

TRIBELON

RIVISTA DI DISEGNO
UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI FIRENZE

VOL. 2 | N. 3 | 2025

MODELLI, FORME E GEOMETRIE
MODELS, SHAPES AND GEOMETRIES

Citation: A. Giordano, R. A. Bernardello, *Transizione geometrica: il ruolo della stereotomia dalla prospettiva alla geometria descrittiva*, in *TRIBELON*, II, 2025, 3, pp. 52-61.

ISSN (stampa): 3035-143X

ISSN (online): 3035-1421

doi: <https://doi.org/10.36253/tribelon-3417>

Received: March, 2025

Accepted: April, 2025

Published: June, 2025

Copyright: 2025 Giordano A., Bernardello R. A., this is an open access peer-reviewed article published by Firenze University Press (<http://www.riviste.fupress.net/index.php/tribelon>) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Competing Interests: The Author(s) declare(s) no conflict of interest.

Journal Website: riviste.fupress.net/tribelon

IL RUOLO DELLA STEREOTOMIA NELLA TRANSIZIONE DALLA PROSPETTIVA ALLA GEOMETRIA DESCRITTIVA

*The stereotomy role in the Geometric transition
from perspective to descriptive geometry*

ANDREA GIORDANO, RACHELE ANGELA BERNARDELLO

University of Padua

Corresponding author: andrea.giordano@unipd.it

The eighteenth-century studies on Perspective, of a rigorously scientific nature - begun so brilliantly and synthetically by s'Gravesande - reached their peak with the Brook Taylor and Lambert works.

Although some of the later works rise notably for their scientific quality and expository rigor, the period of maximum development of Perspective can be considered concluded at the end of that century. In agreement with G. Loria, it was precisely in that period that a new branch of mathematics came to maturity, which was to take the place of Perspective as a trait d'union between the exact sciences and the arts of drawing. In fact, the interest aroused by the codification of the double orthogonal projection, destined to assume a dominant role in the corpus of the nascent Descriptive Geometry, will attract the interest of scholars, even if its intuitive use was already widespread, as demonstrated for example by Durer's drawings. In addition, the tradition of Stereotomy, which had always employed this type of representation, allowed obtaining directly from the graph those metric and angular data necessary for a correct 'cutting of the stones'. In this sense, we propose a theoretical reflection about the eighteenth-century treatises on Stereotomy, where we find, together with an exceptional graphic quality, founding aspects of Descriptive Geometry, codified by Monge.

Keywords: Stereotomy, Descriptive Geometry, Projections, Drawing.

Introduzione

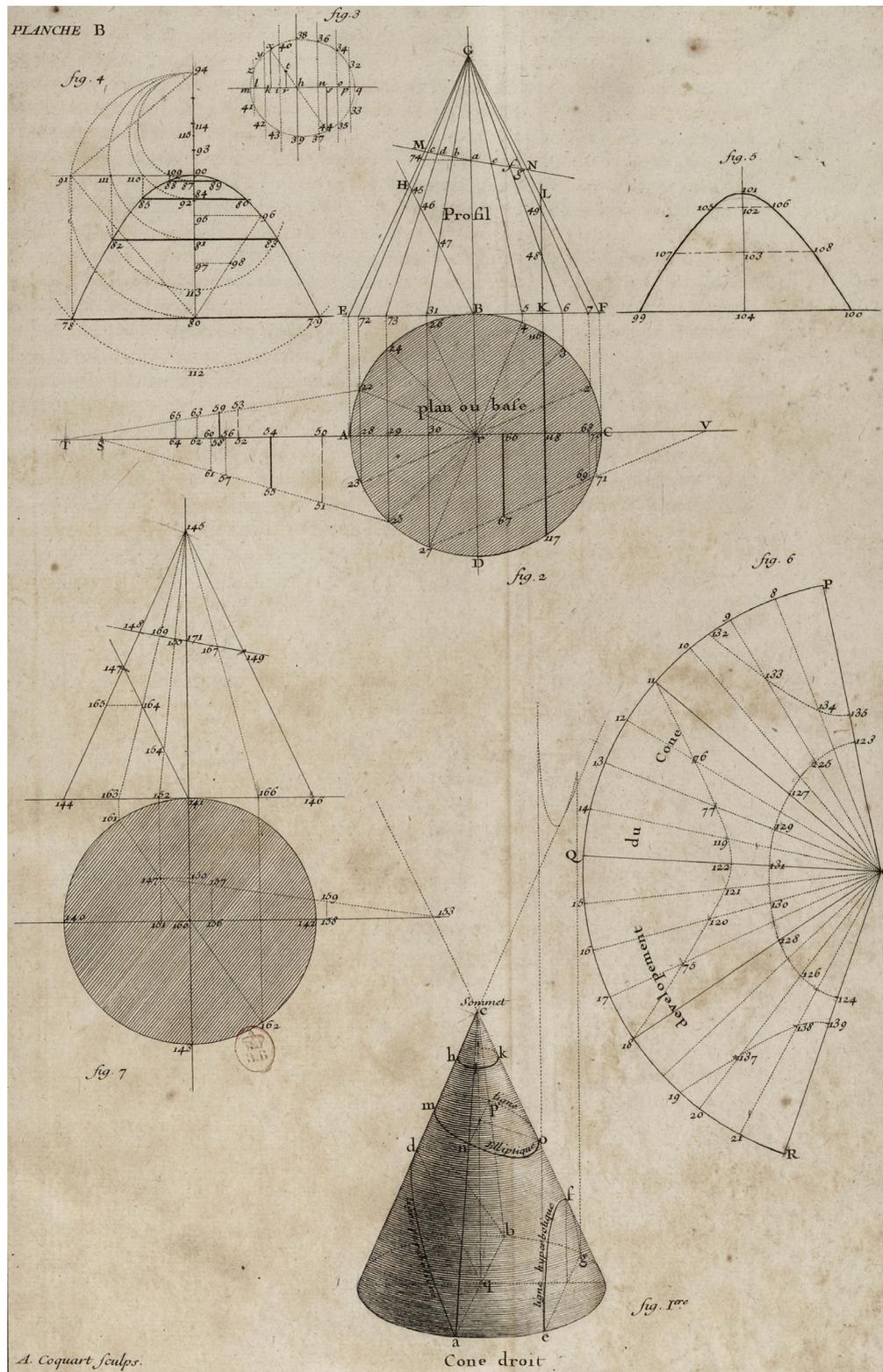
Gli studi settecenteschi sulla prospettiva, di taglio rigorosamente scientifico, principati in maniera sintetica dall'olandese s'Gravesande, raggiunsero elevato livello di approfondimento in ambito anglosassone con l'opera di Brook Taylor, e in quello franco-tedesco con quella di Lambert, per poi proseguire con gli scritti di trattatisti come Karsten, Jeaurat e Zanotti, mentre la produzione di autori minori come Torelli e Taccani segnerà l'inizio di un irrigidimento negli studi sulla disciplina. Quantunque alcune delle opere successive si elevino notevolmente per qualità scientifica e rigore espositivo, il periodo di massimo sviluppo della prospettiva si può considerare concluso al tramonto di quel secolo: d'accordo con Gino Loria, è appunto in tale epoca che si arrivò a maturazione di un nuovo ramo delle matematiche, che doveva prendere il posto della Prospet-

