

déduit la projection verticale du plan de section du cône – c'est-à-dire la conique. Son astuce consiste à combiner les deux vues et à reporter à l'aide d'un compas, sur le plan de coupe, les distances mesurées sur les deux vues (voir les figures 3 à 5).

L'erreur de Dürer

La méthode de Dürer est correcte, mais, concernant l'ellipse, le maître dessinateur a commis une erreur en transférant les mesures. Il croyait à tort que l'ellipse était plus large à la base du cône qu'en son sommet et cette interprétation erronée a influencé sa main. Dürer nomme d'ailleurs cette courbe « ligne en œuf », car elle « ressemble à un œuf bien fait ». On repère ainsi plusieurs ellipses ovoïdes dans ses œuvres, tel l'ovale de la cloche de *Melancolia I* (voir la figure 1). Dürer ne connaissait pas de terme allemand équivalent au mot grec *ellipsis*. L'appellation qu'il a imaginée attira l'attention sur son erreur, mais la courbe en œuf persista dans les travaux allemands pendant presque un siècle.

À l'aube du XVII^e siècle, notamment, l'astronome allemand Johannes Kepler a lu la description de l'ellipse faite par Dürer, comme le révèle sa lettre à l'astronome David Fabricius datée du 11 octobre 1606 : « Donc, Fabricius, j'ai déjà ceci : que la trajectoire la plus vraie de cette planète [Mars] est une ellipse, que Dürer appelle aussi un ovale, ou certainement si proche d'une ellipse que la différence est insensible. » En 1600 en effet, Keplers'était lancé dans la compréhension d'un grand mystère de l'astronomie : la trajectoire de Mars. Défenseur du système héliocentrique de Copernic, il avait d'abord pensé que l'orbite de Mars autour du Soleil était une sorte d'ovale, dont il avait essayé de préciser la forme grâce aux observations des positions de la planète.

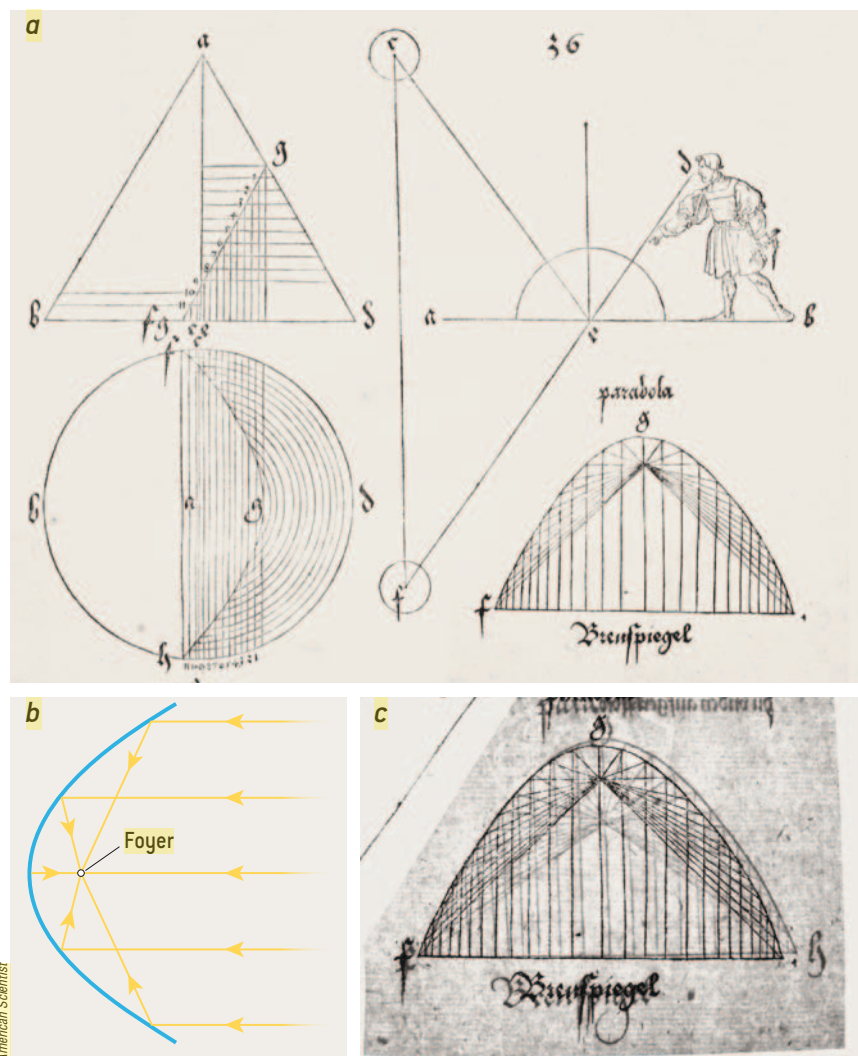
Il n'était pas le premier à croire que l'orbite d'une planète pouvait avoir la forme d'un œuf. Georg von Peurbach (1423-1461), un professeur de Regiomontanus, évoquait déjà cette idée dans son ouvrage *Theoricae novae planetarum*. Publié à Nuremberg en 1473 et réimprimé 56 fois, le traité de Peurbach a influencé tant Copernic que Kepler. L'édition

