبة خط ط إلى خط ب كنسبة خط ه إلى خط ز، التي هي مثل نسبة خط د إلى خط ه، التي هي مثل نسبة خط ح إلى خط ط. ‹ولكن نسبة خط ا إلى خط ح كنسبة خط جـ إلى خط د التي هي كنسبة خط د إلى خط ه التي هي كنسبة خط ح إلى خط ط›. فخطوط ا ح ط ب متوالية على نسبة؛ فقد وجدنا / فيما بين خطي ا ب خطين متواليين ١٢٨
بينهما على نسبة، وهما خطا ح ط.

هذا آخر ما وجد من كتاب ذيوقليس في المرايا المحرقة.

تمت بعون اللّه تعالى، والحمد للّه وحده، وصلى اللّه على سيدنا محمد وآله الطيبين الطاهرين، وسلّم تسليمًا كثيرًا.

1 كنسبة (الأولى): نسبة – 2 دَ إلى: دَ االى – 3- ‹ولكن نسبة خط ا ... التي هي كنسبة خط ح إلى خط ط›: ‹ونسبة خط ا ... التي هي مثل نسبة خط ح إلى خط ط› في [ت] – 6 بينهما: معهما – 7 ذيوقليس: مهملة.

NOTES COMPLÉMENTAIRES

[13, 4] Le nom «Pythion» apparaît dans le manuscrit sous deux écritures différentes: l'une est نوثيون Nothion, répétée deux fois dans le texte, l'autre est فوسون (sans points diacritiques) qui peut se lire «Pythion».

[13, 7] Le nom «Hippodamos» apparaît lui aussi sous deux écritures différentes: l'une est ابيوذامس qui se lit «Hippodamos», l'autre est ابنوذامس qui se lit «Hepnodamos». La première paraît plus plausible en grec. Ce personnage est qualifié d'astronome.

[15, 5-6] Le paraboloïde étant limité par une section circulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe, on prolonge l'arc de parabole qui l'a engendré afin de le prolonger. On comprend donc le sens de la phrase «على قطعة دائرة suivant une section circulaire».

[15, 10] On reconnaît les traces de cette opinion dans la *Catoptrique* attribuée à Euclide, voir Heiberg, p. 340-342; voir aussi le fragment de Bobbio, dans Heiberg, *Mathematici Graeci Minores*, p. 88, *l.* 4-10.

[17, 6-8] Les sphères mentionnées ici sont celles des différents astres, la sphère du Soleil étant l'une d'elle. Or, d'après le postulat des astronomes, le rayon de l'une quelconque de ces sphères, c'est-à-dire la distance de la Terre à l'astre, est invariable quel que soit le point de la Terre. Les contradicteurs des astronomes qui réfutent précisément cette idée semblent prétendre que deux déterminations du rayon de l'une de ces sphères, faites à partir de deux points distincts, peuvent différer de 30 000 ou même 50 000 (selon les anciens) stades.

Cette interprétation du texte semble la seule possible. En effet, si par «l'un est plus grand que l'autre de plus de 30 000 stades», on compare les rayons de deux sphères différentes, cela ne concerne plus le postulat des astronomes dont il est question ici, et il faut de plus modifier arbitrairement les chiffres donnés dans le texte. Une traduction de ce même texte un peu moins littérale que celle par nous proposée pourrait être «qu'ils en ont déterminé quelques-uns et qu'une détermination de l'un est plus grande qu'une autre de ses déterminations de plus de 30 000 stades…».

Ces quantités – 30 000 ou 50 000 stades – sont compatibles avec les mesures du méridien terrestre réalisées à cette époque et par conséquent avec les distances de deux lieux d'observation à cette même époque; elles sont de plus négligeables par rapport au rayon de toute sphère – sauf celle de la lune – et en particulier la distance Terre-Soleil.

[21, 5] *BH*, moitié du côté droit n'intervient que par sa longueur dans la première partie de cette proposition. On verra ensuite que Dioclès suppose *BH* perpendiculaire à *AB*, sans préciser sa direction dans le plan perpendiculaire en *B* à *AB*. Mais pour les parties <d> et <e> de cette proposition, il est intéressant de prendre *BH* perpendiculaire au plan de la parabole. Cf. notre analyse.