tiva quale *trait d'union* tra le scienze esatte e le arti del disegno. Infatti l'interesse suscitato dalla codificazione della doppia proiezione ortogonale, destinata ad assumere un ruolo dominante nel corpus della nascente geometria descrittiva, attrarrà intorno a sé l'interesse degli studiosi, anche se il suo impiego intuitivo era già diffuso, come testimoniano le molteplici testimonianze proto-mongiane risalenti ad epoche diverse - come la trattatistica di Piero della Francesca e i disegni di Dürer - ma anche la tradizione della Stereotomia che aveva sempre impiegato questo tipo di rappresentazione, potendo trarre direttamente dal grafico quei dati metrici ed angolari necessari per un corretto "taglio delle pietre". In tal senso appaiono interessanti i trattati settecenteschi sulla Stereotomia dove troviamo, assieme ad una qualità grafica eccezionale, aspetti fondativi appunto della geometria descrittiva, codificata da Gaspard Monge.

Dalla pratica artistica al rigore scientifico/matematico: tra prospettiva e stereotomia

«La storia della rappresentazione spaziale nell'Europa del XVIII e XIX secolo e nell'Inghilterra del XIX è incentrata intorno a un grande paradosso: e cioè che gli aspetti teorici dello spazio ottico e geometrico venivano discussi in modo sempre più ampio nella letteratura sulle arti e sulle scienze, nello stesso momento in cui la presa delle tecniche prospettiche sulla pratica delle arti figurative cominciava ad essere radicalmente perduta»¹. Risulta fondamentale questo pensiero di Martin Kemp, lo storico dell'arte inglese che rileva come la facoltà visiva di leggere la profondità spaziale, la relazione percettiva tra i vari sensi, il funzionamento degli organi sensoriali, e lo stato relativo degli stessi sensi rispetto alla conoscenza, fossero questioni ritenute allora tra le più pressanti. E la produzione intensiva di scritti sugli aspetti tecnici della prospettiva e, più in generale, delle questioni proiettive sia in campo tecnico-matematico che in quello applicativo (cartografia, scienza militare, architettura, disegno di oggetti d'uso, ingegneria), testimonia il rinnovato interesse nei confronti di queste discipline.

Tuttavia, ad eccezione di alcuni pittori topografi tedeschi, «[...] la teoria e la pratica della prospettiva lineare cessò di esercitare un ruolo essenzialmente creativo sul fronte più avanzato della pittura. Questo non significa che i dipinti di questo periodo sarebbero stati gli stessi se gli artisti che li crearono avessero ignorato la prospettiva, ma piuttosto che l'esercizio del progetto prospettico possedeva generalmente poco o nulla della necessità intellettuale ed estetica che aveva avuto per molti artisti»², quelli cioè del periodo precedente. E quello che il Kemp considera un paradosso, può essere analizzato sviluppando tre temi principali: il tema della continuità e degli sviluppi della geometria prospettica, nella produzione scritta che va dalla matematica avanzata alle illustrazioni tecniche; il tema degli argomenti ottici, *sub specie* percettiva e filosofica, sollecitati dalla giustapposizione tra natura, visione, intelletto e conoscenza geometrica; e quelli dell'articolazione degli atteggiamenti estetici in sé, dal momento che vari autori tentarono per la prima volta di definire sistematicamente le specifiche aree emotive ed intellettuali nell'attività "artistica" in contrasto con



