Texte et traduction

كتاب المرايا المحرقة وجوامع المخروطات

Le livre sur les miroirs ardents et les abrégés des coniques

164v *Au nom de Dieu Clément et Miséricordieux*

C'est à Dieu que je me confie

LE LIVRE SUR LES MIROIRS ARDENTS ET LES ABRÉGÉS DES CONIQUES

<I> Du livre d'Apollonius sur les figures coniques

Si une droite joint un point quelconque et la circonférence d'un cercle, sans que ce point soit dans le plan du cercle et sans que ce point soit dans sa position <confondu> avec l'extrémité de la droite; si on fait tourner la droite suivant la circonférence du cercle jusqu'à ce qu'elle revienne à la position d'où elle a commencé à se mouvoir, alors on appelle la figure que cette droite enferme, une figure conique, dont le sommet est le point fixe, la base le cercle, et l'axe la droite qui joint le point fixe et le centre du cercle.

Si l'axe élevé à la surface du cercle est perpendiculaire, qu'on appelle cette figure conique le <cône> droit.

Pour toute ligne courbe située dans un même plan, j'appelle diamètre la droite menée de cette ligne courbe, pour couper en deux moitiés toutes les droites me-

بسم الله الرحمن الرحيم ١٦٤ -

على الله توكّلت

كتاب المرايا المحرقة وجوامع المخروطات

‹١› من كتاب أبولونيوس في الأشكال الصَّنوبريّة

إذا وَصَل خطٌّ مستقيم بين نقطة ما وبين خط محيط بدائرة، ولم تكن النقطة في السطح الذي فيه الدائرة، وليست النقطة مع طرف الخط في موضعها، وأدير الخطُّ المستقيم على الخط المحيط بالدائرة حتى يعود إلى موضعه الذي منه ابتدأ بالحركة، فليسمَّ الشكل الذي يحويه هذا الخط شكلاً صنوبريًّا، ورأسُه النقطةُ الثابتةُ وقاعدتُه الدائرة، وسهمُه الخطُّ الذي يصل فيما بين النقطة الثابتة وبين مركز الدائرة.

فإذا كان السهمُ القائم على سطح الدائرة قائمًا على زوايا قائمةٍ، فليسمَّ ذلك الشكلُ الصنوبريّ قائمَ الزاوية.

وكلُّ خط منحنٍ يكون في سطح واحد فإني أسمّي الخطَّ الذي يخرج من ذلك الخط المنحني لقطع كلّ الخطوط التي تخرج أوتارًا في ذلك الخط المنحني

5 تكن: يكن – 6 الذي: التي – 8 فليسمَّ: فليسمى – 9 الثابتة: النانيه – 10 الثابتة: النانيه – 11 فليسمَّ: فليسمى – 13 منحنٍ: منحني.

nées comme des cordes de cette ligne courbe et parallèles à une seule droite, et j'appelle sommet de la ligne courbe l'extrémité de cette droite, là où elle coupe la ligne courbe.

<1> Les droites menées du sommet du cône[1] à des points quelconques[2] de sa surface sont dans sa surface.

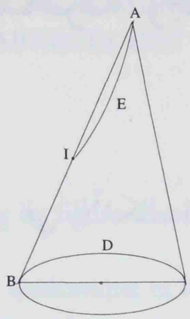


Fig. 1

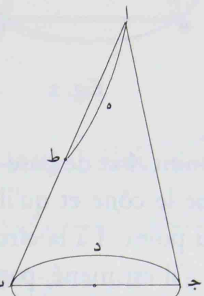
Soit une surface conique, *A* son sommet, sa base le cercle *BCD* et soit un point quelconque de cette surface, le point *I*; joignons la ligne <droite> *AEI*. S'il est possible que cette droite ne tombe pas dans la surface, soit la droite *AC*, celle par laquelle on a tracé la surface; si on fait tourner cette droite suivant la circonférence du cercle *BCD*, alors elle passe par le point *I* et se superpose[3] à *AEI*; *AEI* est donc dans la surface. Ce qu'il fallait démontrer.

<2> Si un plan coupe un cône et passe par son sommet, alors la section est un triangle.

1. Litt.: figure conique, que l'on rendra désormais, selon le cas, par cône ou surface conique.
2. Litt.: à une chose.
3. Litt.: touche.

موازيةً لخطٍ واحد بنصفين نصفين – القطرَ، وأسمّي نهاية ذلك الخط المستقيم حيث تقاطع هو والخط المنحني: رأسَ الخط المنحني.

‹اَ› الخطوطُ المستقيمة التي تخرج من رأس الشكل الصنوبريّ إلى شيء مما في بسيطه هي في بسيطه.



فليكن بسيط شكل صنوبريّ، وليكن رأسه اَ وقاعدته دائرة ب جـ د، وليكن نقطة ما في ذلك البسيط، وهي نقطة طَ؛ ونصل خط ا ه ط، فإن كان يمكن ولا يقع هذا الخط في البسيط، وليكن خطُّ ا جـ المستقيمُ الخطَّ الذي به خطّ البسيط، فهذا الخط إذا أُدير على الخط المحيط بدائرة ب جـ د، فهو يمرّ بنقطة طَ ويُماسّ ا ه ط، فهو في البسيط؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹بَ› إذا قطَع الشكلَ الصنوبريَّ سطحٌ مستقيم يمرّ برأسه، فإن القطع مثلث.

2 هو: وهو / والخط: الخط – 6 ا ه ط: آ هط، وعادة ما يصل الناسخ الحروف الهندسية ولقد فصلناها – 9 فهو: هو.

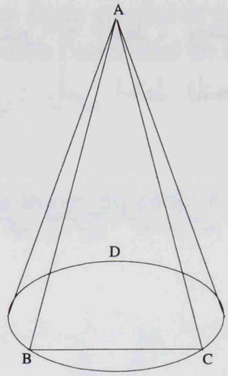


Fig. 2

Soit un cône de sommet le point *A* et de base le cercle *BCD*; que l'on mène un plan par le point *A*; qu'il coupe le cône et qu'il passe dans la base par la droite *BC*; alors les droites menées du point *A* à la circonférence du cercle sont dans la surface du cône. Le plan *ABC*, s'il est mené, parvient à ces droites qui sont dans la surface; la section sera un triangle et la base de ce triangle sera la droite *BC*. Ce qu'il fallait démontrer./

165r <3> Lorsqu'un cône est coupé par un plan parallèle à sa base, la section est un cercle *C* et leur[4] centre est sur l'axe.

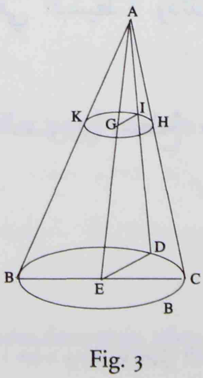
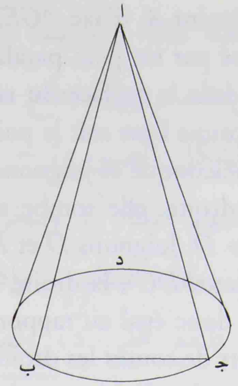


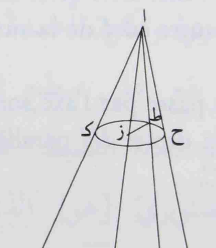
Fig. 3

4. Le centre du cercle *C* et celui de la base.



فليكن شكل صنوبريّ رأسه نقطة ا وقاعدته دائرة ب جـ د وليخرج سطح مستقيم من نقطة ا، وليقطع الشكل الصنوبري، وليمرّ من القاعدة بخط ب جـ المستقيم، فالخطوط المستقيمة التي تخرج من نقطة ا إلى الخط المحيط بالدائرة هي في بسيط الشكل الصنوبريّ. وسطح ا ب جـ إذا أُخرج صار إلى هذه الخطوط المستقيمة التي في البسيط، وصُيِّر القطع مثلثًا وتكون قاعدته الخط المستقيم الذي عليه ب جـ؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن./

‹جـ› إذا قَطع الشكلَ الصنوبريَّ سطحٌ موازٍ لقاعدته فإن القطع دائرة جـ ١٦٥
ومركزُهما على السهم.



2 وليقطع : وقد تقرأ «وليكل».

Soit un cône de sommet le point *A*, d'axe *AGE*, et soit le cercle *BDC* la base du cône; que le cône soit coupé par un plan parallèle à sa base et que la section engendrée à partir de ce plan dans la surface du cône soit la ligne *HIK*. Que la position dans laquelle ce plan coupe l'axe soit le point *G*. Menons dans la section la droite *IG*, <de direction> quelconque et joignons par une droite le point *A* au point *I*; si on prolonge cette droite, elle tombe sur la circonférence du cercle *BDC*, qu'elle tombe au <point> *D*. Joignons *D* et *E* par une droite, *ED*. Puisque le plan *HIK* est parallèle au plan *BDC*[5], la droite *ED* est parallèle à <la droite> *GI*; le rapport de *ED* à *GI* est donc égal au rapport de *EA* à *AG*. La représentation de cela est facile: le rapport de toutes les droites menées du centre du cercle *BCD* à sa circonférence, à toutes les droites menées du point *G* à la ligne *HIK*, chacune à son homologue, est égal au rapport de *EA* à *AG*. Mais les droites situées dans le cercle *BCD* sont égales, donc les droites qui tombent du point *G* sur la ligne *HIK* sont égales; *HIK* est par conséquent un cercle dont le centre est le point *G*. Ce qu'il fallait démontrer.

<4> Si un plan coupe un cône suivant l'axe, si on marque un point sur la surface du cône tel que ce point ne soit pas sur le côté du triangle qui tombe sur l'axe et si on mène de ce point une droite parallèle à une droite quelconque parmi celles qui sont situées dans le plan de la base du cône et qui sont perpendiculaires à la base du triangle passant par l'axe, alors cette droite rencontre le plan du triangle. Si on la prolonge jusqu'à l'autre côté de la surface du cône[6], ce plan partage cette droite en deux moitiés.

Que le cône dont le triangle passe par l'axe soit *ABCD*; marquons sur sa surface un point *I*, menons de *I* la droite *IH* parallèle à l'une des perpendiculaires qui tombent sur le diamètre *BC*.

5. Et que ces plans sont coupés par le plan *AED*.
6. Ce cône rend cette fois le terme *al-makhrūṭ* qui n'apparaît qu'ici.

فليكن شكلٌ صنوبريٌّ رأسُه نقطة ا وسهمه ا ز ه وقاعدةُ الشكل الصنوبريّ دائرة ب د جـ، وليقطع الشكل الصنوبريّ بسطح موازٍ لقاعدته، وليكن القطع – الذي يحدث منه في بسيط الشكل الصنوبريّ – خط ح ط ك. وليكن الموضع الذي يقطعُ فيه هذا السطحُ السهمَ نقطة ز، ولنخرج في القطع خط ط ز كيف وقع، ونصل نقطة ا بنقطة ط بخط مستقيم، وإذا أُخرج هذا الخط وقع على الخط المحيط بدائرة ب د جـ، فليقع على د، ونصل فيما بين د وه بخط ه د المستقيم. فلأن سطح ح ط ك ‹موازٍ لسطح ب د جـ، يكون خط ه د› موازيًا لـ ز ط؛ فنسبة ه د إلى ز ط كنسبة ه ا إلى ا ز. وتمثُّل ذلك يسيرٌ: إن نسبة كل الخطوط التي تخرج من مركز دائرة ب جـ د إلى الخط المحيط بها إلى جميع الخطوط التي تخرج من نقطة ز إلى خط ح ط ك، كل واحد ‹إلى› نظيره، كنسبة ه ا إلى ا ز. والخطوط الواقعة في دائرة ب جـ د متساوية [في] فالخطوط الواقعة من نقطة ز على خط ح ط ك ‹متساوية›، فـ ح ط ك إذًا دائرة ومركزها نقطة ز؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹د› إذا قطعَ الشكلَ الصنوبريّ سطحٌ على السهم، وتعلّمت نقطةٌ على بسيط الشكل الصنوبريّ، ولم تكن تلك النقطة على ضلع المثلث الذي يقع على السهم، وأُخرج من تلك النقطة خطٌّ مستقيم موازٍ لخط ما من الخطوط التي تقع في سطح قاعدة الشكل الصنوبريّ وتكون أعمدةً على قاعدة المثلث الذي يجوز على السهم، فإن ذلك الخطَّ يقع على سطح المثلث. وإن أُخرج إلى الناحية الأخرى من بسيط المخروط يقسم ‹هذا البسيط› هذا الخطَّ بنصفين.

فليكن هذا الشكل الصنوبريّ [هو] الذي يجوز مثلثه على السهم: ا ب جـ د، ولنعلّم على بسيطه نقطة ط، ونخرج من ط خط ط ح يوازي عمودًا من الأعمدة التي تقع على قطر ب جـ.

1 ا ز ه: ا د ه – 2 وليقطع: ونسقطع – 11 فالخطوط: الخطوط – 20 مثلثه: مثلثه – 21 بسيطه: بسيط.

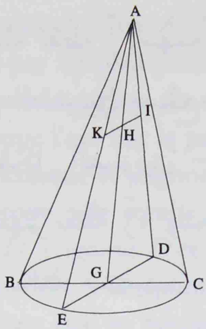


Fig. 4

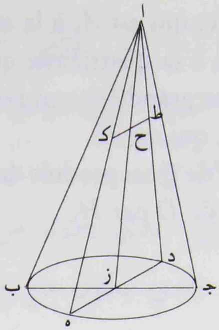
Je dis que *HI* rencontre le triangle *ABC*[7] et que si on la prolonge jusqu'à la surface du cône de l'autre côté, elle sera coupée par le triangle *ABC* en deux moitiés.

On joint les deux points *A* et *I* par une droite; prolongeons-la, qu'elle coupe la circonférence du cercle en *D*; menons dans le cercle *BCD* la droite *DG* parallèle à la perpendiculaire qui est parallèle à la droite *IH*, elle coupe *BC* car elle lui est également perpendiculaire. Mais puisque *DG* et *IH*, toutes les deux, sont parallèles à une seule droite, la droite — intersection / de leur plan et du plan du triangle *ABC* — est une seule droite qui passe par les deux points *G* et *H*; le point *H* sera situé à l'intérieur du triangle. Prolongeons *IH*, qu'elle tombe sur la surface en *K*; prolongeons *DG*, qu'elle coupe la circonférence du cercle au <point> *E*; joignons *A* et *E* par une droite, alors cette droite passe également par *K*. Puisque *DG* est égale à *GE*, *IH* est aussi égale à *HK*. Ce qu'il fallait démontrer.