[21, 8] En effet *B* est le milieu de la sous-tangente *CA*. Voir Archimède, *La quadrature de la parabole*, éd. Heiberg, vol. II, p. 226, prop. 2 et voir aussi les *Coniques*, livre I, prop. 35.

[21, 11] Ceci résulte de la propriété de la sous-normale énoncée un peu plus loin: la sous-normale est égale à la moitié du côté droit, $CG = BH = BE$.

Il apparaît donc que Dioclès connaissait cette propriété de la sous-normale aussi bien que celle de la sous-tangente.

Notons que Apollonius démontre, *Coniques* V.13, que la projection d'une droite minima sur l'axe de la parabole est égale à la moitié du côté droit, dans le cas où la droite minima n'est pas portée par l'axe. Il démontre aussi, *Coniques* V.27, que la tangente en un point est perpendiculaire à la droite minima, d'où il résulte que la droite minima est normale à la parabole et que la sous-normale est égale à la moitié du côté droit.

[21, 11] Ceci suppose *C* entre *B* et *E*, ce qui dépend du choix du point *I*. Si *C* est au delà de *E*, alors au lieu d'ôter *CE* de chacun des segments égaux *CG* et *BE*, il faut l'ajouter à chacun d'eux.

[21, 16] L'angle *A* est égal à l'angle *AID* dans tous les cas de figure. Si *C* est entre *D* et *B*, alors $\widehat{AID}$ est la somme de deux angles $P = \widehat{AIC}$ et $Q = \widehat{CID}$.

[23, 1] Dans la traduction française, le pronom «elle» désigne la droite, c'est-à-dire le rayon incident et le rayon réfléchi considérés comme un seul rayon et ainsi les droites *SI* et *ID* engendrent avec la tangente *IA* deux angles *PQ* et *T* qui sont égaux ($PQ = \widehat{AID}$).

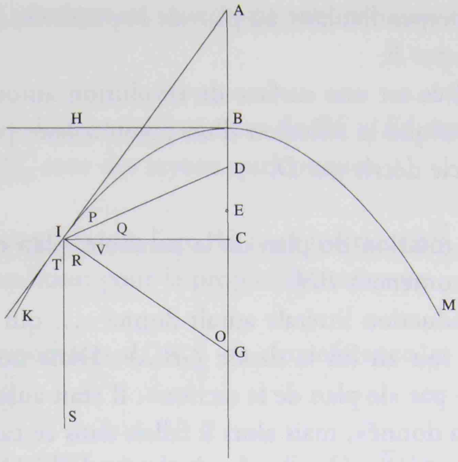


Figure des notes précédentes

[23, 9] Dans cette proposition, pour établir la propriété du point *D*, foyer de la parabole, Dioclès utilise les propriétés de la tangente et de la normale, et non pas la propriété caractéristique des points de la parabole et la propriété de la sous-tangente, comme c'est le cas chez Dtrūms et plus tard chez Ibn Sahl et Ibn al-Haytham. Voir R. Rashed, *Dioclès, Anthémius de Tralles, Didyme et al. : Sur les miroirs ardents*, à paraître.

[25, 5] Dioclès précise plus loin que la surface en cuivre utilisée est la moitié de la surface de révolution. Cette surface en cuivre est placée de façon à recevoir les rayons solaires dont la direction n'est pas nécessairement celle de la perpendiculaire au plan qui la limite.

[25, 13] Cette surface entière serait une surface fermée. Il faut cependant que les rayons solaires puissent entrer dans la concavité, d'où la nécessité d'enlever la moitié qui tourne sa convexité vers le soleil.

[27, 4] Dioclès suppose en fait que *BH* est perpendiculaire à *AB* et que le plan perpendiculaire à *AB* – axe de la parabole *MBW* – est perpendiculaire au plan de cette parabole.

[27, 6] Dioclès ne précise pas quelle est la position du centre du cercle. Pour parvenir au résultat cherché par lui, il faut choisir ce centre dans le plan de la parabole et supposer ensuite que la rotation de l'arc *BM* se fait autour de l'axe du cercle, axe parallèle à la droite *BG*, axe de la parabole.

Si on choisit BH perpendiculaire au plan de la parabole, BH est alors tangente en B au cercle décrit par B.