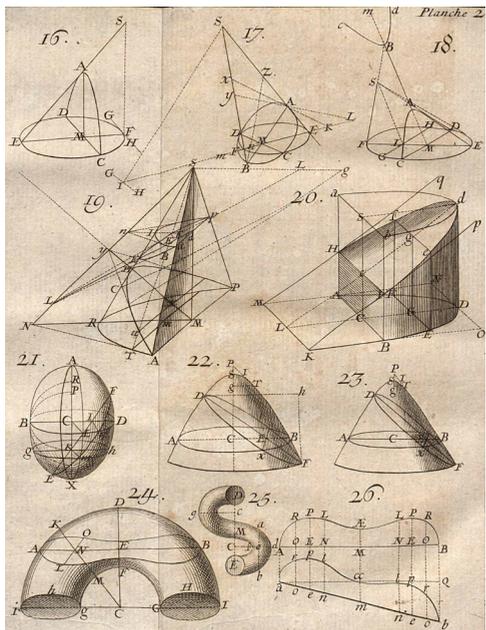
quella più propriamente "scientifica". Ed è significativo che quel paradosso si espliciti attraverso una serie di elementi contrastanti tra Settecento e Ottocento, come la presenza di personaggi tanto diversi quali Gaspard Monge, il fondatore della geometria descrittiva e della rappresentazione tecnica, e John Ruskin, l'esteta inglese campione della lotta contro le "tirannie tecnologiche" legate al nascente mondo industriale³.

1 | Le sezioni di un cono, da J. B de La Rue, *Traité de la coupé de pierres*, Parigi 1728.

1 Kemp, *La scienza dell'arte*, p. 245.

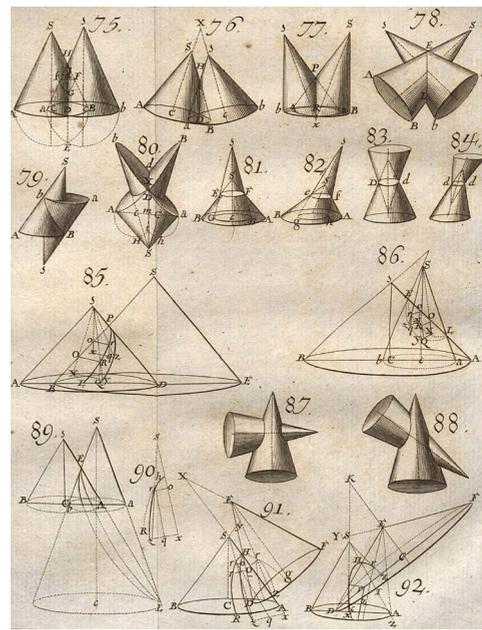
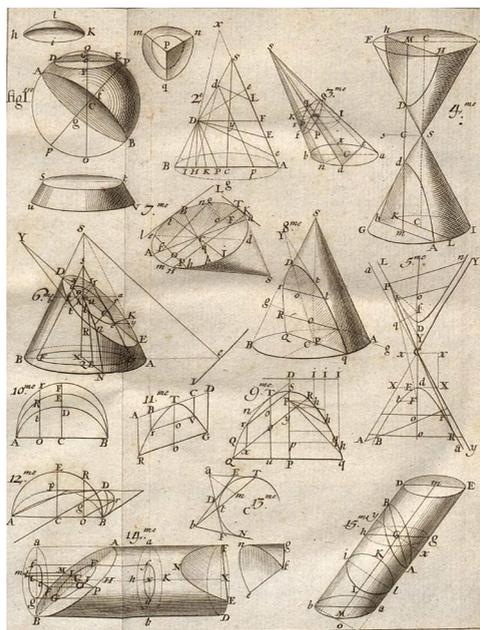
2 *Ibid.*

3 Cfr. Amodeo, *La scienza della prospettiva nel secolo XVIII, i nuovi indirizzi scientifici che da essa scaturirono e la ripresa della geometria descrittiva*.



2,3 | Sezioni piane di coni, di cilindri e di sfere - solidi regolarmente irregolari, da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasburgo 1737.

4 | Intersezioni di coni da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasburgo 1737.



Nel Settecento assistiamo quindi ad un apice scientifico degli studi della prospettiva, affrontati in maniera sintetica dall'olandese s'Gravesande e, in ambito anglosassone, da Brook Taylor e, in quello francese, da Lambert, per poi proseguire con gli scritti di trattatisti come Karsten, Jeurat, Zanotti, Torelli e Taccani. Sebbene alcune delle opere posteriori abbiano evidente qualità scientifica e rigore espositivo, il periodo di maggior progresso della prospettiva può considerarsi concluso proprio sul finire di quel secolo: d'accordo con Loria, «[...] è appunto in tale epoca che giunse a completa maturità un nuovo ramo delle matematiche, il quale doveva prendere il posto della Prospettiva nella parte di 'trait d'union' tra le scienze esatte e le arti del disegno, che essa aveva fino allora efficacemente disimpegnato»⁴. In questo senso la codifica della doppia proiezione ortogonale, in seno alla emergente geometria descrittiva, coinvolgerà molteplici studiosi, seppur il suo impiego "intuitivo" – in riferimento alla sua accezione codificata da Monge di doppia, biunivoca proiezione ortogonale – fosse già diffuso, come si evince dai trattatisti e pittori rinascimentali⁵, dagli studi stereotomici⁶, laddove, questo tipo di rappresentazione, permetteva di assicurarsi chiaramente dall'elaborato grafico quei dati concreti – legati alle misure e agli angoli – indispensabili per un "taglio delle pietre" fedele. Infatti, a partire da Philibert de l'Orme e poi nel corso del XVII secolo, più trattatisti costruiranno i fondamenti scientifici della stereotomia⁷. Tra gli altri, nel 1728 Jean Baptiste de La

Rue (1697-1743) elabora un trattato dove troviamo tavole di elevata qualità grafica⁸ – che lo stesso Monge impiegherà nel suo corso per le Applicazioni di Geometria Descrittiva al taglio delle pietre – con un utilizzo "avanzato" dei metodi di rappresentazione, non solo per la riproduzione delle superfici voltate ma anche per lo studio delle superfici coniche e delle relative sezioni: quest'argomento di tipo teorico viene affrontato in una piccola aggiunta al trattato dal titolo *Petit traité de stereotomie* (fig. 1).