165v

<5> Si le rapport de la première <grandeur> à la seconde est égal au rapport de la troisième à la quatrième et si le rapport de la cinquième à la sixième est égal au rapport de la première à une autre grandeur, alors le rapport du carré de la première au produit de la seconde par l'autre grandeur est égal au rapport du produit de la troisième par la cinquième au produit de la quatrième par la sixième.

7. Le plan du triangle *ABC*.



فأقول: إن ح ط يقع على مثلث ا ب جـ، وإذا أُخرج إلى بسيط الشكل الصنوبريّ من الجانب الآخر، قطعه مثلث ا ب جـ بنصفين.

ويصل فيما بين نقطتي ا ط بخط، وننفذه، وليقطع الخط المحيط بالدائرة على د، ونخرج في دائرة ب جـ د خط د ز موازيًا للعمود الذي يوازيه خط ط ح، وهو يقطع ب جـ لأنه أيضًا عمود عليه. ولأن د ز ط ح جميعًا موازيان لخط واحد، يكون الخط الذي هو فصل / مشترك لسطحهما وسطح مثلث ١٦٥ ا ب جـ خطًا واحدًا مستقيمًا يمرّ بنقطتي ز ح، وتصير نقطة ح واقعة في داخل المثلث. ولنُنفذ ط ح وليقع في البسيط على كـ، ولنخرج د ز على استقامة وليقطع الخط المحيط بالدائرة على ه، ونصل فيما بين ا وه بخط، فهذا الخط يمر على كـ أيضًا. ولأن د ز يساوي ز ه يكون أيضًا ط ح مساويًا ‹لـ ح كـ›؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹ه› إذا كانت نسبة الأول إلى الثاني كنسبة الثالث إلى الرابع وكانت نسبة الخامس إلى السادس كنسبة الأول إلى قدرٍ آخر، فإن نسبة مربع الأول ‹إلى› الذي يكون من ضرب الثاني في القدر الآخر كنسبة الذي يكون من ضرب الثالث في الخامس إلى الذي يكون من ضرب الرابع في السادس.

3 ا ط: ا ط – 7 ز ح: ز ح – 12 وكانت: فكانت.

Soit le rapport de la première, qui est *A*, à la seconde, qui est *B*, égal au rapport de la troisième, qui est *C*, à la quatrième, qui est *D*. Soit le rapport de la première, qui est *A*, à une autre grandeur, qui est *E*, égal au rapport de la cinquième, qui est *G*, à la sixième, qui est *H*.

Je dis que le rapport du carré de *A* au produit de *B* par *E* est égal au rapport du produit de *C* par *G* au produit de *D* par *H*.

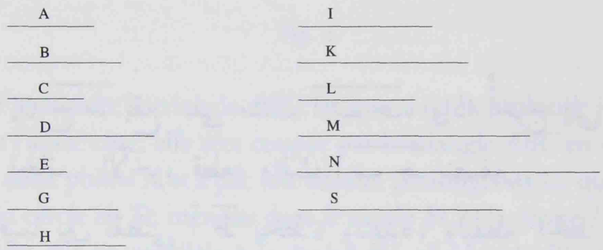
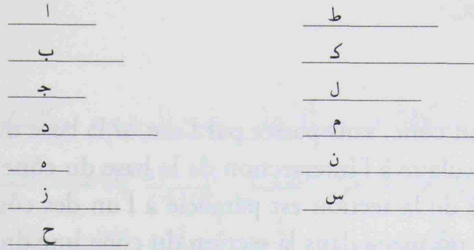


Fig. 5

Que ce qui est égal au carré de *A* soit la grandeur *I*; soit *K* égale au produit de *A* par *B*, soit *L* égale au produit de *B* par *E*, soit *M* égale au produit de *C* par *G*, *N* égale au produit de *G* par *D* et *S* égale au produit de *D* par *H*, alors le rapport de *A* à *B* est égal au rapport du carré de *A* au produit de *A* par *B*; mais ceci est le rapport de *I* à *K*. Le rapport de *C* à *D* est égal au rapport du produit de *C* par *G* au produit de *G* par *D*, qui est le rapport de *M* à *N*; donc le rapport de *I* à *K* est égal au rapport de *M* à *N*. De même, le rapport de *A* à *E* est égal au rapport de *G* à *H*; mais le rapport de *A* à *E* est égal au rapport du produit de *A* par *B* au pro-
166r duit de *B* par *E*, qui est le rapport de *K* à *L*. Le rapport de *G* à *H* / est égal au rapport du produit de *G* par *D* au produit de *D* par *H*; mais ceci est le rapport de

فليكن نسبة الأول – وهو ا – إلى الثاني – وهو ب – كنسبة الثالث وهو جـ إلى الرابع وهو د. وليكن نسبة الأول وهو ا إلى قدر آخر وهو ه كنسبة الخامس وهو ز إلى السادس وهو ح.

فأقول: إن نسبة مربع ا إلى الذي يكون من ضرب ب في ه كنسبة الذي يكون من ضرب جـ في ز إلى الذي يكون من ضرب د في ح.



فليكن المساوي لمربع ا قدر ط، وليكن ک مساويًا للذي يكون من ضرب ا في ب، وليكن ل مساويا للذي يكون من ضرب ب في ه، وليكن م مساويًا للذي يكون من ضرب جـ في ز، ون مثل الذي يكون من ضرب ز في د، وس مثل الذي يكون من ضرب د في ح، فنسبةُ ا إلى ب كنسبة مربع ا إلى الذي يكون من ضرب ا في ب، وهذا هو نسبة ط إلى ک. ونسبة جـ إلى د كنسبة الذي يكون من ضرب جـ في ز إلى الذي يكون من ضرب ز في د الذي هو نسبة م إلى ن، فيكون نسبة ط إلى ک كنسبة م إلى ن. وأيضًا فإن نسبة ا إلى ه كنسبة ز إلى ح، ونسبة ا إلى ه كنسبة الذي يكون من ضرب ا في ب إلى الذي يكون من ضرب ب في ه الذي هو نسبة ک إلى ل. ونسبة ز إلى ح / كنسبة الذي يكون من ضرب ز في د إلى الذي يكون من ضرب د في ح، ١٦٦

1 كنسبة: نسبة – 4 كنسبة: نسبة – 5 د: جـ د – 6 لمربع: المربع – 8 ون: وز / وس: ويس – 12 ن (الأولى والثانية): ز – 13 ونسبة: وكنسبة – 14 ز: د.

N à *S*, donc le rapport de *K* à *L* est égal au rapport de *N* à *S*; par le rapport d'égalité, on a le rapport de *I* à *L* égal au rapport de *M* à *S*. Mais *I* est le carré de *A*, *L* est le produit de *B* par *E*, *M* est le produit de *C* par *G* et *S* est le produit de *D* par *H*; le rapport du carré de *A* au produit de *B* par *E* est donc égal au rapport du produit de *C* par *G* au produit de *D* par *H*. Ce qu'il fallait démontrer.

<**6**> Si un plan coupe un cône, sans passer par l'axe, si la base du triangle passant par l'axe est perpendiculaire à l'intersection de la base du cône et du plan de la section et si le diamètre de la section est parallèle à l'un des côtés du triangle qui passe par l'axe, alors si on mène dans la section du cône une droite parallèle à l'intersection du plan de la section et de la base du cône jusqu'à ce qu'elle aboutisse au diamètre, cette droite peut la surface limitée par la droite séparée par cette droite sur le diamètre, du côté du sommet de la section, et une autre droite telle que son rapport à la droite qui joint le sommet du cône au sommet de la section soit égal au rapport du carré obtenu de la base du triangle au produit de l'un des deux côtés du triangle qui restent, par l'autre. Cette section est appelée parabole.

Soit un cône et soit le triangle *ABC* le triangle qui passe par son axe. Que le plan *LDN* coupe le cône, et que cette section coupe le triangle suivant la droite *DL* parallèle au côté *AC*, qu'elle coupe la base *BC*[8] suivant la droite *KL*, qui coupe la droite *BC* suivant un angle droit. Soit le rapport du carré de *BC* au pro-

8. La base est le cercle de diamètre *BC*.

وذلك هو نسبة ن إلى س، فيكون نسبة كـ إلى ل كنسبة ن إلى س، وفي نسبة المساواة يكون نسبة ط إلى ل كنسبة م إلى س. وط هو مربع ا ول هو الذي يكون من ضرب ب في ه، وم هو الذي يكون من ضرب جـ في ز، وس هو الذي يكون من ضرب د في ح، فنسبة مربع ا إلى الذي يكون من ضرب ب في ه كنسبة الذي يكون من ضرب جـ في ز إلى الذي يكون من ضرب د في ح؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹و› إذا قطع سطحٌ شكلاً صنوبريًّا على غير السهم، وكانت قاعدة المثلث الذي يمر بالسهم على زاوية قائمة من الفصل المشترك لقاعدة الشكل الصنوبريّ ولسطح القطع، وكان قطر القطع موازيًا لأحد أضلاع المثلث الذي يمر بالسهم، فإنه إن أخرج في قطع الشكل الصنوبريّ خطٌّ موازٍ للفصل المشترك لسطح القطع ولقاعدة الشكل الصنوبري حتى ينتهي إلى القطر، فإن هذا الخطّ يقوى على السطح الذي يحيط به الخط، الذي يقطعه هذا الخط من القطر، مما يلي رأس القطع، وخط آخر مستقيم تكون نسبته إلى الخط الذي بين رأس الشكل الصنوبري وبين رأس القطع كنسبة المربع الذي يكون من قاعدة المثلث إلى الذي يكون من ضرب أحد الضلعين الباقيين من المثلث ‹في› الآخر، ويُسمى هذا القطع بارابولي.

فليكن شكل صنوبري، وليكن المثلث الذي يجوز على سهمه مثلث ا ب جـ، وليقطع الشكلَ ‹الصنوبري› السطحُ ل د ن، وليقطع هذا القطعُ المثلث على خط د ل الذي هو موازٍ لضلع ا جـ، وليقطع قاعدة ب جـ على خط كـ ل الذي [هو] ‹يقطع› خط ب جـ على زاوية قائمة؛ ولتكن نسبة مربع ب جـ إلى

1 ن (الأولى): د / ن (الثانية): ز – 2 وط: ف ط / الذي: مكررة – 3 جـ: ح – 6 ح: حـ – 7 وكانت: كانت – 8 الفصل: الفصل – 9 وكان: فكان – 16 بارابولي: باراحولي – 18 ل د ن: ر د ف – 19 د ل: د ا / ا جـ: ا ب.

duit de *CA* par *AB* égal au rapport de *ED* à *DA*. Que *ED* soit parallèle à la droite *KL* et qu'elle coupe *DL* suivant des angles droits. Marquons sur la section le point *S* et menons du point *S* une droite parallèle à *KL*, soit *SI*; qu'on achève le tracé du rectangle *IE*.

Je dis que *IS* peut le rectangle *IE*.

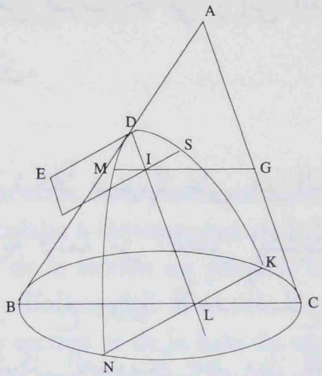
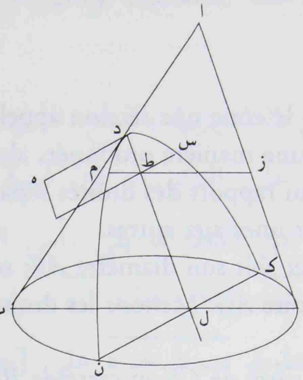


Fig. 6

Faisons passer par le point *I* une droite parallèle à *BC*, soit *MG*. Puisque le rapport de *BC* à *CA* est égal au rapport de *MI* à *ID* et que le rapport de *CB* à *BA*
166v est égal au rapport de *IG* à *DA*, / le rapport du carré de *BC* au produit de *BA* par *AC* est égal au rapport du produit de *MI* par *IG* au produit de *ID* par *AD*, qui est égal au rapport de *ED* à *DA*. Mais le rapport de *ED* à *DA* est égal au rapport du produit de *ED* par *GI* au produit de *IG* par *DA*, le rapport du produit de *ED* par *GI* au produit de *IG* par *DA* est donc égal au rapport du produit de *MI* par *IG* au produit de *ID* par *DA*; le produit de *ED* par *DI* est donc égal au produit de *MI* par *IG*. Mais puisque *MG* est parallèle à la droite *BC* et que *SI* est parallèle à *KL*,

الذي يكون من ضرب جـ ا في ا ب كنسبة ه د إلى د ا، وليكن ه د موازيًا لخط كـ ل [على] ‹وليقطع› د ل على زوايا ‹قائمة›. ونتعلم على القطع نقطة س، ونخرج من نقطة س خطًا يوازي كـ ل وهو س ط، ويتم تخطيط سطح ط ه.

فأقول: إن ط س يقوى على سطح ط ه.



ونجيز على نقطة ط خطًا يوازي ب جـ وهو م ز. فلأن نسبة ب جـ إلى جـ ا كنسبة م ط إلى ط د ونسبةَ جـ ب إلى ب ا كنسبة ط ز إلى د ا، / يكون ١٦٦ نسبة مربع ب جـ إلى الذي يكون من ضرب ب ا في ا جـ كنسبة الذي يكون من ‹ضرب› م ط في ط ز إلى الذي يكون من ضرب ط د في ا د ‹التي هي› كنسبة ه د إلى د ا: ونسبة ه د إلى د ا كنسبة الذي يكون من ضرب ه د في ز ط إلى الذي يكون من ضرب ط ز في د ا، فنسبة الذي يكون من ضرب ه د في ز ط إلى الذي يكون من ضرب ط ز في د ا كنسبة الذي يكون من ضرب م ط في ط ز إلى الذي يكون من ضرب ط د في د ا؛ فالذي يكون من ضرب ه د في د ط مساويًا للذي يكون من ضرب م ط في ط ز. ولأن م ز موازٍ لخط

1 ه د (الأولى): ه ز – 5 م ز: من – 6 م ط: هط / ط د: ط ر / ط ز: ط ن – 7 ب ا: يا – 8 ط ز: ط ن / ط د: يا / ا د: اح – 10 ز ط: نط / فنسبة: نسبة – 11 ز ط: يط – 12 ط ز: ط ن / ط د: ط ز – 13 ه د: ه ز

le plan *MIS* est parallèle à la base du cône; cette section[9] est donc un cercle de diamètre *MG*. Mais *IS* est perpendiculaire à *MG* car *KL* est aussi perpendiculaire à *BC*, le carré de *SI* est donc égal au produit de *MI* par *IG*, et ainsi le rectangle *EI* lui sera aussi égal. Qu'on appelle cette droite "celle qui est du côté de la droite qui peut" et qu'on l'appelle également "le côté droit". Ce qu'il fallait démontrer.