La surface engendrée est une surface de révolution autour de l'axe du cercle, c'est pour cette raison que la réflexion d'un rayon solaire parallèle à l'axe se fait vers un point du cercle décrit par D.

[29, 3] Il s'agit de la rotation du plan de la parabole, plan qui reste perpendiculaire au plan donné contenant BH.

Notons qu'une traduction littérale aurait donné «... qui est le plan qui passe par la droite BH et soit en lui la droite GB...». Dans notre traduction, nous avons remplacé «lui» par «le plan de la section». Il était aussi possible de remplacer «lui» par «le plan donné», mais alors il fallait dans ce cas remplacer GB dans le texte par BH, ce qui donne une redondance inadmissible. Remarquons aussi qu'au début de ce paragraphe Dioclès dit que l'on mène un plan passant par BH et perpendiculaire à la droite AB, axe de la parabole, qui n'est autre que la droite BG dans sa position initiale. Au cours de la rotation, BG doit rester perpendiculaire à ce plan et B doit décrire la ligne BLZ de ce plan. La ligne décrite par D se déduit alors de BLZ par translation.

Remarquons enfin que Dioclès n'affirme rien à propos de la réflexion des rayons solaires sur la surface engendrée et ne donne d'ailleurs pas assez de renseignements sur la génération de cette surface. Pour étudier les rayons réfléchis, il faut pouvoir caractériser la normale à la surface ou chacun de ses points.

[29, 8] On suppose $\overset{\frown}{AC} < \overset{\frown}{AL}$. D'autre part la condition $\overset{\frown}{AL} < \frac{\pi}{3}$ est nécessaire pour que le rayon lumineux, après réflexion, rencontre la droite BA avant de subir une deuxième réflexion.

[31, 3] Dioclès utilise implicitement *Éléments*, III.7. De la conséquence $BE > EA$, il s'ensuit que si H est le milieu de AB et si le point E existe, il est entre H et A, ce qui achève la première partie de la démonstration: tout rayon parallèle à AB qui se réfléchit sur le cercle rencontre le segment AB entre H et A.

[31, 4] On suppose que CV a été construit par le même procédé que LE, ce qui est justifié plus loin par «mais QO est égal à X», c'est-à-dire

$$\widehat{GCV} = \widehat{LCS}.$$

Mais on a aussi $\widehat{BCG} = \widehat{BCL}$, d'où $\widehat{BCV} = \widehat{SCB} = P$. Puisque $\widehat{BCE} > P$, on a $\widehat{BCV} < \widehat{BCE}$, ce qui entraîne $BV < BE$, donc V est à l'extérieur du segment EA, résultat qui n'a pas été dégagé ici et qui est cependant annoncé dans la deuxième partie de la conclusion.

[31, 9] Ce résultat se déduit immédiatement de $BE > EA$ établi pour le rayon réfléchi LE, car WL et SC sont des rayons quelconques.

[31, 14] À condition toutefois que l'arc AL reste inférieur à $\frac{\pi}{3}$. Notons que Dioclès se place dans cette condition pour la proposition suivante.

[33, 10] D'après les hypothèses $\widehat{AD} = \frac{1}{6}$ de circonférence, et C milieu de $\widehat{AD}$, on a $S = \frac{1}{3}$ angle droit $= \frac{\pi}{6}$.

[33, 11] Dans le triangle BKC, on sait que $S = E = O = \frac{\pi}{6}$, leur somme est $\frac{\pi}{2}$, il reste $R = \frac{\pi}{2}$.

[35, 20] C'est le cercle décrit par le point C dans la rotation autour de AB. Tout rayon parallèle à AB tombant en un point de ce cercle, donne un rayon réfléchi qui passe au point V.

[37, 5] Dtrūms écrit «Quant aux anciens, ils utilisent la section dont le bord a pour diamètre le côté de l'hexagone». Cf. R. Rashed, *Dioclès, Anthémius de Tralles et al. : Sur les miroirs ardents*. Ici le cercle engendré par C a pour diamètre CN qui est le côté de l'hexagone inscrit dans (B, BA).

[37, 17] En effet, le rayon CM est plus grand que la distance AC comme Dioclès le démontrera dans la proposition suivante, en précisant même la position du point d'intersection.