de 1553, par Erasmus Reinhold, un élève de Copernic, incluait un commentaire sur l'orbite de Mercure qui a pu inciter Kepler à se pencher sur le manuel de Dürer (qu'il connaissait déjà pour sa méthode de représentation des ombres en perspective) : « L'orbite de Mercure a la forme d'un œuf, l'extrémité large se trouvant vers son apogée et la pointe vers son périhélie. »

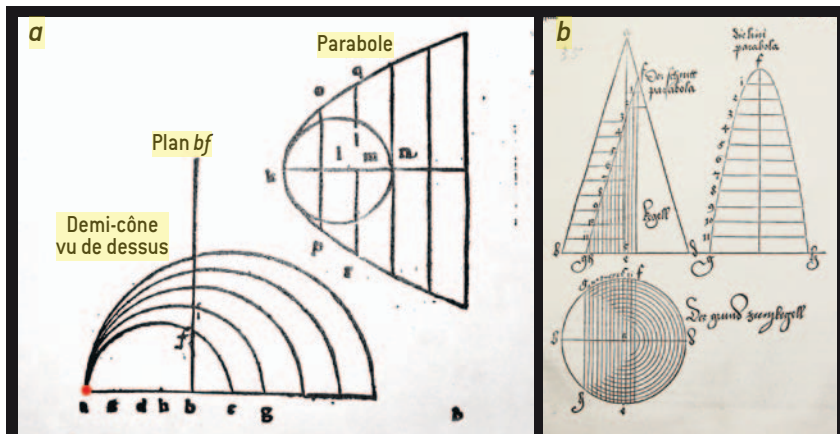
En 1604, Kepler fut le premier à distinguer l'ovale de l'ellipse : de nouvelles mesures de la position de Mars l'avaient convaincu

que son orbite est bien une ellipse, telle que définie par les Anciens grecs, et non un ovoïde. Sa découverte n'empêcha pas, cependant, la représentation d'ellipses en œuf jusqu'au milieu du XVII^e siècle.

Dürer utilise aussi sa méthode – sans erreur cette fois – pour construire une parabole et une hyperbole, qu'il nomme ligne d'incandescence et ligne en fourche. Dans ce qui peut ressembler à une opération commerciale visant à promouvoir la parabole, sans doute peu connue de ses lecteurs,



4. LA MÉTHODE DE PROJECTION PARALLÈLE DE DÜRER appliquée à la parabole (a). S'inspirant de l'optique grecque, Dürer expliqua qu'un miroir en forme de paraboloïde de révolution pouvait être utilisé comme miroir ardent : tous les rayons parallèles à l'axe seraient réfléchis vers un point, le foyer de la parabole (b). Mais il positionna mal le foyer et dut publier une correction qu'il colla dans chaque copie de son manuel (c).



5. EN 1522, JOHANNES WERNER, PRÊTRE À NÜREMBERG ET ARTISAN, avait lui aussi publié une construction de la parabole [a] qui a sans doute influencé celle de Dürer [b]. Il considérait un cône oblique vu de dessus (son sommet est à la verticale du point rouge) coupé par un plan vertical bf. En coupant le cône par des plans parallèles à la base du cône et régulièrement espacés, il obtenait des cercles sur la vue de dessus, dont l'intersection avec le plan bf donnait la position des points correspondants de la parabole par rapport à son axe de symétrie.