<7> Si on coupe <dans> le cône une section appelée parabole et si on mène à son diamètre des droites d'une manière ordonnée, alors le rapport de leurs carrés les uns aux autres est égal au rapport des droites séparées sur le diamètre du côté du sommet de la section les unes aux autres.

Soit une parabole *ABC* et soit son diamètre *AE*; soit la droite qui est du côté de la droite qui peut, la droite *AG*. Menons les droites *BD* et *CE* d'une manière ordonnée.

Je dis que le rapport du carré de *CE* au carré de *BD* est égal au rapport de *EA* à *AD*.

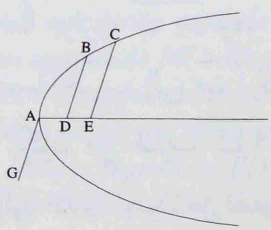


Fig. 7

Puisque le carré de *CE* est égal au produit de *EA* par *AG* et que le carré de *BD* est égal au produit de *DA* par *AG* et que le rapport du produit de *EA* par *AG* au

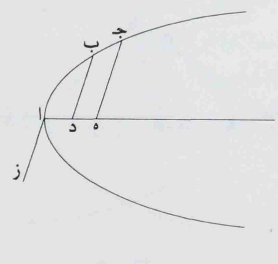
9. Par le plan *MIS*.

ب جـ وس ط موازٍ لـ كـ ل. يكون سطح م ط س موازيًا لقاعدة الشكل الصنوبريّ، وهذا القطع دائرة قطرها م ز. وط س عمود على م ز لأن كـ ل أيضاً عمود على ب جـ، فمربع س ط مساوٍ للذي يكون ‹من ضرب› م ط في ط ز، وكذلك يكون سطح ه ط أيضًا مساويًا له. فليُسمَّ هذا الخط: الذي يلي الخط الذي يقوى، وليُسمَّ أيضًا الخط المنتصب، وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹زَ› إن قُطع الشكل الصنوبريّ بالقطع الذي يُسمّى البارابولي وأُخرجت إلى قطره خطوط مستقيمة على الترتيب، فإن نسبة مربعاتها بعضها إلى بعض كنسبة الخطوط التي تنقطع من القطر مما يلي رأس القطع، بعضها إلى بعض.

فليكن بارابولي ا ب جـ وليكن قطره ا ه، والخط الذي يلي الخط الذي يقوى خط ا ز، ولنخرج خطوط ب د جـ ه على [جـ] الترتيب.

فأقول: إن نسبة مربع جـ ه إلى مربع ب د كنسبة ه ا إلى ا د.



لأن مربع جـ ه مساوٍ للذي يكون من ضرب ه ا في ا ز ومربع ب د مساوٍ للذي يكون من ‹ضرب› د ا في ا ز ‹ونسبة الذي يكون من ضرب ه ا في ا ز

1 م ط س : ميطس – 2 دائرة: دايرها / م ز (الأولى والثانية) : م ن / عمود: عمودًا – 3 ط ز: ط ن – 4 فليسمَّ: فليسمى – 5 وليسمَّ: وليسمى – 6 إن قطع ... بالقطع: أي إن قطع من الشكل الصنوبري القطع / البارابولي: الباراتولي، يكتبها هكذا وسنصححها دون الإشارة إليها – 7 خطوط : خطوطا / نسبة: نسبته – 12 ب د: ب ز.

produit de *DA* par *AG* est égal au rapport de *EA* à *AD*, le rapport du carré de *CE* au carré de *BD* est égal au rapport de *EA* à *AD*. Ce qu'il fallait démontrer.

<8> Si on marque un point sur une parabole, si de ce point on mène l'une des droites ordonnées au diamètre et si on prolonge le diamètre de la parabole jusqu'à ce que la partie qui en est séparée à l'extérieur soit égale à la partie que la droite ordonnée sépare du diamètre du côté du sommet de la section, alors la droite qui joint l'extrémité de cette droite prolongée et le point qui a été marqué dans la section du cône, sera tangente à la section du cône.

167r Soit la parabole / *AC* et soit *AD* son diamètre; menons du point *C* la droite ordonnée *CD*, prolongeons le diamètre jusqu'à ce que *AG* soit égale à *AD* et joignons le point *G* au point *C* par la droite *GC*.

Je dis que *GC* est une droite tangente à la parabole.

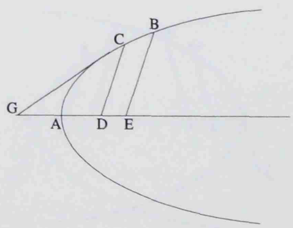


Fig. 8

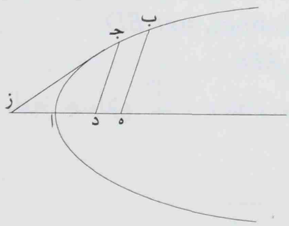
S'il était possible qu'il en soit autrement et qu'elle ne soit pas tangente, alors qu'elle la coupe. Soit le point *B* sur la partie de la droite qui est située à l'intérieur de la figure; menons la droite *BE* parallèle à la droite *CD*. Puisque *AD* est égale à la droite *AG*, le carré de *DG* est quatre fois le produit de *DA* par *AG*. Mais puisque la droite *AG* n'est pas égale à la droite *AE*, le carré de *GE* est plus grand que

إلى الذي يكون من ضرب د ا في ا ز› كنسبة ه ا إلى ا د، فنسبة مربع جـ ه إلى مربع ب د كنسبة ه ا إلى ا د، وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹ح› إذا تعلّمت نقطة في شكل البارابولي وأخرج منها خط مستقيم من خطوط الترتيب إلى القطر، وأخرج القطر من البارابولي حتى يكون ما يُقطع منه خارجًا مساويًا للجزء الذي يقطعه الخط المرتب من القطر مما يلي رأس القطع، فإن الخط الذي يصل فيما بين طرف هذا الخط المخرج وبين النقطة التي تعلمت في قطع الشكل الصنوبريّ يماسّ قطع الشكل الصنوبريّ.

فليكن بارابولي / ا جـ، وليكن قطره ا د ولنخرج من نقطة جـ خط جـ د ٦٧
المرتب، ولنخرج القطر على استقامة حتى يكون ا ز مثل ا د، ونصل نقطة ز بنقطة جـ بخط ز جـ.

فأقول: إن ز جـ خط مماسٌّ للبارابولي.



فإن كان يمكن غير ذلك ولا يكون مماسًا فليكن قاطعًا. ولتكن نقطة ب على الجزء الذي يقع من الخط داخل الشكل، ونخرج خط ب ه موازيًا لخط جـ د. فلأن ا د مساوٍ لخط ا ز يكون مربع د ز أربعة أمثال الذي يكون من ضرب د ا في ا ز. ولأن خط ا ز غير مساوٍ لخط ا ه يكون مربع ز ه أعظم من أربعة

6 وبين: تقرأ «راس» – 8 ا جـ: ا ب جـ – 14 مساوٍ: مساويًا – 15 ا ز (الأولى): ا د.

quatre fois le produit de *GA* par *AE*. Le rapport du carré de *GD* au produit de *GA* par *AD* est donc plus petit que le rapport du carré de *GE* au produit de *GA* par *AE*. Si nous permutons également, nous avons le rapport du carré de *DG* au carré de *GE* plus petit que le rapport du produit de *GA* par *AD* au produit de *GA* par *AE*; il est par conséquent plus petit que le rapport de *DA* à *AE*, car *AG* est égale à *AG*. Mais le rapport du carré de *GD* au carré de *GE* est égal au rapport du carré de *CD* au carré de *BE*; le rapport du carré de *CD* au carré de *BE* est donc plus petit que le rapport de *DA* à *AE*, ce qui est impossible car son rapport à lui est plus grand, puisqu'il est à l'intérieur de la section; la droite *CD* est donc tangente à la section. Ce qu'il fallait démontrer.

<9> Si une droite est tangente à une parabole, si cette droite rencontre le diamètre de la parabole et si on mène du point de contact une droite ordonnée, alors le segment que cette droite sépare du diamètre du côté du sommet de la parabole est égal à ce qui est entre l'extrémité du diamètre et le point de rencontre du diamètre et de la tangente, et il n'y a aucune droite entre la tangente et la section.

Soit la parabole *AB*, son diamètre *AI* et la droite *BG* qui lui est tangente; qu'on mène du <point> *B* une ordonnée, soit *BD*.

Je dis que *AG* est égale à *AD*.

أمثال الذي يكون من ضرب ز ا في ا ه. فنسبة مربع ز د إلى الذي يكون من ضرب ز ا في ا د أقل من نسبة مربع ز ه إلى الذي يكون من ضرب ز ا في ا ه. وإذا بدلنا أيضًا تكون نسبة مربع د ز إلى مربع ز ه أقل من نسبة الذي يكون من ضرب ز ا في ا د إلى الذي يكون من ضرب ز ا في ا ه، فهي إذًا أقل من نسبة د ا إلى ا ه لأن ا ز مثل ا ز. ونسبة مربع ز د إلى مربع ز ه كنسبة مربع جـ د إلى مربع ب ه، فنسبة مربع جـ د إلى مربع ب ه أقل من نسبة د ا إلى ا ه، وهذا غير ممكن، لأن نسبته إليه أعظم، لأنه في داخل القطع؛ فخط جـ د يماسّ القطع؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

⟨ط⟩ إذا كان خط مستقيم مماسّ لشكل بارابولي، والتقى هذا الخط وقطر البارابولي، وأخرج من النقطة التي يكون عليها التماسُّ خطٌّ مستقيم مرتب، فإن القطعة التي يقطعها هذا الخط مما يلي رأس القطع من القطر مساوية لما بين طرف القطر وملتقى القطر والخط المماس، وليس فيما بين الخط المماس والقطع خطٌّ مستقيم.

فليكن البارابولي ا ب وقطره ا ط ويماسه خط ب ز، وليخرج من ب خط مرتب وهو ب د.

فأقول: إن ا ز يساوي ا د.

4 ز ا (الأولى): ز ل / يكون: ا بكون – 5 ا ز (الأولى والثانية): ا د – 11 مساوية: مساوٍ – 12 وملتقى: والتقى – 14 ب ز: ب ن – 16 ا د: ا ب.

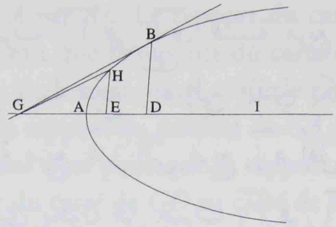


Fig. 9

S'il était possible qu'il n'en soit pas ainsi, alors qu'il en soit autrement; faisons
167v la droite *AE* égale à la droite *AG*, menons la droite *HE* parallèle à la droite / *DB* et joignons le point *G* au point *H*. Si on prolonge cette droite, elle se situe à l'extérieur de la section, comme nous l'avons montré. Si on prolonge *GH* jusqu'à *GB*, elle la coupe en un point autre que le point *G*; ceci n'est pas possible. La droite *AG* est donc égale à la droite *AD*.

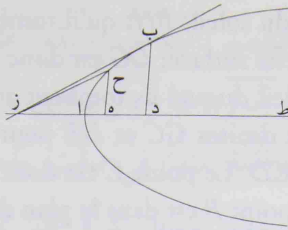
Je dis également qu'aucune droite ne tombera entre la section et la droite *BG*. Si en effet une droite tombe <dans cet espace>, alors ce qu'elle sépare[10] de la droite[11] sera aussi égal à ce que nous avons mentionné précédemment; or ceci n'est pas possible. Ce qu'il fallait démontrer.

Comme nous avons d'abord montré les choses que nous avons mentionnées du premier livre de l'ouvrage d'Apollonius sur la figure conique, il n'y a rien après cela dont nous ayons besoin, des premier et second livres de l'ouvrage de Dtrūms sur l'embrasement.

<II – Du livre de Dtrūms sur l'embrasement>

<10> Si on construit la surface d'un miroir par une parabole et si les rayons tombent sur sa face concave parallèlement à l'axe, alors ils se réfléchissent vers l'axe de la parabole; ils se réfléchissent au point de l'axe de la parabole dont la distance au sommet du diamètre de la parabole est égale au quart du côté droit.

10. Litt.: entoure.
11. Diamètre.



وإن كان يمكن غير ذلك فلا يكون كذلك، ونجعل خط ا ه مساويًا لخط
ا ز، ونخرج خط ح ه موازيًا لخط / د ب، ونصل نقطة ز بنقطة ح، فهذا الخط ٦٧
إذا أخرج على استقامة وقع خارج القطع كما بيّنا. وإن أُخرج ز ح إلى ز ب
وقطعه على نقطة أخرى غير نقطة ز، فهذا غير ممكن. فخط ا ز مساوٍ لخط ا د.

وأيضًا فإني أقول: إنه لا يقع فيما بين القطع وبين خط ب ز خطٌّ مستقيم. فإنه إن وقع صار ما يحويه أيضًا من الخط مساويًا للذي ذكرنا آنفًا، وهذا غير ممكن؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

أما إذْ قد بيّنا أولاً الأشياءَ التي ذكرناها من المقالة الأولى من كتاب أبولونيوس في الشكل الصنوبري، فليس بعد هذا ما نحتاج إليه من المقالة الأولى والثانية من كتاب دترومس في الإحراق.

‹٢ – من كتاب دترومس في الإحراق›

‹ي› إذا عُمل بسيطُ مرآة بارابولي ووقعت على جهته العميقة شعاعاتٌ موازيةٌ للسّهم فإنها تنعطف إلى سهم البارابولي، وهي تنعطف من سهم البارابولي إلى النقطة التي بُعدها من رأس قطر البارابولي مثل ربع الخط المنتصب.

1 مساويًا: مساوٍ – 2 ح ه: جـ ه / موازيًا: مواز / د ب: لـد ب – 12 بسيط: بسط.