[47, 3] Résultat établi dans l'*Optique* d'Euclide, prop. 4 et considéré ici comme acquis.

[47, 4] DC et CA sont des tangentes au cercle de centre B, on a donc:

$$\text{corde } AD < \text{arc } AD < AC + CD.$$

[49, 6-8] L'énoncé est celui donné par Archimède dans *La sphère et le cylindre*, livre II, proposition 2. Eutocius dans son commentaire de ce livre d'Archimède rapporte des fragments des miroirs ardents de Dioclès dont cette proposition et la

suivante. Pour la comparaison entre l'arabe et le grec, voir R. Rashed, *Dioclès, Anthémius de Tralles et al.*.

Nous avons le texte grec de ces deux propositions ainsi que des propositions du dernier groupe pour rectifier certaines lacunes.

[49, 12] Par le même procédé, si on connaît le rapport

$$\frac{IG}{GA} = \frac{EB+BG}{BG},$$

on détermine le point *I*.

Voici ce qu'on lit dans le texte rapporté par Eutocius, au changement de lettres près: «et que la somme de *EB* et *BG* soit à *GB* comme *IG* est à *GA*» [*Archimède*, t. IV: *Commentaires d'Eutocius et fragments*, éd. et trad. Ch. Mugler (Paris, 1972), p. 105].

[53, 9] Cette proposition a été reprise dans la rédaction d'Eutocius, cf. R. Rashed, *Dioclès, Anthémius de Tralles et al.*

[53, 12] Dans la proposition précédente, Dioclès a pris cette droite comme égale à la moitié de la droite *AB*. Cette hypothèse n'intervient pas ici.

[55, 1-2] Dans la rédaction d'Eutocius, on lit toujours au changement de lettres près: «menons aussi *HI* et faisons passer par *G* la parallèle *GN* à *AB* et par *C* la parallèle *SCOP* à *HN*», éd. Mugler, p. 107.

[55, 4-5] Dans la rédaction d'Eutocius, on trouve «en vertu de la similitude des triangles». Voir en effet *Éléments*, VI.4. Notons que Eutocius d'autre part justifie l'égalité en rappelant

$$\frac{DA}{AC} = \frac{AK}{AC}.$$

[55, 6] Notons que cette phrase est absente du texte grec.

[55, 18] On trouve dans le texte grec la phrase suivante, aux lettres près: «Du moment donc que la somme *KA* et *AC* est égale à *DC*, que la somme de *GB* et *BC* est égale à *CE*, et que la somme de *HA* et *AC* est égale à *LC*, que la somme de *IB* et *BC* est égale à *MC*, et qu'on a démontré que le rectangle ayant pour côtés la somme de *KA* et *AC* et la somme de *GB* et *BC* est équivalent au rectangle ayant

pour côtés la somme de *HA* et *AC* et la somme de *IB* et *BC*...», éd. Mugler, p. 107-108.

[55, 20] Notons que l'on trouve dans le texte grec à la fin de cette phrase l'expression: «et réciproquement ......», éd. Mugler, p. 108, *l.* 5.

[57, 3] Cette construction est indiquée sous une forme équivalente dès le début du texte grec, éd. Mugler, p. 107.

[57, 5] En effet $\frac{BC}{CP} = 1$, d'où $\frac{CP^2}{BP^2} = \frac{1}{2}$, rapport qui sera utilisé plus loin. Notons que dans le texte grec, il est dit que l'angle *CBP* est la moitié d'un angle droit (voir éd. Mugler, p. 108, *l.* 15).

[57, 7] Remarquons que les deux textes, grec et arabe, diffèrent légèrement ici. Alors que dans le texte grec le calcul est fait à l'aide de deux applications successives du théorème de Thalès, dans le texte arabe le résultat est obtenu par une seule application du même théorème.

[57, 18] En effet, l'égalité

$$\frac{PQ.PR}{SP^2} = 2k \ (k \text{ un nombre connu}),$$

caractérise une ellipse rapportée à deux diamètres conjugués dont l'un est la droite *QR*, l'autre fait avec *QR* un angle de 45°.