Ma una organizzazione sistematica della stereotomia, strutturata in maniera razionale, viene raggiunta circa un secolo dopo da Amédée Francois Frézier (1682-1773)⁹ con *La Théorie et la pratique de la coupe des pierres et dei bois, pour la construction dei voûtes et autre parties des bâtiments civil et militaires, ou Traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture*¹⁰.

Amédée Francois Frézier precursore della geometria descrittiva

«Frézier, con quest'opera sapiente e ricca di applicazioni curiose ed utili nella geometria teorica e pratica, ha dato compimento alle idee di generalizzazione di Desargues e ha trattato 'geometricamente', in maniera astratta e sistematica, differenti questioni che si sarebbero presentate in più parti legate al problema del taglio delle pietre»¹¹: è quanto afferma Chasles, rilevando che lo spirito che informa quest'opera è espresso dalla frase di Vitruvio che Frézier adotta come incipit all'intero trattato: «Geometria plura praesidia praestat architecturae», con-

⁴ Loria, *Storia della geometria descrittiva dalle origini ai giorni nostri*, p. 79.

⁵ Cfr. Sgrosso, *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione. Tra Rinascimento e Barocco*, pp.28-30.

⁶ *Ibid.*

⁷ Cfr. Becchi, Rousteau-Chambon, Sakarovitch, Philippe de La Hire (1640-1718). *Between Architecture and Science*; Calvo López, *Stereotomy: Stone Architecture and the Structure of Thought*.

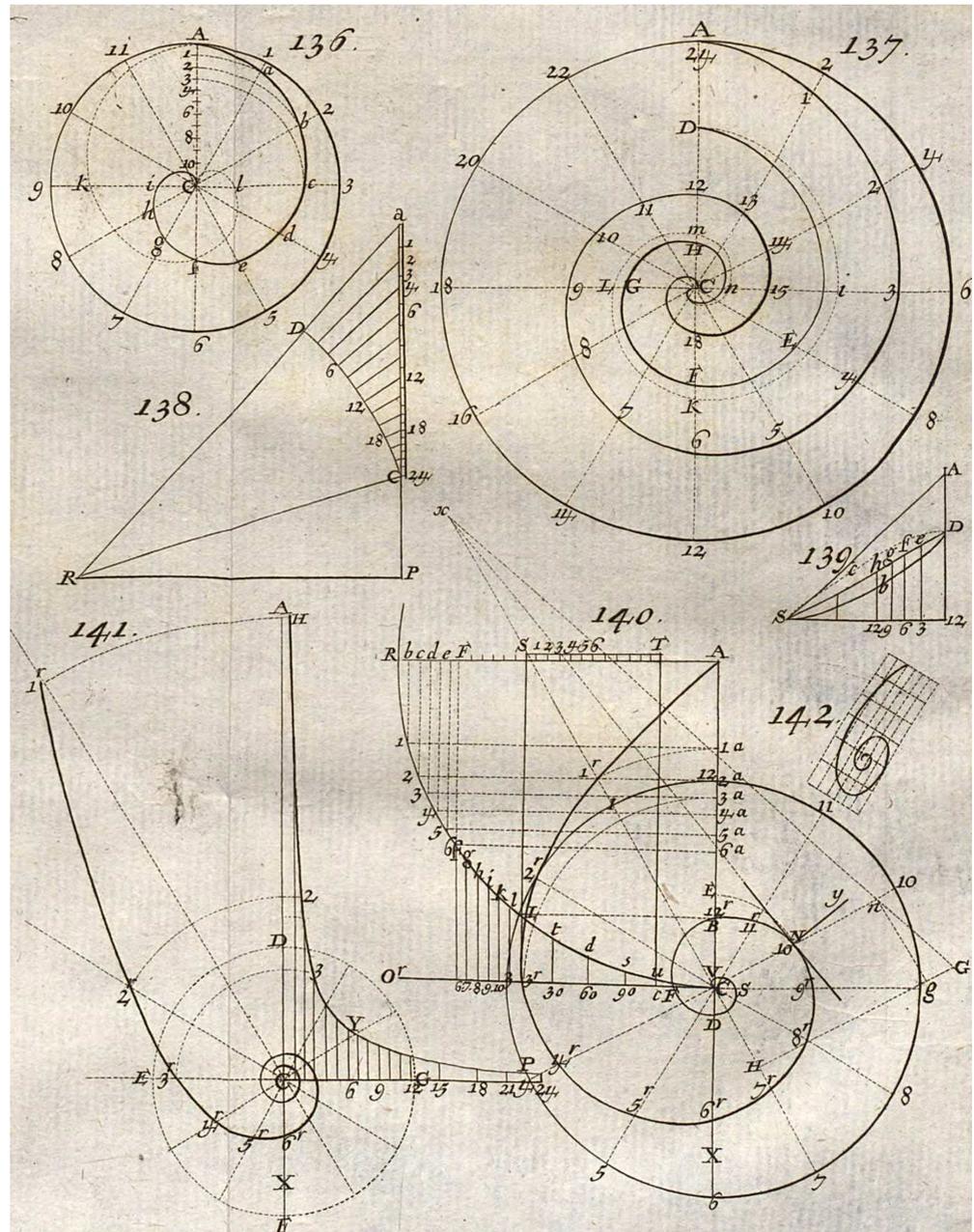
⁸ de La Rue, *Traité de la coupe de pierres*.