Imaginons l'un des rayons du soleil, *BH*; qu'il tombe sur la surface du miroir au point *B*, soit *CG* l'axe de cette surface; *CG* est donc parallèle à *BH*, car chacun d'eux est un des rayons du soleil duquel ils tombent au même moment. Traçons le plan qui passe par les deux droites *GC* et *HB* pour qu'il coupe la surface du miroir suivant la parabole *ABCD*. Le point *C* est donc le sommet de la parabole et le rayon qui se réfléchit du point *B* est dans le plan de la parabole *ABCD*. Or il est clair, d'après ce que l'on observe dans les choses, que le rayon visuel et le rayon du soleil se réfléchissent sur les choses lisses et polies, et il est évident aussi pour les choses apparentes que la réflexion est dans le plan où se trouve le rayon incident. Nous montrons cela d'une autre manière, qui ne lui est pas inférieure, puisque si la réflexion[12] n'était pas dans le plan *ABCD*, elle ne serait pas dans d'autres parties; et comment pourrait-elle être dans les parties qui sont dans l'un des deux côtés du plan *ABCD* sans être dans <celles qui sont de> l'autre côté, étant donné que leur inclinaison par rapport à la parabole *ABCD* est une inclinaison semblable. Il apparaît donc que la réflexion a lieu vers l'axe de la parabole.

Je dis que tous les rayons se rencontrent en un seul point dont la distance au sommet de la parabole est égale au quart du côté droit; la position à laquelle parvient la lumière sera donc une seule position et l'embrasement des choses qui sont proches de la parabole sera dans cette position.

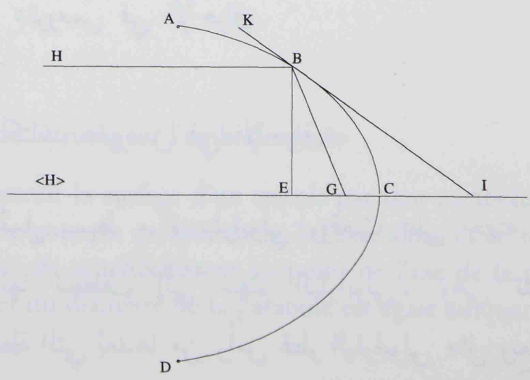
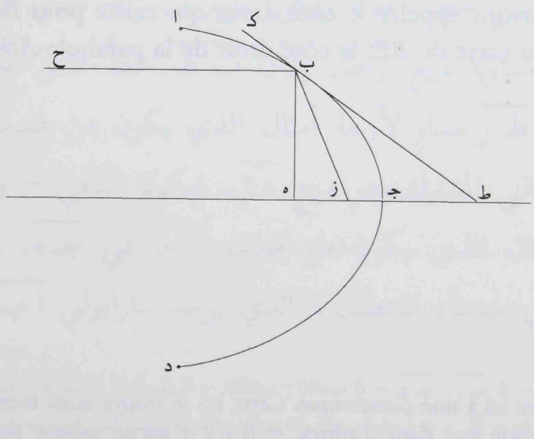


Fig. 10

12. Il sous-entend le rayon réfléchi.

ولنتوهم أحد شعاعات الشمس ب ح، وليقع على بسيط المرآة على نقطة ب، وليكن سهم هذا البسيط جـ ز، فـ جـ ز يوازي ب ح لأن كلَّ واحدٍ منهما شعاعٌ من شعاعات الشمس الواقعة منها في وقت واحدٍ. ونخرج السطحَ الذي يجوز على خطي ز جـ ح ب وليقطع بسيط المرآة على بارابولي ا ب جـ د. فنقطة جـ هي رأس البارابولي والشعاع الذي ينعطف من نقطة ب هو في سطح بارابولي ا ب جـ د. وهو بيّنٌ مما يُشاهد في الأشياء أن ‹شعاع› البصر وشعاع الشمس ينعطفان من الأشياء المُلْس المصقولة، وهو بيّنٌ أيضًا في الأشياء الظاهريّة، أن الانعطاف يكون في السطح الذي فيه الشعاع الواقع. ونبيّن ذلك بوجهٍ آخر ليس بدون هذا، لأنه إنْ لم يكن الانعطاف في سطح ا ب جـ د فليس يكون في غير ذلك من الأجزاء، وكيف يكون في الأجزاء التي في إحدى ناحيتي سطح ا ب جـ د دون التي في الناحية الأخرى، إذْ كان ميلُها عن بارابولي ا ب جـ د ميلاً متشابهًا؛ فقد تبيّن أن الانعطاف يقع على سهم البارابولي.

فأقول: إن الشعاعات كلها تجتمع إلى نقطة واحدة، بُعدها من رأس البارابولي مثل ربع الخط المنتصب، فيكون الموضع الذي يصل إليه الضوء موضعًا واحدًا، وإحراق ما دنا منه من الأشياء يكون في ذلك الموضع.



1 أحد: اخر – 3 منها: منهما – 4 ح ب: حـ ب – 9 هذا: هذه – 14-15 موضعًا واحدًا: موضع واحد –
15 دنا: دنى.

Démonstration: La réflexion à partir de la ligne *ABCD* sera dans le plan *ABCD*, soit *BG*. Menons du point *B* une perpendiculaire à l'axe *CG*, soit *BE*; que la
168r droite *IK* tangente / à la parabole coupe la droite *CG* au point *I* si on prolonge celle-ci. Si donc nous imaginons la surface du miroir placée sur la droite *IK*, si elle est perpendiculaire au plan *ABCD* et si chacune des deux droites *CG* et *BH* est parallèle au soleil, il est clair que si on enlève la surface du miroir *ABCD* et si le rayon *BH* tombe de cette manière, il s'ensuit dans la réflexion la même position que celle dans laquelle a eu lieu sa réflexion à partir de la surface du miroir, parce que le retour du rayon se fera alors également à partir du point de contact et de rapprochement des deux miroirs, qui est le point *B*. La surface du miroir est plane, la réflexion se fera donc suivant des angles égaux, car il a été montré dans le traité sur les *Miroirs*[13] que ceci se produit dans toute surface dont les parties sont aplanies; et si, aux deux points *H* et *G*, se trouvaient deux observateurs, chacun verrait son compagnon en même temps, les rayons de chacun d'eux se retourneraient vers l'autre et ils deviendraient comme les deux droites *HB* et *BG*. Que l'angle formé lors de la réflexion à partir de la surface du miroir soit plus petit que cela; il est alors clair que cet angle lui-même sera plus grand et plus petit; ce qui est impossible. Puisque l'angle *IBG* est égal à l'angle *KBH* et que cet angle est égal à l'angle *BIG*, la droite *BG* est égale à la droite *GI* et le carré de *BG*, qui est égal au carré de *BE*, plus le carré de *EG*, est égal au carré de *GI*. Mais puisque *BI* est une droite tangente, *IC* et *CE* sont égaux; le carré de *IG* est donc égal à quatre fois le produit formé de *GC* par *CE*, plus le carré de *EG*. Ôtons ce qui est commun, c'est-à-dire le carré de *EG*; le reste, qui est le carré de *BE*, sera égal à quatre fois le produit formé de *GC* par *CE*. Mais le produit obtenu de la droite que nous avons appelée le côté droit, qui existe pour la parabole *ABCD*, par *CE* est égal au carré de *BE*; le côté droit de la parabole *ABCD* est donc tou-

13. Dtrūms se réfère ici à une *Catoptrique*. Cette loi se trouve aussi bien dans la *Catoptrique* attribuée à Euclide que dans d'autres, et il n'y a aucun moyen pour déterminer ici la source de l'auteur.

وبرهان ذلك: أن الانعطاف الذي يكون من خط ا ب جـ د هو ‹في› سطح ا ب جـ د، فليكن ب ز. ونخرج من نقطة ب عمودًا على سهم جـ ز، وهو ب ه؛ وليقطع خط ط كـ – المماس / للبارابولي – على نقطة ط [تمر] من ٦٨ خط جـ ز إذا أُخرج. فإنْ توهمنا سطح مرآةٍ موضوعًا على خط ط كـ، وكان قائمًا على سطح ا ب جـ د على زوايا قائمة، وكان كل واحدٍ من خطي جـ ز ب ح محاذيًا للشمس، فهو بيّنٌ أنّا إنْ رفعنا بسيط مرآة ا ب جـ د ووقع شعاعُ ب ح مثل هذا الوقوع، يلزم في الانعطاف الموضع الذي كان فيه عند انعطافه من بسيط المرآة، لأن رجوعَ الشعاع يكون عند ذلك أيضًا من موضع مماسة للمرآتين وتزاحمهما، وهو نقطة ب. وبسيط المرآة هو مسطحٌ، فالانعطاف يكون على زوايا متساوية، لأنه قد تبيّن في *القول في المرايا* أن هذا يعرض في كل بسيط متساوي الأجزاء؛ ولو كان على نقطتي ح ز ناظران لرأى كل واحدٍ منهما صاحبه معًا، ولرجعت شعاعات كل واحدٍ منهما إلى الآخر، وصارت كخطي ح ب ب ز. فهب أن الزاوية التي تحدثُ عند الانعطاف التي تكون من بسيط المرآة أصغر من ذلك، فبيّنٌ أنها تصير هي نفسُها أكبرَ وأصغرَ، وهذا غير ممكن. ولأن زاوية ط ب ز مساوية لزاوية كـ ب ح وهذه الزاوية هي مثل زاوية ب ط ز، يكون خط ب ز مثل خط ز ط، ويكون مربع ب ز – الذي هو مثل مربع ب ه ‹ومربع› ه ز – مساويًا لمربع ز ط. ولأن ب ط خطٌّ مماسٌ يكون ط جـ جـ ه متساويين، ومربع ط ز مساوٍ لأربعة أمثال الذي يكون من ضرب ز جـ في جـ ه مع مربع ه ز. ونلقي المشترك وهو مربع ه ز، فيكون الباقي – وهو مربع ب ه – مساويًا لأربعة أمثال الذي يكون من ضرب ز جـ في جـ ه. ولكن المجتمع من ضرب الخط الذي سميناه المنتصب، الذي يوجد لبارابولي ا ب جـ د، في جـ ه

4 موضوعًا: موضوع – 5 جـ ز: جـ د – 6 محاذيًا: محاذيًا – 9 للمرآتين: للمرآة / وتزاحمهما: وتزاحمها – 11 متساوي: متساويه – 13 فهب أن: تقرأ «فيجب»، ولا تستقيم الجملة إنْ تُركت على ما هي، والأفصح «فهب» دون «أن» – 15 ط ب ز: طبز – 18 متساويين: متساويان / ز جـ: ز ح – 19 ه ز (الثانية): ه د.

jours quatre fois la droite située entre le point *C* et la position sur laquelle a lieu la réflexion sur l'axe de la section *ABCD*, à partir de laquelle a été construite la surface du miroir.

De même, il nous faut aussi imaginer cela pour toute <droite> qui est tangente à la parabole *ABCD*, quelle qu'elle soit, et pour toute partie de la surface du miroir s'il est formé semblable à cette dernière. Tous les rayons du soleil qui tombent sur la surface du miroir ardent de cette manière et au même moment, s'ils se
168v réfléchissent sur la surface du miroir, se rencontrent en / un seul point et se serrent les uns les autres sur ce point qui est un point sur l'axe du miroir ardent dont la distance au sommet de la figure est égale au quart du côté droit dans cette espèce de section. Nous n'avons pas besoin à cet égard de montrer que les angles qui se forment lors de la réflexion à partir de la surface du miroir sont égaux ou qu'ils sont inégaux. De même, si l'angle *KBH* est égal à l'angle *IBG* et si la différence entre eux et la figure des deux angles n'est pas une différence sensible, la réflexion des rayons sur la parabole ne serait-elle pas suivant ces deux angles? Mais la différence entre eux et la figure des deux angles est les deux angles *CBI* et *KBA*. Ne sont-ils pas les plus petits angles aigus, à côtés mixtilignes[14]? Ils sont ou bien égaux, ou bien il n'y a pas entre eux une différence sensible; les deux angles restants qui sont *CBG* et *ABH* sont ou bien égaux, ou bien il n'y a pas entre eux une différence sensible. Ce qu'il fallait démontrer.

<11> Si on partage une droite en trois parties telles que le rapport du carré de l'une des parties au carré de la partie intermédiaire soit égal au rapport de la droite tout entière à la partie qui reste, alors le produit formé de la droite tout

14. Dans le texte arabe: rectilignes; cf. note de l'édition.

مساوٍ لمربع ب ه، فالمنتصب الذي لبارابولي ا ب جـ د أبدًا أربعة أمثال الخط الذي بين نقطة جـ وبين الموضع الذي يقع عليه الانعطاف من سهم قطع ا ب جـ د الذي عُمل به بسيط المرآة.

وكذلك أيضًا ينبغي أن نتوهم الأمر في جميع ما يماس بارابولي ا ب جـ د كيفما كان، وفي جميع أجزاء بسيط المرآة إذا حدث شبيهٌ بهذا الأخير. وكل شعاعات الشمس التي تقع على بسيط المرآة المحرقة مثل هذا الوقوع، وفي وقتٍ واحدٍ، إذا انعطفت من بسيط المرآة فإنها تجتمع إلى/ نقطة واحدة ويزحم بعضها ١٦٨
بعضًا عليها، وهي نقطة على سهم المرآة المحرقة، وبُعدها من رأس الشكل مثل ربع المنتصب ‹في› هذا النوع من القِطع. وليس نحتاج في هذا إلى أن نبيّن أن الزوايا التي تقع عند الانعطاف – الذي يكون من بسيط المرآة – متساوية، ولا أنها غير متساوية. وأيضًا فإن زاوية كـ ب ح إذا كانت مساوية لزاوية ط ب ز، وكان الاختلاف الذي بينهما وبين شكل الزاويتين ‹ليس باختلاف محسوس› أ ليس يكون انعطاف الشعاع من البارابولي عليهما؟ ‹ولكن الاختلاف الذي بينهما وبين شكل الزاويتين› هو زاويتا جـ ب ط كـ ب ا. أ ليس هما أصغر الزوايا الحادة المستقيمة الخطوط؟ وهما إما متساويتان وإما ألاّ يكون بينهما اختلاف محسوس، فالزاويتان الباقيتان – وهما جـ ب ز ا ب ح – إما أن تكونا متساويتين، وإما ألاّ يكون بينهما اختلاف محسوس؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹يا› إذا قُسم خطٌّ مستقيم بثلاثة أقسام، وكانت نسبة مربع أحد الأقسام إلى مربع القسم الأوسط كنسبة الخط المستقيم كله إلى القسم الباقي، فإن الذي

1 مساوٍ: مساويًا – 5 كيفما: كيف ما / شبيه بهذا الأخير: شبها بهذا الاخر – 7 ويزحم: وتزحم – 8 عليها: وعليها – 11 ط ب ز: ط ز – 14 كـ ب ا: كب – 14-15 أ ليس ... المستقيمة الخطوط: المقصود هو أن زاوية جـ ب ط أصغر من كل زاوية حادة أحد أضلاعها خط ب ط وأن زاوية كـ ب ا أصغر من كل زاوية حادة أحد أضلاعها كـ ب. وربما كان الأصل «أ ليس هما أصغر ‹من› الزوايا الحادة المستقيمة الخطوط» – 15 متساويتان: متساويان – 16 تكونا: يكونا.

entière par la troisième partie que nous avons mentionnée est égal au carré de la droite composée de la partie intermédiaire et de la partie qui reste.