Dans le texte grec, on trouve à l'endroit correspondant un rappel d'une propriété de l'ellipse donnée, dans les *Coniques* I.13. Le texte grec, à la différence du texte arabe, fait intervenir le paramètre. Posons en effet

$$\alpha = \frac{QP}{2k},\ QP = x,\ SP = y,\ QR = 2a;$$

on obtient

$$(*) \qquad y^2 = \alpha x - \frac{\alpha}{2a} x^2.$$

Notons enfin qu'Archimède dans *Les conoïdes et les sphéroïdes*, prop. 8 (p. 176) a recours à une relation équivalente à la relation (*) rapportée au diamètre principal. Archimède cherche en effet à déterminer un cône de révolution dont le sommet est dans le plan de symétrie de l'ellipse. Dans d'autres propositions, comme la proposition 16, Archimède utilise deux directions conjuguées quelconques, mais sans faire intervenir la relation (*).

[67, 7] On trouve cette proposition dans les *Commentaires d'Eutocius*, éd. Mugler, p. 51, *l.* 11-20, et p. 52, *l.* 1-8. L'ordre de l'argumentation diffère cependant et le texte grec comporte des justifications admises comme étant claires dans le texte arabe. Celles-ci pourraient être dues à Eutocius. Cf. notre *Dioclès, Anthémius de Tralles et al.*

[69, 1] Relation métrique dans le triangle *AGB*. Remarquons que dans le texte grec on trouve cette relation dans le triangle symétrique (éd. Mugler, p. 52, *l.* 4-6).

[69, 9] On trouve cette proposition dans les *Commentaires* d'Eutocius, mais sans qu'elle soit séparée nettement de la proposition précédente, éd. Mugler, p. 52, *l.* 8-20 et p. 53, *l.* 1-5. Cf. aussi notre *Dioclès, Anthémius de Tralles et al.*

[71, 1] Dioclès obtient cette ligne par un tracé continu après avoir multiplié les constructions de points. Il ne caractérise cependant pas cette ligne, qui est un arc de la courbe du troisième degré dite «cissoïde de Dioclès». Sur le nom du mathématicien qui a ainsi baptisé cette courbe, on ne sait rien de manière précise. J. Itard a noté que «Rivault de Fleurance, dans son édition d'Archimède de 1615, identifie la courbe de Dioclès à la cissoïde de Geminus, sans justifier d'ailleurs cette identification (cf. p. 92 et p. 96-97). Il me paraît être le premier mathématicien qui adopte cette attitude». Cf. le compte rendu de J. Itard de *Archimède*, t. IV, éd. et trad. Ch. Mugler dans la *Revue d'histoire des sciences*, XXVII (1974), p. 87-88.

[71, 2] Il ne s'agit pas ici du point *P* utilisé dans la construction de l'arc de courbe, mais d'un point quelconque de celui-ci. Ceci confirme encore que Dioclès pensait directement à la ligne courbe. D'ailleurs dans le texte grec on lit «si nous menons par un de ses points pris au hasard une parallèle...» (éd. Mugler, p. 52, *l.* 19-20). Le résultat ne serait pas valable s'il s'agissait des points d'une ligne brisée.

[71, 4] L'énoncé de cette proposition est absent des *Commentaires* d'Eutocius, mais on y trouve en revanche la construction donnée ici au premier paragraphe,

aux lettres près (éd. Mugler, p. 53, *l.* 6-13). Mais à partir de là les deux textes visent des résultats différents même s'ils coïncident parfois pour des résultats intermédiaires déduits des propriétés de la cissoïde et des triangles semblables.

Dans les *Commentaires* d'Eutocius, en effet, après la construction, on démontre la proposition 16 du texte arabe.

[75, 4] Dans la proposition 13, Dioclès utilise la longueur donnée A comme rayon du cercle. Si on change A par une autre droite, il faut donc refaire une figure.

Dans la proposition 14, Dioclès propose de construire une seule figure permettant un raisonnement valable quand la longueur donnée change. Cette insistance montre que Dioclès, même s'il déclare vouloir construire un triangle rectangle, s'intéresse en fait à une figure qui est à l'intérieur de ce triangle et comprend un arc de cercle et un arc de cissoïde qui permettent les constructions annoncées.