⁹ Sgrosso, *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione. Tra Rinascimento e Barocco*, cit.

¹⁰ Frézier, *La Théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois, pour la construction des voûtes et autre parties des bâtiments civil et militaires, ou Traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture*, del 1737. Nel 1760 ne fu pubblicato un compendio dal titolo *Éléments de stéréotomie à l'usage de l'architecture pour la coupe de pierres*.

¹¹ Chasles, *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie*, p. 355.

“ La codifica della doppia proiezione ortogonale, in seno alla emergente geometria descrittiva, coinvolgerà molteplici studiosi, seppur il suo impiego "intuitivo" fosse già diffuso, come si evince dai trattatisti e pittori rinascimentali.



5 | Costruzioni di spirali, da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasburgo 1737.

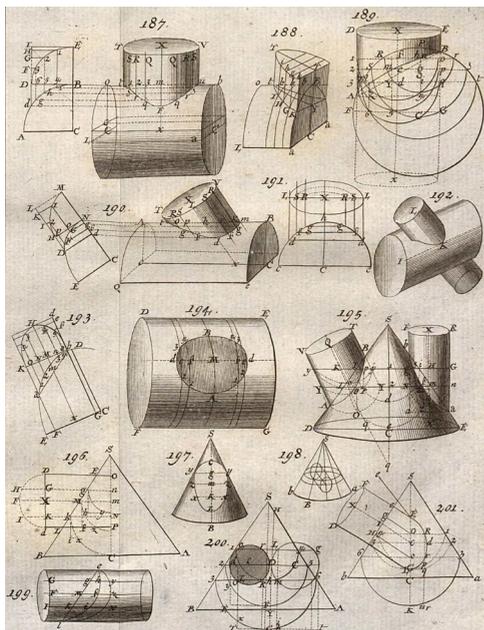
retto ulteriormente chiarito nel discorso preliminare «Sur l'utilité de la théorie dans les arts relatifs à l'Architecture». In linea con il senso di quel precetto, Frézier studia prevalentemente dal punto di vista geometrico le questioni attinenti al taglio delle pietre e alle loro mutue relazioni. Suddivide, quindi, la stereotomia in quattro parti:

- la *tomomorfia*, cioè lo studio delle curve ottenute come intersezioni di superfici piane e curve;
- la *tomografia*, la descrizione delle curve situate su superfici date;
- la *stereografia*, una ricerca dei metodi per rappresentare su di un piano i solidi e le loro sezioni (precisamente *iconografia* e *ortografia* per le piante e i prospetti, *epipedografia*, quale sviluppo di una superficie su di un piano);

- la *tomotecnica*, che consiste nell'applicazione di quanto precede alla determinazione delle sezioni di quelle superfici che risultino più convenienti al taglio dei materiali da costruzione.

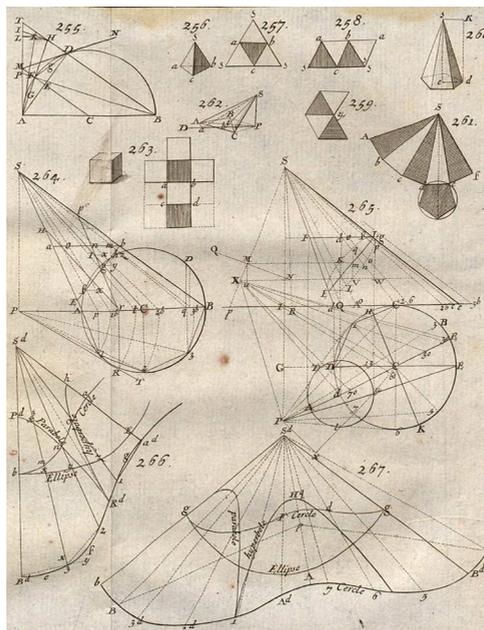
Frézier intitola, con questi stessi termini, i quattro libri del suo trattato. Il *primo libro*, diviso a sua volta in due parti, affronta lo studio delle sezioni piane di solidi, precisamente di sfere, coni, cilindri e superfici "regolarmente irregolari", cioè quadriche, toriche - circolari ed ellittiche - ed elicoidali (figg. 2, 3); qui, inoltre espone le principali proprietà delle coniche, rilevando anche un errore del Dürer, secondo il quale l'ellisse sezione del cono circolare retto differisce dall'analoga sezione del cilindro¹². Frézier, poi nella seconda parte, suggerisce di nominare le coniche con etimi derivati dalla

¹² Loria, *Storia della geometria descrittiva*, cit, p. 89.



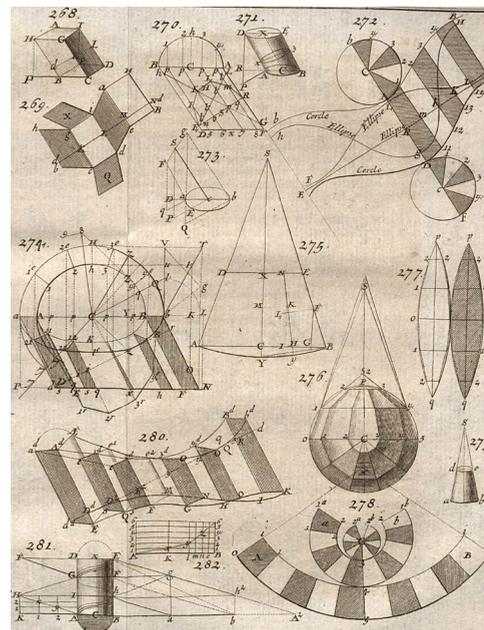
6 | Intersezioni tra superfici, da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasburgo 1737.