Soit le rapport du carré de *AB* au carré de *BD* égal au rapport de *AE* à *ED*, si la droite est *AE*.

Je dis que le produit de *AE* par *ED* est égal au carré de *EB*.

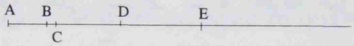


Fig. 11

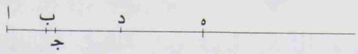
S'il n'en était pas ainsi, qu'il soit égal au carré de *EC*. Le rapport de *AE* à *EC* est donc égal au rapport de *EC* à *ED* et le rapport du reste, qui est *AC*, au reste, qui est *CD*, est égal au rapport de *AE* à *EC*; et en puissance, le rapport du carré de *AE* au carré de *EC* est égal au rapport de *AE* à *ED*; le rapport de *AE* à *ED* est donc égal au rapport du carré de *AC* au carré de *CD*. Mais le rapport du carré de *AB* au carré de *BD* était égal à ce rapport et ceci n'est pas possible; le produit de *AE* par *ED* est donc égal au carré de *EB*. Ce qu'il fallait démontrer.

<12> Si on a une parabole, si on marque sur son diamètre un point, si on fait passer par ce point une des droites ordonnées que l'on prolonge de l'autre côté, si l'on mène de l'une de ses extrémités une droite tangente à la parabole jusqu'au diamètre, si on le prolonge, si on marque sur la droite tangente prolongée un point et si on mène de ce point une droite parallèle au diamètre jusqu'à ce qu'elle aboutisse à la droite ordonnée, alors le rapport de la droite ordonnée à la partie séparée sur cette droite par la droite parallèle au diamètre de l'autre côté de l'ordonnée, est égal au rapport de la droite parallèle au diamètre qui a été menée
169r entre le point donné de la droite tangente et la droite ordonnée à la partie / qui se trouve sur elle entre la droite ordonnée et la parabole. Et si on mène une des

يكون من ضرب الخط كله في القسم الثالث الذي ذكرنا مساوٍ لمربع الخط المركب من القسم الأوسط ومن القسم الباقي.

فليكن نسبة مربع ا ب إلى مربع ب د كنسبة ا ه إلى ه د، إذا كان الخط المستقيم ا ه.

فأقول : إن الذي يكون من ضرب ا ه في ه د مساوٍ لمربع ه ب.



فإن لم يكن كذلك، فليكن مساويًا لمربع ه جـ. فنسبة ا ه إلى ه جـ كنسبة ه جـ إلى ه د، ونسبة الباقي، وهو ا جـ، إلى الباقي، وهو جـ د، كنسبة ا ه إلى ه جـ ؛ وفي القوة تكون نسبة مربع ا ه إلى مربع ه جـ كنسبة ا ه إلى ه د، فنسبة ا ه إلى ه د كنسبة مربع ا جـ إلى مربع جـ د. وقد كانت نسبة مربع ا ب إلى مربع ب د مثل هذه النسبة، وهذا غير ممكن. فالذي يكون من ضرب ا ه في ه د مثل مربع ه ب؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

‹يب› إذا كان بارابولي، وتعلمت على قطره نقطةٌ، وأُجيز عليها خط مستقيم من خطوط الترتيب، وأُنفذ إلى الناحية الأخرى، وأُخرج من أحد طرفي الخط خطٌّ مماس للبارابولي، وإلى القطر إذا أُخرج، وتعلمت على الخط المخرج المماس نقطة، فأخرج من تلك النقطة خط مستقيم موازٍ للقطر حتى ينتهي إلى خط الترتيب، فإن نسبة الخط المرتب إلى الجزء الذي يفصله منه الخط الموازي للقطر من الناحية الأخرى منه كنسبة الخط الموازي للقطر الذي أُخرج فيما بين النقطة المعلومة من الخط المماس وبين خط الترتيب إلى الجزء / الذي يقع منه ١٦٩

1 الثالث: الثاني – 17 للقطر (الأولى): للنقطة.

droites ordonnées sur laquelle on marque un point qui ne soit pas une de ses extrémités, si on mène de ce point une droite parallèle au diamètre, si on mène de l'extrémité de la droite ordonnée — qui est dans une direction autre que celle dans laquelle se trouve le point — à l'extrémité du diamètre, une droite; si, prolongée, elle tombe sur la droite qui a été menée parallèlement à l'axe à l'extérieur de la parabole, alors le rapport de la droite ordonnée à la droite qui est entre le point marqué sur la droite ordonnée et son autre extrémité, est égal au rapport de la droite parallèle à l'axe qui est entre la droite qui passe par l'extrémité du diamètre et la droite ordonnée au segment de cette droite, situé entre la droite ordonnée et la parabole.

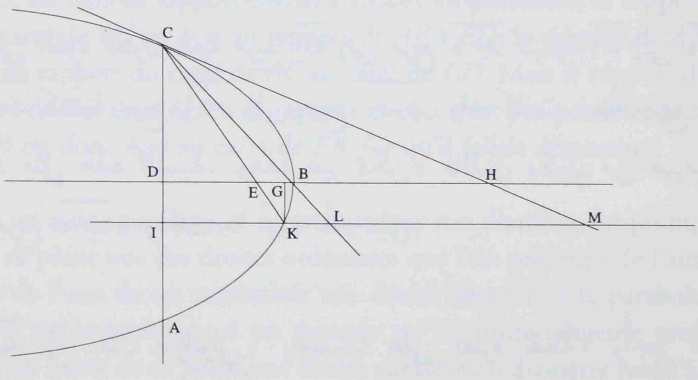
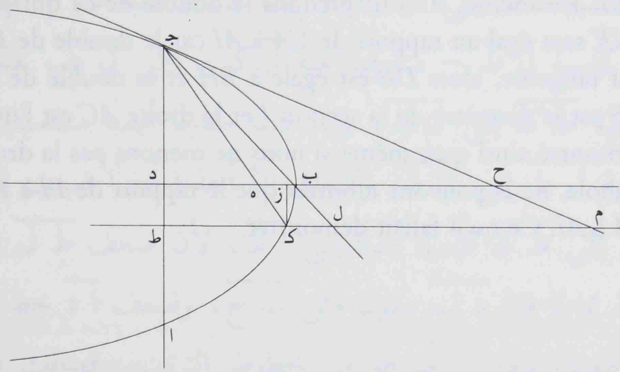


Fig. 12

Soit la section parabolique *ABC* et *BD* son diamètre; soit la droite ordonnée *AC*; que la droite *CH* la touche au point *C* et qu'elle coupe le diamètre au point *H*; soit la droite *MKI* parallèle au diamètre, qui traverse la section au point *K*. Nous voulons montrer que le rapport de *CA* à *AI* est égal au rapport de *MI* à *IK*. Joignons la droite *CB* et prolongeons-la jusqu'au point *L*, menons du point *K*

فيما بين الخط المرتب وبين البارابولي. وإنْ أُخرج خط مستقيم من خطوط الترتيب، وتعلمت عليه نقطة على غير ‹طرفي خط› الترتيب، وأخرج من تلك النقطة خط موازٍ للقطر، وأخرج من طرف الخط المرتب – الذي هو في غير الجهة التي تعلمت فيها النقطة – إلى رأس القطر خط مستقيم وأُخرج فوقع على الخط الذي أخرج موازيًا للسهم خارجًا عن البارابولي، فإن نسبة خط الترتيب إلى الخط الذي فيما بين النقطة التي تعلمت على خط الترتيب وبين طرفه الآخر، كنسبة الخط الموازي للسهم، الذي فيما بين الخط المستقيم الذي يمرّ برأس القطر وبين خط الترتيب، إلى القطعة الواقعة من هذا الخط، فيما بين خط الترتيب وبين البارابولي.



فليكن قطع بارابولي عليه ا ب جـ، وعلى قطره ب د، وليكن فيه خط على الترتيب، وهو ا جـ، وليماسّه على نقطة جـ خط جـ ح، وليقطع القطر على نقطة ح، وليكن الخط الموازي للقطر م كـ ط، وليمرّ من القطع بنقطة كـ، ونريد أن نبيّن أن نسبة جـ ا إلى ا ط كنسبة م ط إلى ط كـ. ونصل خط جـ ب

1 المرتب: المحدود.

une droite parallèle à la droite *CA*, soit *KG*; joignons également la droite *KC* qui coupe la droite *BD* au point *E*. On a dans la section le rapport de *DB* à *BG* égal au rapport du carré de *AD* — c'est-à-dire le carré de *CD* — au carré de *KG* et le rapport du carré de *CD* au carré de *KG* est égal au rapport du carré de *DE* au carré de *EG*, le rapport de *DB* à *BG* est donc égal au rapport du carré de *DE* au carré de *EG*. Et en raison de ce que nous avons montré à ce sujet, on a le produit de *DB* par *BG* égal au carré de *BE* et le rapport de *DB* à *BG* — qui est égal au rapport du carré de *AD* au carré de *DI* — est égal au rapport du carré de *DB* au carré de *BE*; mais ce dernier rapport[15] est égal au rapport du carré de *IL* au carré de *LK*, on a donc également en longueur le rapport de *IL* à *LK* égal au rapport de *DA* à *DI*. Si donc ils sont inversés, ils restent également en proportion: le rapport de *LK* à *LI* est égal au rapport de *DI* à *DA*. Si nous composons, le rapport de *DA* duquel on retranche *DI*, à *DA*, est alors égal au rapport de *LI*, duquel on retranche *LK*, à *LI*; le rapport de *IA* à *DA* est donc égal au rapport de *IK* à *LI*. Et s'ils sont inversés, ils restent aussi en proportion: le rapport de *DA* à *AI* est égal au rapport de *LI* à *KI*. De même, si nous prenons le double de ce qui précède, le rapport de *MI* à *IK* sera égal au rapport de *CA* à *AI* car le double de *IL* est *IM*; car si la droite est tangente, alors *DB* est égale à *BH* et le double de *AD* est la
169v droite *AC*, car *DB* est le diamètre de la section / et la droite *AC* est l'une des ordonnées. Il a été montré ainsi que, même si nous ne menons pas la droite *CHM* tangente à la parabole, nous pouvons montrer que le rapport de *LI* à *KI* est égal au rapport de *DA* à *AI*. Ce qu'il fallait démontrer.

<13> Ayant introduit ce propos, il nous faut montrer maintenant comment construire la ligne de la parabole sur des points rapprochés de la manière la plus accessible et la meilleure.

15. Litt.: ceci.

ونفذه إلى نقطة ل، ونخرج من نقطة كـ خطًا موازيًا لخط جـ ا وهو كـ ز، ونصل أيضًا خط كـ جـ، وليقطع خط ب د على نقطة ه، فيكون في القطع نسبة د ب إلى ب ز كنسبة مربع ا د – الذي هو مربع جـ د – إلى مربع كـ ز، ونسبة مربع جـ د إلى مربع كـ ز كنسبة مربع د ه إلى مربع ه ز، فتكون نسبة د ب إلى ب ز كنسبة مربع د ه إلى مربع ه ز. ولما قد بيّناه في ذلك، يكون المجتمع من ضرب د ب في ب ز مساويًا لمربع ب ه، ونسبة د ب إلى ب ز – التي هي كنسبة مربع ا د إلى مربع د ط – هي كنسبة مربع د ب إلى مربع ب ه؛ وذلك كنسبة مربع ط ل إلى مربع ل كـ. ففي الطول أيضًا تكون نسبة ط ل إلى ل كـ كنسبة د ا إلى د ط، فإذا قلبتا صارتا أيضًا متناسبتين: ⟨نسبة ل كـ إلى ل ط كنسبة د ط إلى د ا. فإذا ركبنا كانت نسبة د ا – منقوصًا منه د ط – إلى د ا كنسبة ل ط – منقوصًا منه ل كـ – إلى ل ط، فتكون نسبة ط ا إلى د ا كنسبة ط كـ إلى ل ط، وإذا قلبتا صارتا أيضًا متناسبتين⟩: نسبة د ا إلى ا ط كنسبة ل ط إلى كـ ط. وكذلك إنْ أخذنا أيضًا ضعف المقدمات، صارت نسبة م ط إلى ط كـ كنسبة جـ ا إلى ا ط، لأن ضعف ط ل هو ط م، لأن الخط إذا كان مماسًا فإن د ب يكون مثل ب ح، وضعف ا د خط ا جـ لأن
د ب هو قطر القطع،/ وخط ا جـ هو من خطوط الترتيب. فهنالك استبان أنّا ١٦٩
وإنْ لم نخرج خط جـ ح م المماس للبارابولي أمكننا أن نبيّن أن نسبة ل ط إلى كـ ط كنسبة د ا إلى ا ط؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

⟨**يج**⟩ فإذْ قدمنا هذا القول، فينبغي أن نبيّن بعد هذا كيف يُعمل خط البارابولي على نقط متقاربة بالوجه الأقرب والأحسن.

1 ل: ا / كـ ز: كـ د – 5 ب ز: ب د – 6 ب ز (الأولى): ب د – 8 ل كـ: ا د – 9 صارتا أيضا متناسبتين: صارت ايضا متناسبة – 14 جـ ا: حـ – 15 ب ح: ب حـ – 18 ا ط: د ط – 20 نقط: نقطة.

Posons la droite *AC* diamètre d'un cercle, qui est le bord du miroir ardent que nous voulons construire, soit le miroir ardent que nous voulons construire[16]; cherchons à trouver la parabole que nous traçons sur les points *A*, *B* et *C* et d'axe *BD*[17]. Joignons la droite *AB* et menons du point *E* — qui est entre *A* et *D* — une droite parallèle à *BD*, soit la droite *EH*. Joignons la droite *CK*[18] et prolongeons-la jusqu'à ce qu'elle coupe la droite *EIH* au point *H*; alors le point *H* est sur la parabole que nous traçons sur les points *A*, *B* et *C*. De même, si nous prenons une autre droite, le point sera <obtenu> d'une manière analogue et il sera sur la parabole.