[77, 3] Il semble que Dioclès rappelle ici la construction faite dans la proposition précédente avec ses notations, avant de remplacer certaines de celles-ci par d'autres: I est remplacé par C, D par S, G par L et le point C n'intervient plus.

[81, 4] Dans les *Commentaires* d'Eutocius, cette proposition vient directement à la suite de la proposition 12 du texte arabe, mais la démonstration commence par une construction qui se retrouve dans le premier paragraphe de la proposition 13 de l'arabe.

[81, 9] Il s'agit de la proposition 13 qui donne la construction de D telle que

$$\frac{C^3}{D^3} = \frac{A}{B},$$

au moyen d'un cercle de rayon C et de l'arc de cissoïde associé.

[81, 10] Dioclès introduit alors les droites E et G telles que

$$\frac{C}{D} = \frac{D}{E} \text{ et } \frac{D}{E} = \frac{E}{G}$$

pour avoir une première proportion continue. Il pouvait éviter ces étapes en procédant comme on l'indique dans le commentaire de la proposition 13. Dans les *Commentaires* d'Eutocius, comme nous l'avons déjà dit, l'équivalent de cette proposition 16 suit directement la proposition 12.

APPENDICE

Certains lecteurs possèdent déjà l'édition de G.J. Toomer des *Miroirs ardents* ; d'autres vont accéder ici à l'œuvre de Dioclès. Aux uns et aux autres, je me dois d'indiquer toutes les corrections que cette édition apporte à la précédente. Cet appendice est donc entièrement consacré à la correction du texte arabe donné par mon prédécesseur. Je ne note pas ici la lecture différente des lettres géométriques. Quant aux fautes et contre-sens de la traduction, ainsi que les erreurs commises dans le commentaire historique et mathématique, je ne les évoquerai point. Le lecteur pourra comparer les deux traductions, ainsi que les analyses et les corrections, et jugera par lui-même. J'ai tenu, comme je le dois d'ailleurs, à inscrire toute conjecture faite par G.J. Toomer dans l'apparat critique.

Éd.	Toomer	Corrections	Éd.	Toomer	Corrections
(35, 1)	أللّهمّ	اللهم	(39, 6)	اثرًا	أبدًا
(35, 1)	اعمر	أعن	(39, 7)	القول	الفعل
(35, 4)	سأله	يسأله	(39, 8)	[شيء]	شيء ‹من›
(35, 4)	حتى	متى	(39, 10)	[يستعمل]	تُستعمل
(35, 6)	زينوذروس	أبيوذامس	(39, 12)	يبتنون	يثبتون
(35, 6)	طرأ	نظر	(39, 14)	[وانّه واحد بعضها]	وأنه واجدٌ بعضها
(35, 7)	وقدَّم	وقَدِم	(39, 14)	اكبر	أكثر
(35, 7)	لنا	فيها	(39, 15)	‹الف›	–
(35, 7)	حتى	متى	(39, 15)	ويزعم	وزعم
(35, 10)	زينوذروس	أبيوذامس	(39, 16)	‹الف›	–
(35, 11)	قدّمها	قد بيّنها	(41, 4)	وينبغى	ونتبع
(35, 11)	المسئلتين	المسألتين	(41, 4)	‹ان نبيّن›	–
(35, 13)	كانت	كان	(41, 6)	المقاييس	القياس
(35, 13)	التي	الذي	(41, 11)	لانّه	لأن
(35, 13)	المسئلة	المسألة	(41, 11)	شيء	شيئًا
(35, 14)	قول	فعل	(41, 13)	من	في
(35, 14)	يشهد	تُشهر	(41, 14)	‹علينا›	–
(35, 16)	المسئلتين	المسألتين	(41, 16)	نبيّن	نبيّنه
(37, 6)	[على قطعة دائرة]	على قطعة دائرة	(41, 16)	عمله لك	للملوك
(37, 16)	والمسئلة	والمسألة	(41, 16)	‹ما›	–
(39, 5)	اثرًا	أبدًا	(41, 16)	يعلم	علمها