7,8 | Sviluppo (esatto o approssimato) su di un piano delle superfici sviluppabili: poliedri, coni, sfere da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasburgo 1737.



parola latina *imbrex* (tegola cava) e cioè *imbricatae*, e precisamente *cicloimbre*, *ellipsoimbre*, *paraboloidimbre* e *hyperboloidimbre*¹³ (fig. 4), differenziandosi dal Padre Courcier (1604-1692), che nella sua opera *De sectione superficiei sphaericae per superficem sphaericam, cylindrica per cylindricam et conica per conicam*¹⁴, impone il nome di *curvitagae*.

Nel *secondo libro* delinea le costruzioni geometriche del cerchio, delle altre coniche e delle spirali (fig. 5), definendone le fondamentali proprietà, fornendone anche una serie di costruzioni approssimate: utilizzando archi circolari, risolvendo questioni relative alle coppie di rette ortogonali, alle coniche e ad altre curve geometricamente definite, individuando come tracciare curve qualsiasi su superfici sghembe, premettendo la definizione di "proiezione" (intesa qui solo come ortogonale) e la natura della relazione metrica tra la lunghezza di un segmento e la sua proiezione. Infine propone la soluzione di alcuni problemi come quello di trovare le sezioni circolari di un cilindro o di un cono quadrico (intendendo, in questo caso, un cono che abbia come direttrice una conica generica), o di descrivere coniche di data specie sulla superficie di un cono. Si occupa poi delle linee sghembe generate da mutue intersezioni tra superfici sferiche, coniche e cilindriche: l'individuazione di tali curve avviene per punti, con l'utilizzo di un sistema di piani ausiliari paralleli (fig. 6), secondo un procedimento tuttora adottato ma non idoneo per la costruzione delle eliche (*Limaces*) tracciate sulla superficie di un cilindro, di un cono o di una sfera; e poiché l'autore giudica la conoscenza di tali curve indispensabi-



le, insegna a elaborarle con determinati metodi.

Il *terzo libro* si configura come prefigurazione della geometria descrittiva a breve emergente: in esso infatti riprende il concetto di proiezione ortogonale, applicato alla *icnografia* (pianta) e alla *ortografia* (alzato) per la rappresentazione delle volte più ricorrenti in architettura: dimostra quindi che per individuare l'immagine di una figura solida sono necessarie, e spesso sufficienti, due proiezioni, seppur ricorrendo talvolta anche alla terza proiezione su di un piano di profilo.

In questo Frézier osserva che la prospettiva «[...] non può dare alcun aiuto al taglio delle pietre perché essa modifica le misure dei solidi rappresentati, diminuendone le partizioni che si allineano a partite dal quadro»¹⁵. Per questa ragione, suggerisce l'assonometria per restituire l'effettiva configurazione spaziale delle superfici in esame. Tratta poi dello sviluppo delle superfici sviluppabili su di un piano, come coni (fig. 7) e cilindri, e di poliedri e sfere (fig. 8), nonché della determinazione delle conseguenti configurazioni assunte dalle linee su quelle superfici precedentemente tracciate. In questo caso, assegna un segmento di lunghezza uguale ad un dato arco circolare, limitandosi ad esporre un procedimento proposto dal suo conterraneo Joseph Saurin (1659-1737)¹⁶: tale procedimento per rettificare approssimativamente un arco circolare viene ripreso da successivi divulgatori di geometria descrittiva.

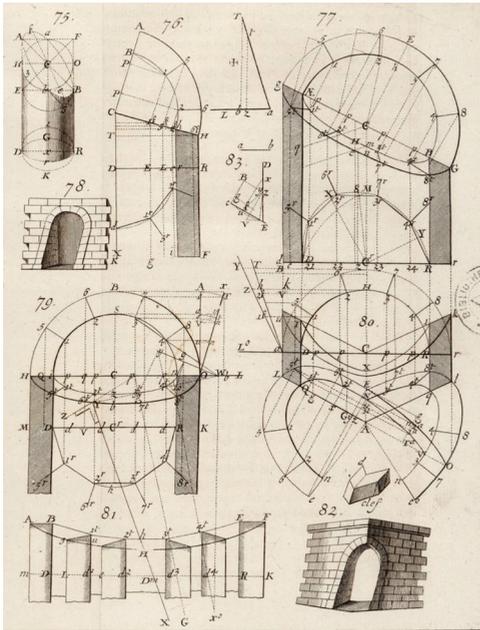
Con la determinazione degli angoli solidi di un triedro del quale si conoscano le facce, si conclude il *terzo libro*: Frézier presenta il

¹³ Le stesse vengono riproposte circa un secolo dopo da J. De La Gournerie, nel suo *Recherches sur les surfaces tétraédrales symétriques*.

¹⁴ Cfr. Courcier, *De sectione superficiei sphaericae per superficem sphaericam cylindrica per cylindricam et conicae per conicam*, Divionae 1662.