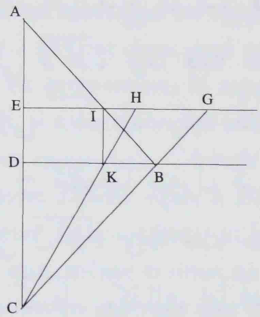


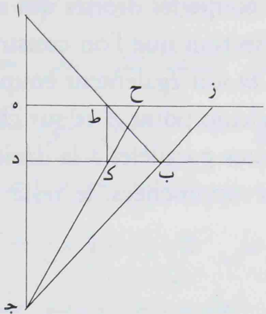
Fig. 13

Démonstration: Menons la droite *EH*, qu'elle coupe la droite *CB* au point *G*. Si on construit la parabole, le rapport de *GE* à *EH* est égal au rapport de *BD* à *DK* et le rapport de *BD* à *DK* est égal au rapport de *BD* à *EI*; et ceci est égal au rapport de *DA* à *AE*; la parabole qui passe par les points *A*, *B* et *C* passe donc par le point *H*.

Cette construction est bonne car on n'a pas besoin de tracer une position autre que la largeur d'une règle qui détermine sa surface, ni de prendre une distance supérieure à la grandeur *BD*. En effet, si nous divisons chacun des <segments>

16. Cette phrase ne semble rien ajouter de nouveau: peut-être était-elle une répétition de la précédente ou bien était-elle à l'origine: "soit <le sommet> du miroir ardent que nous voulons construire <le point *B* sur l'axe de ce cercle>".
17. Litt.: et sur l'axe *BD*.
18. *EH* coupe *AB* en *I* et on a *IK* perpendiculaire à *BD*.

نجعل خط ا جـ قطر دائرة حرف المرآة المحرقة التي نريد أن نعمل، وليكن المرآة المحرقة التي نريد أن نعمل، ولنطلب وجود البارابولي الذي نخط على نقط ا ب جـ وعلى سهم ب د. ونصل خط ا ب، ونخرج من نقطة ه – التي هي فيما بين ا و د – خطًا موازيًا لـ ب د، وهو خط ه ح. ونصل خط جـ كـ وننفذه حتى يقطع خط ه ط ح على نقطة ح، فنقطة ح هي على البارابولي الذي نخط على نقط ا ب جـ. وكذلك أيضًا إنْ أخذنا خطًا آخرَ كانت ‹النقطة› على هذا المثال، فهي على البارابولي.



وبرهان ذلك : أنّا نخرج خط ه ح، وليقطع خط جـ ب على نقطة ز. وإذا عُمل البارابولي، كانت نسبة زه إلى ه ح كنسبة ب د إلى د كـ ونسبة ب د إلى د كـ كنسبة ب د إلى ه ط، وذلك كنسبة د ا إلى ا ه، فنقطة ح يمرّ بها البارابولي الذي يمرّ بنقط ا ب جـ.

وهذا العمل حسنٌ؛ لأنه لا يحتاج إلى رسم موضعٍ من ‹غير› عرض مسطرة يكون بها بسيطه، ولا إلى بُعدٍ أعظم من مقدار ب د. فإنّا إذا قسمنا كل

2-1 وليكن المرآة المحرقة التي نريد أن نعمل: هذه الجملة لا تضيف جديدًا على ما يبدو، فلعلها تكرار لما سبقها أو كانت في الأصل «وليكن ‹رأس› المرآة المحرقة التي نريد أن نعمل ‹نقطة ب على سهم تلك الدائرة›» – 2 نقط: نقطة – 5 ه ط ح: ه كـ ح – 6 نقط: نقطة / خطًا: هطا – 7 فهي: فيمرّ – 8 وليقطع: ولنطعا – 11 بنقط: بنقطه – 13 بها: فيها.

AD et *BD* en parties d'égale grandeur et en nombres égaux, et telles que <les points de division> soient fortement rapprochés selon la voie que nous avons mentionnée, on obtient une seule ligne très différente de la ligne que l'on trace par la progression[19] d'un point par un mouvement continu. S'il peut se produire que la droite *AD* soit divisée en parties égales très rapprochées, de vingtaine en vingtaine, la longueur de la droite *BD* se divise également en parties dont le nombre est un nombre homonyme de celui des parties selon lesquelles a été divisée la droite *AD*. Nous divisons chacune des deux droites *AB* et *BC* en un nombre <de parties> égal à ce nombre et nous joignons les points de division à leurs points homologues; ainsi, nous aurons également divisé la droite *BD*. Nous menons des points de division par lesquels a été divisée la droite *AD*, des droites parallèles à la droite *BD*; puis nous posons une règle sur le point *C* et sur chacun des points
170r situés sur la droite / *BD*, elle coupe les droites qui sont parallèles à la droite *BD*; c'est sur ces positions d'intersection que l'on construit la section qui est entre le point *A* et le point *B*. Que *CD* soit également coupée par des droites parallèles à la droite *BD* et plaçons la règle au point *A* et sur chacun des points qui sont sur *BD*, cette règle coupe les droites parallèles à la droite *BD*. Nous traçons de cette manière, sur les intersections rapprochées, le reste de la section. Ce qu'il fallait démontrer.

<14> Nous avons mentionné et montré tout ce qu'il convient de dire pour fabriquer le miroir construit à l'aide de la parabole par la méthode la plus simple et la plus brève. Il nous faut construire, par une construction proche de cela, <les miroirs> dont la figure est comme une section de sphère.

Si on a un cercle dans lequel on mène des droites parallèles au diamètre dans l'une des moitiés du cercle qui se retournent[20] suivant des angles égaux, et si on mène des perpendiculaires au diamètre à partir du côté du carré et du côté de l'hexagone qui sont inscrits dans le cercle, côtés parallèles au diamètre, à partir

19. Litt.: extension.
20. C'est-à-dire: se réfléchissent.

واحدٍ من ا د ب د بأقسام متساوية العِظم، متساوية العدد، وعلى أشدّ ما يمكن أن يكون تقاربها، على المذهب الذي ذكرنا، كان من ذلك خط واحدٌ كثير المخالفة للخط الذي يُرسم من امتداد نقطةٍ بحركة متصلةٍ. فإذْ قد يعرض لخط ا د أنه إذا قُسم بأقسامٍ متساويةٍ متقاربة جدًا – عشرين عشرين – قُسِم طول خط ب د أيضًا بأجزاء عددها عددٌ سميٌّ لعدد الأجزاء التي انقسم بها خط ا د. فإنّا نقسم كل واحدٍ من خطي ا ب ب جـ بعددٍ مساوٍ لذلك العدد، ونصل نقط الأقسام بالنقط النظيرة لها، فنكون قد قسمنا خط ب د أيضًا. ونخرج من نقط الأقسام التي قُسم بها خط ا د خطوطًا موازيةً لخط ب د؛ ثم نضع مسطرة على نقطة جـ وعلى كل واحدة من النقط التي على خط / ب د، فتقطع الخطوط ١٧٠ التي توازي خط ب د؛ وعلى هذه المواضع التي يكون القَطْعُ عليها تُعمل القِطَع التي فيما بين نقطة ا ونقطة ب. ولْتَقْطع جـ د أيضًا خطوطٌ موازيةٌ لخط ب د. ونضع المسطرة على نقطة ا وعلى كل واحدةٍ من النقط التي على ب د، فتقطع هذه المسطرة الخطوط الموازية لخط ب د. ونرسم بذلك باقي القِطَع على القِطَع المتقاربة، وذلك ما أردنا أن نبيّن.

⟨يد⟩ قد أخبرنا وبيّنا جميع ما يصلح أن يقال في عمل المرآة التي تُعمل بالبارابولي على أقرب مأخذٍ وأوجزه. وينبغي أن يُعمل بقريبٍ من هذا العمل ما كان شكله منها مثلَ قطعة كرةٍ.

إذا كانت دائرة، وأُخرجت فيها خطوط موازيةٌ للقطر في أحد نصفي الدائرة، ورجعت على زوايا متساوية، وأخرجت أعمدة من ضلع المربع وضلع المسدس اللذين يُعملان في الدائرة ويكونان موازيين للقطر، من النواحي التي هي

2 تقاربها: تقاربهما – 3 بحركة: تحركه – 4 عشرين عشرين: عشرون عشرون / قُسِمَ: قسمه – 5 أيضًا: احيانًا / ا د: ا ز – 6 ا ب ب جـ: ا بجـ – 9 فتقطع: فيقع – 12 واحدةٍ: واحد – 18 أحد: احدى.

des positions où ils se trouvent, alors les droites qui sont entre le diamètre et le côté du carré, si elles se retournent une seule fois, coupent une partie du diamètre entre les deux perpendiculaires tombant sur lui, et le côté du carré se réfléchit suivant la perpendiculaire qui tombe de lui sur le diamètre. Les droites qui tombent entre le côté du carré et le côté de l'hexagone que nous avons mentionné, si elles se réfléchissent une seule fois, coupent ce qui est entre l'extrémité du diamètre — laquelle est au-delà des extrémités des perpendiculaires — et la position à laquelle parvient la perpendiculaire menée de l'extrémité du côté du carré et qui parvient au diamètre. Le côté de l'hexagone que nous avons mentionné, s'il revient une seule fois, tombe sur l'extrémité du diamètre, laquelle est au delà du côté auquel parviennent ces perpendiculaires sur le diamètre. Les autres droites lorsqu'elles se réfléchissent en plusieurs réflexions, coupent cette partie du diamètre que les droites, menées entre le côté du carré et le côté de l'hexagone, ont coupée et tombent sur elle[21] si elles se réfléchissent.

Soit le cercle *ABC* dont le centre est *C* et le diamètre *AB* et soient *DK* et *EI* les droites parallèles à *AB*, et *IL* et *KMS* les perpendiculaires qui tombent sur *AB*. Chacune des droites *DK* et *KS* sera le côté d'un carré et *EI* le côté d'un hexagone. Nous voulons montrer que, parmi les droites parallèles au diamètre *AB* qui aboutissent à la circonférence du cercle et la coupent en deux points, celles qui tombent sur l'arc *EHI* se réfléchissent suivant des angles égaux en plusieurs réflexions vers la circonférence du cercle; quant à celles qui tombent sur les deux arcs *IK* et *KB*, elles se réfléchissent par une seule réflexion, et toutes les droites qui tombent sur les deux arcs *EHI* et *KI*, si elles se réfléchissent, coupent la droite *MB*, et toutes celles qui tombent sur *KB* coupent par leur réflexion la droite *LM*, et aucune de celles qui se réfléchissent ne coupe la droite *CL*.

21. Cette partie du diamètre.

فيها إلى القطر، فإن الخطوط التي تقع فيما بين القطر وضلع المربع إذا رجعت مرةً واحدةً قطعت الجزء من القطر الذي فيما بين العمودين الواقعين عليه، وضلعُ المربع ينعكس على العمود الذي يقع منه على القطر، والخطوط التي تقع فيما بين ضلع المربع وضلع المسدس الذي ذكرنا، إذا انعطفت مرةً واحدةً قطعت ما بين طرف القطر – الذي ممّا يلي أطراف الأعمدة – وبين الموضع الذي يصير إليه العمود إذا أُخرج من طرف ضلع المربع وصار إلى القطر. وضلع المسدس الذي ذكرنا، إذا رجع مرةً واحدةً وقع على طرف القطر الذي مما يلي الناحية التي تأتيها هذه الأعمدة من القطر. وسائر الخطوط إذا انعكست انعكاسات كثيرة قطعت ذلك الجزء من القطر الذي قطعته الخطوط التي تخرج فيما بين ضلع المربع وضلع المسدس وتقع عليه إذا انعكست.

فليكن الدائرة ا ب جـ ومركزها جـ وقطرها ا ب، والخطوط التي توازي ا ب، د كـ ه ط، والأعمدة التي تقع على ا ب، ط ل [م ر] كـ م س. فيصير كل واحد من د كـ كـ س ضلع مربع، ويكون ه ط ضلع مسدس. فنريد أن نبيّن أن ‹من› الخطوط التي هي موازية لقطر ا ب التي تنتهي إلى الخط المحيط بالدائرة وتقطعها على نقطتين: أما التي تقع منها في قوس ه ح ط فإنها تنعكس على زوايا متساوية انعكاسات كثيرة إلى الخط المحيط بالدائرة، وأما التي تقع في قوسي ط كـ وكـ ب فإنها تنعطف انعطافًا واحدًا، وكل الخطوط التي تقع على قوسي ه ح ط كـ ط إذا انعطفت قطعت خط م ب، وكل التي تقع على كـ ب فإنها تقطع بانعطافها خط ل م، وليس فيما ينعطف منها البتة شيء يقطع خط جـ ل.

4-5 ما بين: مما بين – 12 ط ل: ط ا – 15 وتقطعها: وىقطع – 18 انعطفت: انقطعت – 20 جـ ل: جـ د.

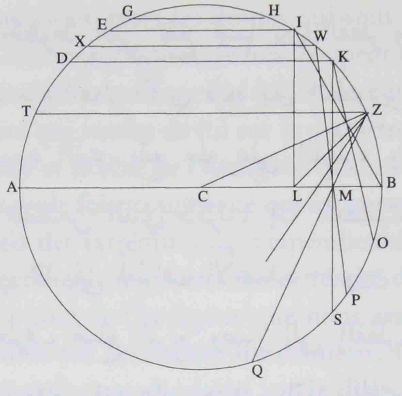
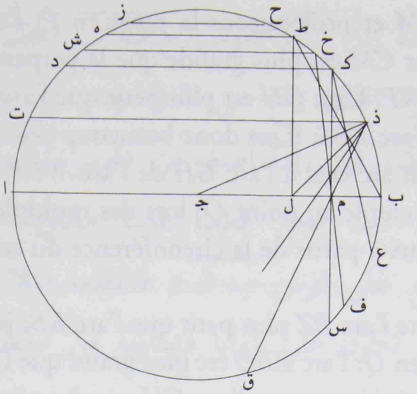


Fig. 14

Coupons d'abord par une droite parallèle à la droite *AB*, soit *GH*, dans l'arc
170v *EHI*. L'arc *GH* est plus petit que l'arc / *HIKB*. S'il est plus petit que lui, ou bien il mesure l'arc *HIKB*, ou bien il ne le mesure pas. S'il le mesure, alors quand les <droites> se réfléchissent en plusieurs réflexions suivant des angles égaux, les réflexions aboutissent en *B*. S'il ne le mesure pas, alors s'il mesure ce qu'il peut mesurer de lui, il reste un arc plus petit que lui, plus petit que l'arc *EHI* et également plus petit que l'arc *IKB*. L'arc qui reste est, ou bien *KB*, ou bien plus grand que l'arc *KB* et plus petit que l'arc *BI*, ou bien plus petit que l'arc *KB*.