(41, 16)	[انه]	فإنه
(43, 1)	فما	مما
(43, 1)	تنظر فيه وتتعلّم	يُنظر فيه ويُتعلم
(43, 4)	البسط التي	البسيط الذي
(43, 5)	تعمل	يُعمل
(43, 6)	‹و›تحتاج	تحتاج
(43, 9)	فتكون	ويكون
(43, 9)	احديهما	إحداهما
(43, 11)	صلاحيتها	صاحبتها
(43, 11)	فيعلم اصل	فتَعْلَم فضل
(43, 12)	قويهما	أقواهما
(43, 14)	يدفؤ	يدنو
(45, 1)	في	من
(45, 3)	ألا	إلا ‹أن›
(45, 3)	الفصل	الفضل
(45, 4)	فصلاً	فضلاً
(45, 6)	فوجد	توقد
(45, 8)	يعظمها	تعظمها
(45, 12)	و‹هو على›	و‹هو›
(45, 14)	كيف ما	كيفما
(45, 15)	خط	خطًا (مفعول به، ط جـ بدل)
(47, 1)	‹ف›يكون	يكون
(47, 2)	مساو	مساويًا (عطف جمل)
(47, 9)	فليجاز	فليجز
(47, 15)	‹المماس›	—
(49, 3)	فالخطّ	على الخط
(49, 4)	‹وينعطف من الخطّ›	—
(49, 7)	سارت	صارت
(49, 9)	ابتداءً	ابتدأ
(49, 13)	وان	فإن
(49, 14)	كوتر	يوتر
(49, 14)	قطع	قطعة
(49, 15)	وكان	فكان
(49, 17)	ابتداءً	ابتدأ
(49, 18)	شبهًا	شبيهًا
(51, 1)	في	من

(51, 11)	كأن	كان
(51, 11)	‹اذا›	—
(51, 11)	يقطع	بقطع
(51, 12)	سطح	بسطح
(51, 12)	كان	‹و›كان
(53, 1)	‹حتى تعود›	—
(53, 6)	انّما يمكن	يمكن
(53, 9-10)	‹على خطّ ا ب›	—
(53, 12)	وليدار	ويُدار
(53, 15)	[الذي هو السطح الذي يمرّ بخط ب ح]	الذي هو السطح الذي يمرّ بخط ب ح
(53, 16)	لازنًا	لأن ما
(53, 16)	بوضعه	لوضعه
(55, 1)	ليكن	وليكن
(55, 1)	محيط	محيطًا
(55, 1)	وليلق	ويلقى
(55, 3)	فيه	منه
(55, 3)	كانت	كانتا
(55, 6-7)	‹ز ج خ مساوية لزاوية ل ج س وزاوية›	—
(55, 18)	زاوية ر	ر
(57, 5)	[ينعطف فيما]	ينعطف فيما
(57, 10)	محيط	محيطًا
(57, 13)	خط	لخط
(57, 13-14)	‹على نقطة ح›	—
(59, 4)	فيعرض	فبفرض
(59, 4)	‹زاوية›	—
(59, 5)	ولذلك	وكذلك
(59, 5)	تكون	كون
(59, 5)	وزاوية	فزاوية
(59, 11)	زاوية	الزاوية
(59, 12)	[ايضاً]	إذًا
(59, 13)	وثلث	وثلثًا
(59, 14)	وثلث	وثلثًا
(61, 4)	‹اليه›	—
(61, 11)	ابتداءً	ابتدأت