¹⁵ «[...] on ne peut tirer aucun secours pour la coupe des pierres, parce que celle change les mesures des solides représentés, en diminuant les parties qui s'éloignent du devant du tableau[...]». Cfr. A. F. Frézier, *La Théorie et la pratique de la coupe des pierres*, op. cit., tomo I, p. 271.

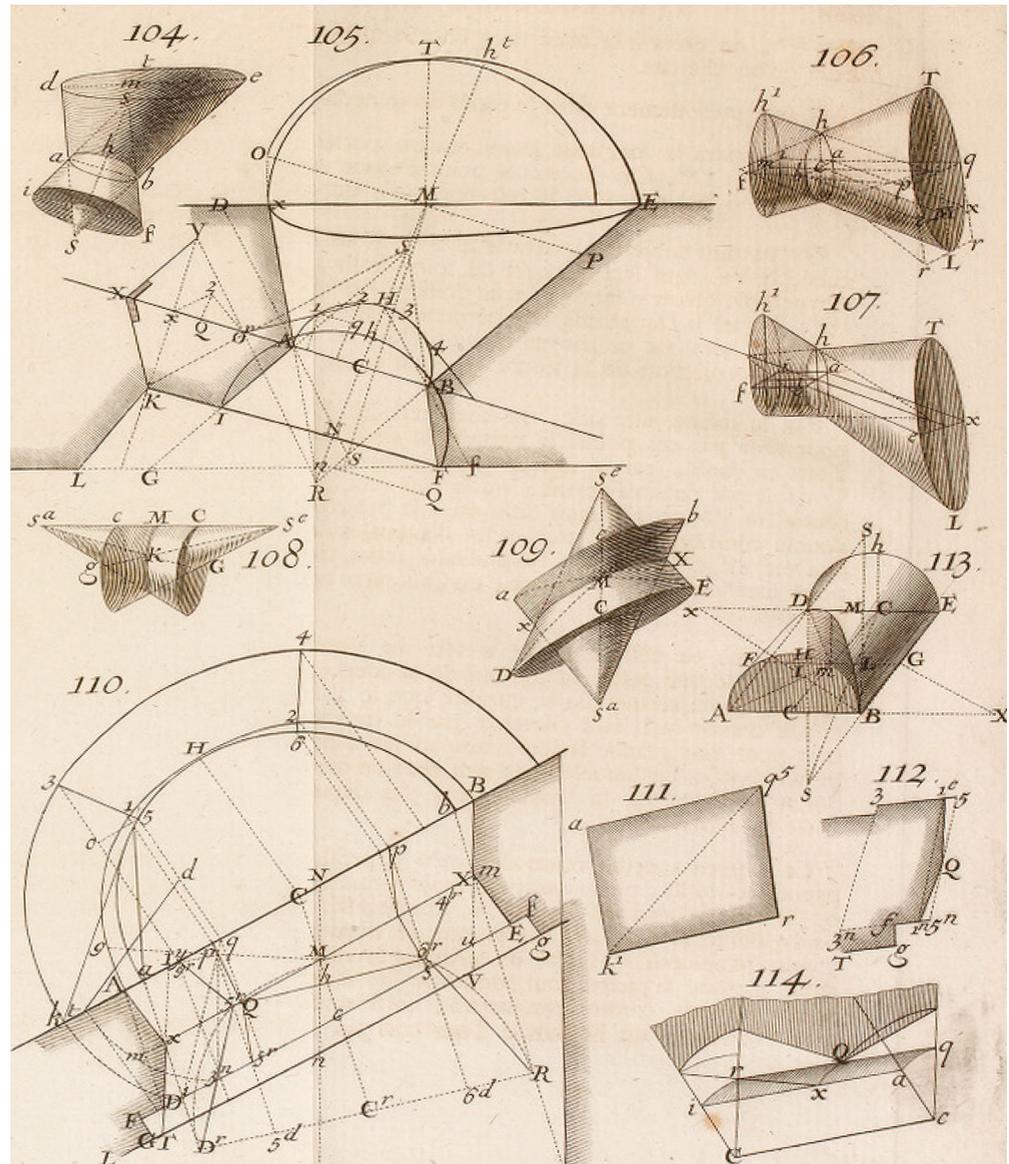
¹⁶ Cfr. Saurin, *Démonstration de l'impossibilité de la quadrature indéfinie du circle. Avec une manière simple de trouver une suite de droites qui approchent de plus d'un arc de circle proposé, tant en dessus qu'en dessous*.



9 | Aperture ad arco, da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasburgo 1737.

ribaltamento e una sezione piana del triedro idonea a trasformarlo in una piramide. Il *quarto libro*, seppur dedicato a questioni pratiche e non a speculazioni teoriche, propone anche considerazioni sulle applicazioni della genesi e della intersezione delle superfici in ambito costruttivo¹⁷, correttamente rappresentate in proiezioni ortogonali (figg. 9-11).