Qu'il reste d'abord *KB* qui est plus petit que *GH*. L'une des extrémités de l'arc *GH* aboutit en *K*. Pose donc l'autre extrémité sur l'arc *BS*, car l'arc *KS* est plus grand que l'arc *GH*; qu'elle le coupe au point *O*. La droite qui joint *K* et *O*, qui s'est réfléchie sur l'arc plusieurs fois selon des angles égaux, a coupé la droite *MB*. De même, qu'il reste *BKW* plus petit que l'arc *IKB* et plus grand que l'arc *KB*;



فلنقطع أولاً بخطٍ موازٍ لخط ا ب في قوس ه ح ط، وهو ز ح؛ فقوس ز ح أصغر من قوس / ح ط كـ ب. وإذا كانت أصغر منها فهي إما أن تقدّر ٧٠ قوس ح ط كـ ب وإما ألاّ تقدّرها. فإن كانت تقدّرها فإنها إذا انعطفت انعطافات كثيرة على زوايا متساوية انتهت الانعطافات إلى ب. وإن كانت لا تقدرها فإنها إذا قدّرت ما تقدّره منها فضلتْ قوسٌ أصغر منها، وأصغر من قوس ه ح ط وأصغر أيضًا من قوس ط كـ ب. والقوس التي تبقى إما أن تكون كـ ب وإما أن تكون أعظم من قوس كـ ب وأقل من قوس ب ط وإما أن تكون أقل من قوس كـ ب.

فلتبق أولاً كـ ب التي هي أقل من ز ح ‹فينتهي أحد› أطراف قوس ز ح على كـ. فضعْ طرفها الآخر ‹على› قوس ب س، لأن قوس كـ س أعظم من قوس ز ح، فليقطعها على نقطة ع. فالخط الذي يصل فيما بين كـ وع الذي انعطف من القوس مرارًا كثيرة على زوايا متساوية قد قطع خط م ب. وأيضًا فلتبق ب كـ خ التي هي أصغر من قوس ط كـ ب وأعظم من قوس كـ ب،

1 بخطٍ: خط – 2 تقدر: بقدر – 3 تقدرها (الأولى والثانية): بقدرها – 5 تقدرها: بقدرها – 9 فلتبق: فلنبقى / أطراف: طراف – 10 لأن: لا – 11 كـ: س كـ – 12 انعطف: انقطعت / قد: وقد / خط: حط – 13 فلتبق: فلنبقى / ب كـ خ: ر كـ ح

joignons la droite *WM* et prolongeons-la jusqu'en *P*; l'arc *WBP* est donc plus grand que l'arc *KS*, car *CM* est plus grande que la perpendiculaire qui tombe du point *C* sur la droite *WP*. L'arc *GH* est plus petit que l'arc *DWK*, il est par conséquent plus petit que l'arc *KBS*; il est donc beaucoup plus petit que l'arc *WBP*. Si donc nous coupons un arc égal à l'arc *GH* de l'arc *WBP*, la section sera sur l'arc *BP*; coupons-le par exemple au point *O*; lors des multiples réflexions qui se font suivant des angles égaux à partir de la circonférence du cercle, ces réflexions coupent[22] la droite *MB*.

De même, qu'il reste l'arc *BZ* plus petit que l'arc *KB*; joignons la droite *ZM* et prolongeons-la jusqu'en *Q*; l'arc *ZBQ* est plus grand que l'arc *KBS*, d'après ce que nous avons montré précédemment; l'arc *GH* est plus grand que l'arc *ZB* et plus petit que l'arc *KBS*. Si nous coupons de l'arc *ZBQ*, du côté de *Z*, un arc égal à l'arc *GH*, la section tombe sur l'arc *BQ*; il se produit que la droite qui joint la position de l'intersection au point *Z*, si elle se réfléchit plusieurs fois suivant des angles égaux, coupe la droite *MB*. Et toutes les droites parallèles au diamètre *AB* qui sont menées à partir de l'arc *EGI*, si elles se réfléchissent suivant des angles égaux sur la circonférence du cercle plusieurs fois, coupent la droite *MB*; chacune des deux droites *EI* et *DK* se réfléchit une seule fois, et *EI* aboutit par sa réflexion au point *B* du diamètre *AB*, car l'arc *EI* est égal à l'arc *IB*; et *DK* aboutit également, s'il est réfléchi, au point *M* du diamètre *AB*, car l'arc *DK* est égal à l'arc *KS*. De même, menons des deux points *W* et *Z* deux droites dans la direction où la
171r réflexion se fait une seule fois, et qu'elles soient parallèles au diamètre / *AB*; nous joignons la droite *WM* qu'on prolonge d'abord jusqu'en *P*; nous joignons les droites *WX* et *ZT*, l'arc *WX* est donc plus petit que l'arc *DK*, et l'arc *DK* est égal à

22. Il sous-entend: si le rayon *GH* se réfléchit plusieurs fois.

ونصل خط خ م وننفذه إلى ف، فقوس خ ب ف أعظم من قوس كـ س، لأن جـ م أعظم من العمود الذي يقع من نقطة جـ على خط خ ف. وقوس ز ح أصغر من قوس د خ كـ، فهي إذًا أصغر من ⟨قوس⟩ كـ ب س، فهي أقل كثيرًا من قوس خ ب ف. فإذا نحن قطعنا قوسًا مساوية لقوس ز ح من قوس خ ب ف، كان القطع على قوس ب ف؛ فلنقطعه مثلاً على نقطة ع؛ ⟨و⟩عند كثرة الانعطافات التي تكون على زوايا متساوية من الخط المحيط بالدائرة، فإنها تقطع خط م ب.

وأيضًا فلتبق قوس ب ذ التي هي أصغر من قوس كـ ب، ونصل خط ذ م وننفذه إلى ق، فقوس ذ ب ق أعظم من قوس كـ ب س للذي قد بيّناه آنفًا، وقوس ز ح أعظم من قوس ذ ب وأصغر من قوس كـ ب س. وإن نحن قطعنا من قوس ⟨ذ ب ق⟩ من ناحية ذ قوسًا مساوية لقوس ز ح، وقع القطع على قوس ب ق، ويعرض أن يكون الخط الذي يصل موضع القطع بنقطة ذ، إذا هو انعطف كثرة الانعطافات على زوايا متساوية، قطع خط م ب. وكل الخطوط الموازية لقطر ا ب التي تخرج من قوس ه ز ط إذا انعطفت على زوايا متساوية من الخط المحيط بالدائرة مرارًا كثيرة، قطعت خط م ب؛ وكل واحدٍ من خطي ه ط د كـ ينعطف انعطافًا واحدًا، وينتهي ه ط في انعطافه إلى نقطة ب من قطر ا ب، لأن قوس ه ط مساوية لقوس ط ب، وينتهي د كـ أيضًا إذا انعطف من قطر ا ب إلى نقطة م لأن قوس د كـ مساوية لقوس كـ س. وأيضًا فإنّا نخرج من نقطتي خ ذ خطين إلى الناحية التي يكون إليها الانعكاس مرةً واحدةً، وليكونا موازيين لقطر / ا ب، ونصل خط خ م، وليخرج أولاً إلى ف، ونصل خطوط ٧١ خ ش ذ ت، فقوس خ ش أصغر من قوس د كـ وقوس د كـ مساوية لقوس

4 مساوية لقوس: متساويه بقوس – 8 فلتبق: فلسفى – 9 للذي: الذى – 11 القطع: القطر – 13 خط: حط – 15 خط: حط – 18 م: كد – 21 خ ش ذ ت: حر رك، وعادة ما يكتب الناسخ الذال راءً أو زايًا أو دالاً، ولن نشير لهذا مرة أخرى.

l'arc *KS*. L'arc *XW* est en effet plus grand que l'arc *WB*, car l'arc *EI* est un sixième du cercle *ABE* et il est égal à l'arc *IB*. Mais l'arc *WX* est plus grand que l'arc *EHI*; l'arc *WX* est donc plus grand que l'arc *IB*. Enlevons l'arc *IW* commun, il reste l'arc *XI* plus grand que l'arc *WB*; alors l'arc *XW* est plus grand que l'arc *WB*, et l'arc *WP* est plus grand que l'arc *KS*; l'arc *WX* est donc beaucoup plus petit que l'arc *WP*. Si donc nous posons l'extrémité d'un arc égal à l'arc *XW* au point *W*, cet arc sera plus grand que l'arc *WKB* et son autre extrémité a été coupée par l'arc *BP*. Si une droite joint la position d'intersection et le point *W*, cette droite se réfléchit une seule fois suivant des angles égaux et coupe la droite *MB*. Mais puisque chacune des <droites> *DK* et *KS* est le côté d'un carré, on a *CM* égale à la droite *MK* et la droite *KM* est plus grande que la droite *MZ*; la droite *CM* est donc plus grande que la droite *MZ* et l'angle *CZM* est plus grand que l'angle *ZCM*; il est par conséquent plus grand que l'angle *CZT*. Mais puisque <la droite> *ZL* est plus grande que *LB* et que *LB* est égale à *CL*, alors *ZL* est plus grande que *LC*; donc l'angle *ZCL* est plus grand que l'angle *CZL*, et l'angle *ZCL* est égal à l'angle *CZT*; l'angle *CZT* est par conséquent plus grand que l'angle *CZL* et plus petit que l'angle *CZM*; si donc la droite *TZ* est réfléchie une seule fois suivant des angles égaux, elle coupe la droite *ML* entre les deux points *L* et *M*; ceci se produit pour toutes les droites qui sont parallèles au diamètre *AB* et qui coupent l'arc *KB*. Ce qu'il fallait démontrer.

<15> Le meilleur embrasement produit dans une surface sphérique est celui qui a lieu à partir d'une section de cercle délimitée par le côté d'un triangle équilatéral inscrit dans le cercle. Le petit arc de cercle construit à partir d'une section de cercle plus petite que celle-ci embrase moins fort que l'arc construit à partir de celle-ci.

كـ س. وأما صارت قوس ش خ أعظم من قوس خ ب، لأن قوس ه ط سدس دائرة ا ب ه، وهي مثل قوس ط ب. ولكن قوس خ ش أعظم من قوس ه ح ط، فقوس خ ش أعظم من قوس ط ب. ونسقط قوس ط خ المشتركة، فتبقى قوس ش ط أعظم من قوس خ ب؛ فإن قوس ش خ أعظم من قوس خ ب، وقوس خ ف أعظم من قوس كـ س، فقوس خ ش أقل كثيرًا من قوس خ ف. وإن نحن وضعنا طرف قوسٍ مثل قوس ش خ على نقطة خ، كانت أعظم من قوس خ كـ ب، وقُطع طرفُها الآخر بقوس ب ف. وإن وصل بين موضع القطع وبين نقطة خ خطٌ مستقيمٌ، كان قد انعطف مرة واحدة على زوايا متساوية وقطع خط م ب. ولأن كل واحدٍ من د كـ كـ س ضلعُ مربعٍ، يكون جـ م مساويًا لخط م كـ، وخط كـ م أعظم من خط م ذ، فخط جـ م أعظم من خط م ذ وزاوية جـ ذ م أعظم من زاوية ذ جـ م، فهي إذًا أعظم من زاوية جـ ذ ت. ولأن ذ ل أعظم من ل ب، ول ب مساوٍ لـ جـ ل، يكون ذ ل أعظم من ل جـ، فزاوية ذ جـ ل أعظم من زاوية جـ ذ ل، وزاوية ذ جـ ل مساويةٌ لزاوية جـ ذ ت، فزاوية جـ ذ ت إذن أعظم من زاوية جـ ذ ل وأصغر من زاوية جـ ذ م؛ فخط ت ذ إذا انعطف انعطافًا واحدًا على زوايا متساوية قطع خط م ل فيما بين نقطتي ل م؛ وكذلك يعرض لجميع الخطوط التي توازي قطر ا ب وتقطع قوس كـ ب؛ وذلك ما أردنا أن نبيّن.

<يه> إن أفضل الإحراق الذي يكون ببسيط كُريّ، هو الذي يكون من قطعة دائرة يحيط بها ضلع مثلث متساوي الأضلاع، معمولٌ في الدائرة. والقوس الصغرى من الدائرة – والتي تعمل من قطعة دائرة – أقل من هذه، فهي أقل قوةً من التي تعمل من هذه.

11 وزاوية : وزوايه – 15 خط : خط – 18 ببسيط : بسيط.

Une fois cela rappelé, soit un miroir qui a une profondeur, sur la surface /
171v d'une demi-sphère. Que son axe soit la droite *DH*; que ce miroir reçoive la lumière du soleil; que le miroir soit coupé par un plan qui passe par la droite *HD*. Que notre section de la surface du miroir soit suivant le demi-cercle *ADC*, et que la section du bord du miroir soit le diamètre du cercle, qui suit son bord, c'est-à-dire *AC*. Si la luminosité du soleil tombe suivant le plan du demi-cercle *ADC* au moment où tombe du soleil le rayon *HD*, alors les rayons sont parallèles à la droite *HD* d'après ce qui nous apparaît. Certains de ces rayons tombent dans la sphère suivant le plan du demi-cercle *ADC*, <qui est> sur la surface du miroir. Ceci a été rappelé dans le traité sur les *Miroirs*.

Que l'on partage la droite *HD* en deux moitiés au point *I*; partageons en deux moitiés l'arc *ABD* au point *L*, menons du point *I* une droite qui coupe *HD* suivant des angles droits, soit *BIG*, et menons du point *L* une droite suivant des angles droits sur *HD*, soit *LKE*. On a donc le côté du carré, *LKE*; chacun des deux arcs *BD* et *DG* est un sixième du cercle. Que le rayon du soleil tombe au point *B*, s'il est réfléchi une seule fois, il parvient au point *D*. S'il se réfléchit à partir du point *L* une seule fois, il tombe au point *K*. On a montré chacune de ces deux affirmations dans nos précédents propos.