(63, 2)	التي بالقرب	التي تمرّ بالقرب
(63, 4)	كبيرة	كثيرة
(63, 5)	ج د [سه]	جـ د بتة
(63, 6)	[سه]	بتة
(63, 6)	فيه	منه
(63, 12)	وصفنا	وضعنا
(63, 14)	وجعلنا ‹خط ب›ه	وجعلناه
(65, 1)	كلتي	كلتا
(65, 1)	بخطّ	على
(67, 8)	في	عليها
(67, 9)	‹الخطوط نقطًا يكون حالها حال›	–
(67, 9)	الآخر	الأخر
(67, 10-11)	لا يمكن أن تتحرّك	لا تتحرك
(67, 12)	[ح]	حينئذٍ
(67, 13)	في	من
(67, 17)	وليجاز	وليجز
(69, 5)	ليكن	وليكن
(71, 11)	فليكن	وليكن
(73, 5)	ولترسم	وليرسم
(73, 6)	‹ولتقطع خط ب ج على نقطة ط›	–
(73, 13)	مساو	مساويًا
(73, 14)	وخطي	وخطا
(73, 14)	ولتعطف	وليعطف
(73, 15)	ولتتعلّم	وليُعمل
(73, 15)	لتبسط	تُبسط
(75, 6)	وليجاز	وليجز
(75, 12)	فخط ف ح	وخط د ح
(75, 12-13)	‹وخط د ح ايضًا يرى من زاوية ح ب د›	‹فخط د ح يُرى مثل خط ف خ›
(77, 6)	‹لتكن›	–
(77, 15)	احديهما	إحداهما
(79, 1)	‹وهي›	–
(79, 7)	نبين	تبين
(79, 10)	المسئلة	المسألة
(79, 12)	كيف	فكيف
(79, 17)	نفسه	بعينه
(79, 19)	مسئلة	مسألة
(81, 3)	كيف	فكيف
(83, 6)	‹مثل› نسبة	كنسبة
(83, 15)	نسبة	لنا ‹نسبة›
(83, 16)	فتصير نسبة	فتصير لنا ‹نسبة›
(83, 18)	وليجاز	وليجز
(87, 8)	بنقطة ب المعلومة	بنقطة ب
(87, 10)	‹خط›	–
(87, 10)	بقطع	قطع
(87, 13)	المعلومة	المعلوم
(89, 1)	وثمن	وثمنًا
(89, 1)	ثماني	بأيّ
(89, 1)	وضعه	وجّبته
(89, 3)	وليخرج	ولينفذ
(89, 3)	‹الى نقطة ث›	–
(89, 4)	كيف ما	كيفما
(89, 5)	ا ه ‹على استقامة إلى نقطة› جـ	ا ه جـ
(89, 6)	فلان	ولأن
(89, 10)	وثمن	وثمنًا
(89, 14)	وثمنًا خط د ه	وثمنًا مثل خط د ه
(89, 14)	وسبعًا	وتسعًا
(89, 15)	سبعة	تسعة
(91, 4)	مساوية	مساويًا
(91, 7)	نسبته	له
(91, 18)	[ايضًا]	أيضًا
(93, 1)	ولنتعلّم	فلنتعلم
(93, 2)	نقطًا	نقطًا ما
(93, 2)	متقاربة	متفاوتة
(93, 2)	‹ق›	–
(93, 5)	‹قد جعلنا›	–
(93, 6)	مساويًا	مساوٍ
(93, 14)	نضع	يصير
(93, 14)	نفسها	بعينها
(95, 11)	لمربع خط ل ن	لمربع ل ن
(97, 6)	نعمل	نفعل

(97, 9)	يقطعان	يقطع	(107, 17)	‹مثل› نسبة	كنسبة
(99, 4)	واما	فأما	(109, 7)	بعمل	نفعل
(99, 6)	ط ح	خط ط ح	(109, 8)	وننظّم	وننظر كم
(99, 10)	الآخر	للآخر	(109, 8)	بخط	لخط
(99, 11)	مساوية	مساويًا	(109, 9)	بخط	لخط
(99, 13)	الرابع	الربع	(109, 12)	نفسه	بعينه
(101, 12)	تبين	بينت	(109, 12)	ولذلك	وكذلك
(101, 14)	المكعب	نسبة المكعب	(109, 17)	ايّما	إناء
(103, 7)	في	من	(109, 17)	يتبع	يسع
(103, 14)	كنسبة	نسبة	(109, 17)	جوهر	جوفه
(105, 5)	[ذلك]	ذلك	(109, 17)	هما	هواءً ما
(105, 13)	[ايضًا]	أيضًا	(111, 3)	[الخط]	الخطوط
(105, 15)	وركبنا	وتركنا	(111, 8)	وليوجد	وليؤخذ
(105, 15)	باقي	ما في	(111, 12)	‹مثل› نسبة	كنسبة
(105, 15)	في	من	(111, 17)	مثل نسبة	هي كنسبة
(105, 16)	فيه	منه	(113, 1)	مثل	هي
(107, 7)	فيه	منه	(113, 7)	معهما	بينهما
(107, 8)	فيه	منه	(113, 10)	ربّ العالمين	وحده
(107, 12)	لتكن	ولتكن			