BIBLIOGRAPHIE

B. Vitrac, *Le roman conique et l'apport d'Apollonius*, dans *Les Géomètres de la Grèce antique*, *Les Génies de la Science*, n° 21, pp. 82-89, 2004.

E. Panofsky, *La vie et l'art d'Albrecht Dürer*, Hazan, 2004.

A. M. Lombardi, *Kepler*, Belin, 2003.

A. Dürer et J. Peiffer (trad. et éd.), *Géométrie*, Seuil, 1995.

J. Peiffer, *Dürer, le peintre géomètre*, *Pour la Science*, n° 184, pp. 10-12, 1993.

Dürer raconte comment cette courbe peut devenir une arme de destruction massive : un miroir ardent tel que celui conçu au III^e siècle par Dosithée de Péluse, un correspondant alexandrin d'Archimède. Un tel miroir, en forme de paraboloïde de révolution (surface engendrée par une parabole tournant autour de son axe de symétrie), focalise tous les rayons parallèles à l'axe de symétrie vers un point, nommé foyer de la parabole. Si ce miroir collecte suffisamment de lumière, tout ce qui se trouve au foyer brûle.

En pratique, il est difficile, voire impossible, de fabriquer un miroir ardent, tant sa taille doit être grande pour recueillir assez de lumière. Mais Dürer veut surtout expliquer ce qu'est une parabole et comment la construire : « Si tu veux faire un miroir ardent de la parabole ou ligne d'incandescence ci-dessus décrite, construis le cône, par l'intersection duquel tu vas obtenir la parabole, tel que sa hauteur ne dépasse pas la largeur de sa base ou tel que le cône soit un triangle rectangle. »

Une grande partie de ce que savait Dürer sur les coniques venait de Johannes Werner, un ancien étudiant de Regiomontanus devenu un fabricant d'instruments accompli. Son traité sur les coniques, *Libellus super viginti duobus elementis conicis*, publié en 1522, à l'époque où Dürer étudiait les coniques,

énonçait 22 théorèmes sur les coniques utiles pour comprendre les travaux ultérieurs de l'auteur sur le problème de Délos.

Depuis 1508, Werner officiait comme prêtre à l'église de Saint Jean, non loin de la maison de Dürer. Il devait être en outre, tout comme Dürer, un hôte assidu de Pirckheimer, à qui il a dédié un de ses ouvrages. Lui aussi avait acquis certains livres et documents rares de Walthar, mais, ne connaissant pas le grec, il dépendait probablement de Pirckheimer pour la traduction. Il se peut que Dürer ait été influencé par la construction de la parabole proposée par Werner. Les tranches parallèles de cône utilisées par Dürer dans sa méthode de projection parallèle ne sont pas sans évoquer celles représentées par Werner dans son traité (voir la figure 5).

La formule de Werner

En témoigne une erreur de Dürer qui semble liée à sa lecture de Werner. Dans un appendice de son livre, Werner explique comment localiser le foyer d'une parabole dans le cas où le cône est oblique. Or la formule de Werner ne s'applique pas au cône droit utilisé par Dürer pour construire sa parabole. Dürer a-t-il utilisé de façon incorrecte la formule de Werner ? Ou a-t-il simplement (mal) estimé la position du foyer ? Le fait est que, dans chaque copie de sa publication de 1525, un petit morceau de papier portant le dessin correct a été collé à la main sur le dessin erroné (voir la figure 4).

Par son ouvrage, Dürer a ouvert un passage à double sens entre les mathématiques et l'art. Comme l'observe Panofsky : « Tandis que [son manuel] familiarisait les tonneliers et les ébénistes avec Euclide et Ptolémée, il familiarisait aussi les mathématiciens professionnels avec ce que l'on pourrait appeler "la géométrie d'atelier". » Dürer a utilisé la géométrie pour rechercher la beauté, sans pour autant substituer les mathématiques à l'esthétique. C'était avant tout un outil pour permettre à l'artiste d'éviter les erreurs. Néanmoins, au fil de son manuel, on s'aperçoit que les mathématiques signifiaient beaucoup plus pour lui : connaître les lois géométriques pour représenter la nature lui avait plus encore révélé toute sa beauté. ■