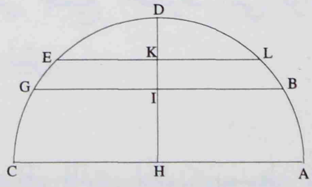
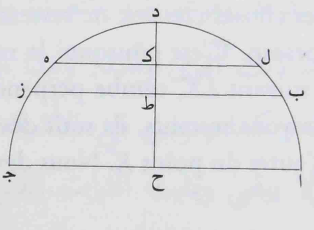


Fig. 15

Un rayon qui tombe du soleil sur l'arc *AB*, s'il se réfléchit plusieurs fois, tombe sur la droite *DK*. Un rayon du soleil qui tombe sur l'arc *BL*, s'il se réfléchit également-

٧١ فإذْ قدّمنا ذكر ذلك، فليكن مرآة لها عمق على بسيط / نصف كرة، وليكن سهمها خطَّ د ح المستقيم، وليكن مستقبلاً لضوء الشمس، وليقطع المرآة سطحٌ يمرُّ بخط ح د. وليكن قطعنا لبسيط المرآة على نصف دائرة ا د جـ، وليكن قطعه لحافة المرآة على قطر الدائرة، على حافتها، وهو ا جـ. فإن وقع ضياء الشمس على سطح نصف دائرة ا د جـ في الوقت الذي يقع عليها منها شعاع ح د، فإن الشعاعات تكون موازية لخط ح د فيما يظهر لنا، فبعضها يقع من الكرة على سطح نصف دائرة ا د جـ في بسيط المرآة. وقد ذُكر ذلك في *القول في المرايا*.

فلينقسم خط ح د بنصفين على نقطة ط، ونقسم قوس ا ب د بنصفين على نقطة ل، ونخرج من نقطة ط خطًا يقطع ح د وهو على زوايا قائمة وهو ب ط ز، ونخرج من نقطة ل خطًا يكون على ح د على زوايا قائمة وهو ل كـ ه، فيكون ضلع المربع ل كـ ه، وسدسَ الدائرة كل واحد من قوسي ب د د ز. وليقع شعاع الشمس على نقطة ب، فإذا انعطف مرة واحدة صار إلى نقطة د، وإذا انعطف من نقطة ل مرة واحدة وقع على نقطة كـ. وقد تبيّن كلُّ واحد من هذين القولين مما تقدم من قولنا.



والشعاع الذي يقع من الشمس على قوس ا ب، إذا انعطف مرارًا كثيرة وقع على خط د كـ، وشعاع الشمس الذي يقع على قوس ب ل، إذا انعطف

3 يمرّ: نمر / لبسيط: لبسط – 10 زوايا: زوا – 12 ل كـ ه (الأولى): ا كـ ه – 16 قوس: قوسى – 17 د كـ: د ل / قوس: قوسى.

ment une seule fois, tombe sur la droite *KI*. Et dans la surface de tout le miroir, si un rayon du soleil tombe sur la surface qui est vis-à-vis de la droite *HI* et se réfléchit plusieurs fois, il tombe sur la droite *KD*. Et un rayon qui tombe du soleil sur la surface qui est vis-à-vis de la droite *KI*, s'il se réfléchit une seule fois, tombe également sur la droite *KD*. Et un rayon du soleil qui tombe sur la surface qui est vis-à-vis de la droite *KD*, s'il se réfléchit une seule fois, tombe sur la droite *KI*. Par conséquent, tous les rayons qui tombent sur la surface de tout le miroir en même temps, et qui sont parallèles à l'axe *DH*, s'ils se réfléchissent, tombent sur la droite *DI* et sont en nombre infini. C'est pourquoi la position de la droite *DI* est nécessairement ardente. Or il se produit que les réflexions simples sont plus puissantes et leur action plus forte, d'après ce que je vois, étant donné les puissances qu'ils tiennent de la puissance première et principale; les réflexions secondes, et ensuite tierces, et ainsi de suite, plus elles deviennent nombreuses et se multiplient, plus elles s'affaiblissent, et par conséquent se dissolvent; cela parce que l'incidence s'affaiblit par leur réflexion[23]. On peut donc utiliser, en pensée, la surface qui est vis-à-vis de *HI*, partie de la surface de la sphère sur laquelle a été construit le miroir. Mais, quant à l'action[24] elle-même, cette surface n'a pas grande utilité. Il nous faut seulement la surface de la sphère qui est vis-à-vis de la
172r droite *DI*, / car les réflexions[25] qui aboutissent à celle-ci, si elles sont simples, chauffent la droite *DI* beaucoup plus que les autres rayons; cela est d'autant plus puissant que les réflexions[26] tombent sur la droite *DI* avec une incidence fortement redressée et plus proche de la position perpendiculaire à la droite *DI*, car l'incidence sera alors plus puissante et plus forte. Et cela est chose claire, car la puissance des réflexions s'attache à cette position et ne s'en sépare pas, comme cela se produit dans les choses creuses; les réflexions ressemblent à la chose qui glisse suivant la courbure des choses creuses, ne restent pas et ne se fixent pas de la manière dont on aurait besoin. C'est pourquoi le rayon du soleil qui se réfléchit d'une réflexion simple suivant *LK*, tombe perpendiculairement sur la droite *DI* au point *K*. Quant aux rayons restants, ils sont déviés à leur retour, et chauffent l'air qui est de part et d'autre du point *K*. Nous devons dire que la position *K*

23. C'est-à-dire: la lumière s'affaiblit en fonction de la multiplicité de l'incidence.
24. L'action d'embraser.
25. Les rayons réfléchis.
26. Les rayons réfléchis.

أيضًا مرة واحدة وقع على خط كـ ط؛ وفي بسيط المرآة كلها، إذا وقع شعاع الشمس على البسيط الذي بإزاء خط ح ط وانعطف مرارًا كثيرة وقع على خط كـ د؛ والشعاع الذي يقع من الشمس على البسيط الذي بإزاء خط كـ ط، إذا انعطف مرة واحدة وقع أيضًا على خط كـ د؛ وشعاع الشمس الواقع على البسيط الذي بإزاء خط كـ د، إذا انعطف مرة واحدة وقع على خط كـ ط. فكل الشعاعات التي تقع على بسيط المرآة كلها في وقت واحد وتكون موازية لسهم د ح، إذا انعطفت وقعت على خط د ط، وليس لعددها نهاية. ولذلك يكون موضع خط د ط محرقًا ضرورة. ولكنه إنما عرض أن تكون الانعكاسات البسيطة أقوى وأشد فعلاً فيما أرى لحال القوى التي هي لها من القوة الأولى الرئيسية، وصارت الانعطافات المضعّفة فالمثلثة وما بعد ذلك، كلما كثرت وتضاعفت ضعفت فانحلت، وذلك أن الوقوع يضعف بانعطافها. وإنما صار البسيط الذي بإزاء ح ط من بسيط الكرة، الذي عُملت عليه المرآة، أما في الفكر، فقد يستعمل، وأما في نفس العمل فلا تدر المنفعة. وإنما نحتاج إلى بسيط الكرة الذي بإزاء خط د ط / فقط، لأن الانعكاسات التي تصير إليه، إذا كانت بسيطة فإنها تسخّن خط د ط أكثر من غيرها، وذلك يكون أقوى كلما كانت الانعكاسات تقع على خط د ط وقوعًا أشد انتصابًا وأقرب إلى أن يكون عمودًا عليه، لأن الوقوع يكون عند ذلك أقوى وأشد. وهذا من الأمور البيّنة، لأن قوّتها تلزم ذلك الموضع فلا تفارقه، كما يعرض في الأشياء المجوفة؛ فإنها تشبه الشيء الذي يَزْلَق لحال انحرافها ولا يبقى ويثبت الثبات الذي يُحتاج إليه منها، فيكون لذلك شعاع الشمس الذي ينعطف انعطافًا بسيطًا على ل كـ [الذي هو] عمودًا واقعًا على خط د ط على نقطة كـ. وأما الشعاعات الباقية فإنه يكون لرجوعها انحراف وتسخّن الهواء الذي عن جنبتي نقطة كـ. وينبغي أن نقول إن موضع كـ

5 كـ د: لد – 8 محرقًا: محوفا – 20 ينعطف: نعطف – 20-21 عمودًا واقعًا: عمود واقع – 22 الهواء: الهوي / كـ (الأولى): ل.

de la droite *KH* est celle dans laquelle on a l'embrasement extrême. Et si le côté du triangle équilatéral inscrit dans le plus grand cercle est le diamètre du cercle qui est au bord du miroir, alors dans ce cas, ce que nous disons s'accorde avec ce que nous avons décrit, car l'embrasement le plus fort sera au point *K*, et l'air chaud, qui est de part et d'autre de ce point, brûle, c'est-à-dire l'air qui est sur *KI* et *KD*. Puisque la droite *BG* est l'un des côtés du triangle équilatéral inscrit dans le plus grand cercle qui est *ADC*, et que la droite *HD* coupe ce côté en deux moitiés suivant des angles droits, alors ce côté sera le diamètre du cercle perpendiculaire au plan *ADC*.

Nous devons savoir que le miroir sphérique dont le bord a pour diamètre le côté du carré, a pour position d'embrasement le plus puissant la position du centre du cercle de son bord dans la position selon laquelle le côté du carré coupe le diamètre de la sphère. Le miroir dont le bord a pour diamètre le côté du triangle <équilatéral> ou une droite plus grande, embrase à l'intérieur du cercle de son bord. Le miroir dont le bord a pour diamètre le côté du pentagone ou une droite plus petite que son côté embrase à l'extérieur du cercle de son bord, car dans tous les miroirs ardents sphériques, la position dans laquelle l'action de l'embrasement est la plus forte est la position suivant laquelle le côté du carré coupe le diamètre
172v dans cette sphère. Et parmi les miroirs ardents, le plus puissant / est celui dont le bord a pour diamètre le côté du triangle <équilatéral>.

Quant au miroir construit à partir d'une section de cône, si le cercle de son bord a pour diamètre quatre fois son axe, il embrase sur le centre de son bord. Si le diamètre est plus grand que quatre fois l'axe, l'embrasement sera à l'extérieur du plan du bord. S'il est plus petit que quatre fois l'axe, l'embrasement est à l'intérieur du bord et il est clair que ce miroir est le meilleur parmi les miroirs ardents. Le meilleur, en verre et d'un seul tenant, par lequel on embrase, est celui qui est <construit> à partir d'un demi-cercle. Quant aux anciens, ils utilisent la

من خط كـ ح فيه تكون غاية الإحراق. وإذا كان ضلع المثلث المتساوي الأضلاع – الذي يعمل في الدائرة العظمى – قطرَ الدائرة التي على حرف المرآة، فعند ذلك يتفق ما قلنا على ما وصفنا، إذْ كان أشدَّ ما يكون من الإحراق عند نقطة كـ، وما عن جنبتيها من الهواء السُّخْن فيتقد، أعني الهواء الذي على كـ ط كـ د. فلأن خط ب ز ضلع من أضلاع مثلث متساوي الأضلاع يُعمل في الدائرة العظمى التي هي ا د جـ، ويقطع خط ح د ذلك الضلع بنصفين وعلى زوايا قائمة، يكون ذلك الضلع قطرَ الدائرة التي هي قائمة على سطح ا د جـ على زوايا قائمة.

وينبغي أن نعلم أن المرآة الكرية التي يكون قطر حافتها ضلع المربع، يكون أقوى من مواضع الإحراق بها موضع مركز دائرة حافتها على الموضع الذي يقطع فيه ضلع المربع قطر الكرة. والمرآة التي يكون من قطر حافتها ضلع المثلث أو خط أعظم منه تحرق داخل دائرة حافتها. والمرآة التي قطر حافتها هو ضلع المخمس أو خط أقصر منه فإنها تحرق خارجًا عن دائرة حافتها، لأن ⟨في⟩ جميع المرايا المحرقة الكرية يكون الموضع الذي تكون فيه شدة فعل الإحراق هو الموضع الذي يقطع ضلعُ المربع في تلك الكرة القطر، وأقوى ما يكون من المرايا المحرقة / هي التي ٢ يكون قطر حافتها ضلع المثلث.

وأما المرآة التي تعمل من قطع الشكل الصنوبري فإن كان قطر دائرة حافتها أربعة أمثال السهم، فإنها تحرق على مركز حافتها. فإن كان القطر أكثر من أربعة أمثال السهم، فإن الإحراق يكون خارجًا عن بسيط الحافة. وإن كان أقل من أربعة أمثاله، فإن الإحراق يكون داخل الحافة. وهو بيّن أنها أقوى من سائر المرايا إحراقًا. وأفضل ما أحرق به من الزجاج المصمت هو ما كان ⟨من⟩ نصف دائرة.

2 فعند: عند – 4 كـ : لـ / جنبتيها: جنبتها / فيتقد: ويقد / الهواء: الهوي – 5 فلأن: فان – 7 الضلع: الاضلاع – 11 قطر (الأولى): لقطر – 14 يكون: فان – 20 أنها: انه.

section dont le bord a pour diamètre le côté de l'hexagone. Le meilleur, en verre creux, par lequel on a embrasé est celui qui est une sphère parfaite comme beaucoup de coupes et qui doit être remplie d'eau.

Le livre sur les miroirs ardents et les abrégés des coniques est achevé par la grâce et la faveur de Dieu.

Je l'ai transcrit d'une copie qui a été écrite dans la région du Maghreb, dans la ville d'al-Mahdiyya. La date de sa transcription était la première dizaine du mois Rabīʿ premier, l'année cinq cent trente et un de l'Hégire. Je l'ai moi-même recopié dans la seconde dizaine de Dhū al-qaʿda, l'année 639. Grâce soit rendue à Dieu qui accorde la raison.

وأما القدماء فإنهم يستعملون من ذلك القطعة التي قطر حافتها ضلع المسدس. وأفضل ما أحرق به من الزجاج المجوف هو ما كان كرة تامة مثل كثير من القناني، وينبغي أن تكون مملوءة ماءً.

تم كتاب المرايا المحرقة وجوامع المخروطات بحمد الله ومنّه.

نقلته من نسخة قد كتبت بناحية المغرب بمدينة المهدية وكان تاريخ تسطيرها العشر الأول من شهر ربيع الأول سنة إحدى وثلاثين وخمسمائة هجرية. ونقلتها أنا في العشر الأوسط من ذي القعدة سنة ٦٣٩

والحمد لله واهب العقل.

1 يستعملون : يستعملو – 7 ٦٣٩ : كتب منطوق كل رقم تحته.