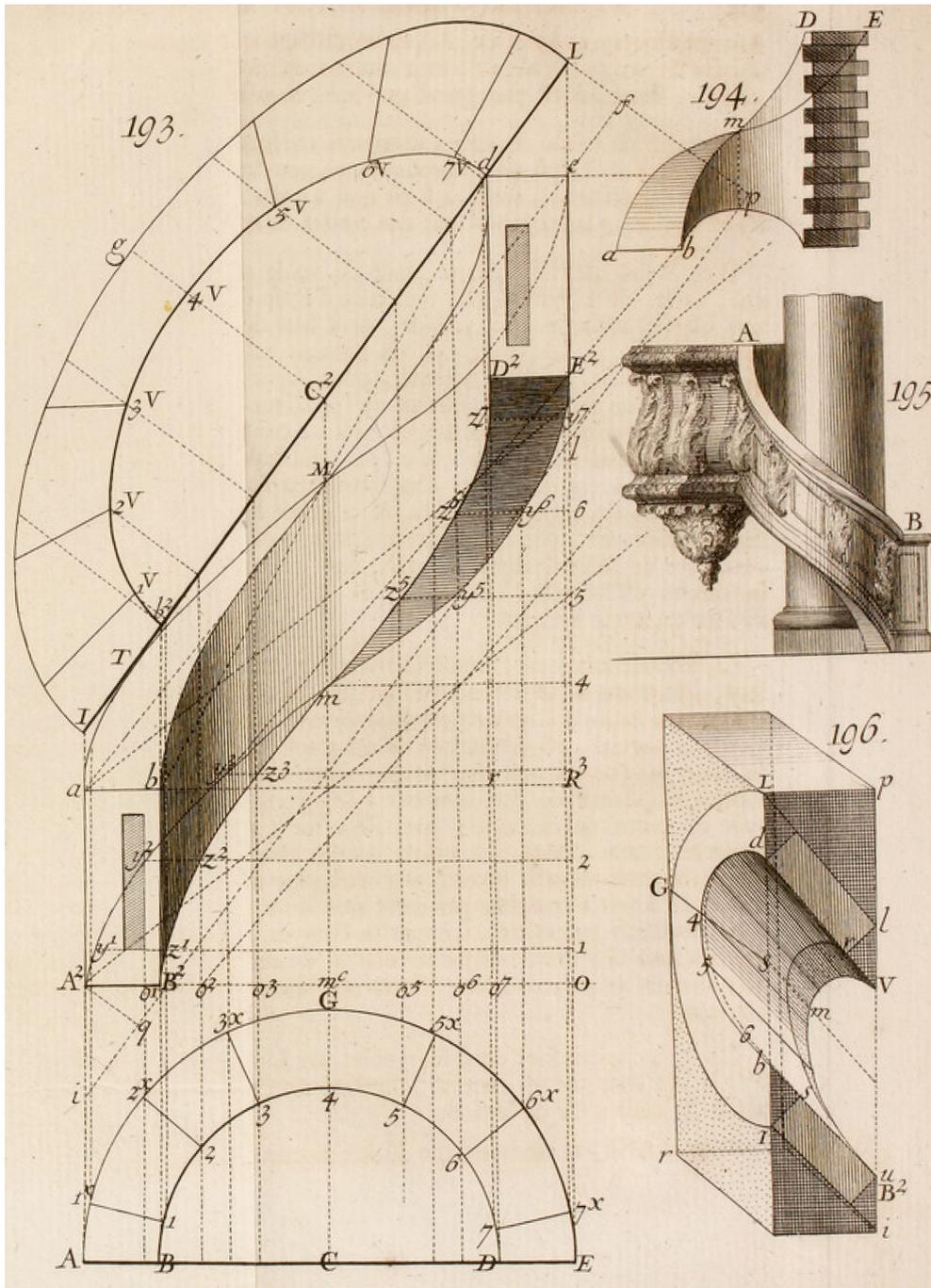
Da quanto descritto possiamo riconoscere all'opera di Frézier rigore, completezza e originalità, ma soprattutto l'importante ruolo svolto nella propagazione delle conoscenze stereotomiche - raccolte inizialmente dal Philibert De l'Orme e sviluppate poi da Mathurin Jousse¹⁸ e dal gesuita François Derand¹⁹ - che hanno contribuito alla codificazione e allo sviluppo dei metodi della geometria descrittiva; egli dice infatti «[...] una sola proiezione verticale o orizzontale non basta per esprimere su di un piano la Figura [...] ma sono necessarie entrambe»²⁰, in linea piena con l'imminente trattato di Gaspard Monge. L'opera di Frézier sottolinea quindi il valore della teoria quale fulcro sia dell'arte che della scienza, traducendosi in "*ars fabricandi*" che coinvolge le teorie della statica geometrica. In questo senso «Il suo interesse per la geometria nasceva dalla percezione che la meccanica costituisse uno strumento capace di controllare la materia [...] - non come nel caso dei suoi predecessori, da un credo negli attributi immanenti e simbolici delle operazioni



10 | Aperture coniche da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasburgo 1737.

geometriche»²¹. Ma nonostante un approccio antitetico per fornire al lettore un metodo "universale e sistematico" per il taglio delle pietre, l'opera di Frézier «[...] non andò mai al di là della geometria euclidea e perciò si limitò all'esame di casi specifici. Ciascun esercizio si basava in definitiva sull'intuizione e sulle particolari proprietà delle figure e delle superfici coinvolte»²², complicando quindi la generalizzazione e la connessione con problemi molto più semplici di pratica convenzionale. Per questo, l'imponente opera di Frézier non ebbe una grande diffusione tra architetti, ingegneri o artigiani nel corso del XVIII secolo: ad esempio, nel celebre *Cours d'Architecture*²³ di C. D'Avilier, il curatore dell'edizione del 1760, nella breve sezione dedicata alla stereotomia, oltre a criticare Désargues che «[...] nasconde tutto ciò che vuole insegnare», biasima libro anche Frézier, le cui elaborazioni egli trova involute e complicate.

¹⁷ Giordano, *Cupole, volte e altre superfici. La genesi e la forma*, pp. 90-92.
¹⁸ Cfr. Jousse, *Le Secret d'Architecture*; Id., *L'Art de la Charpenterie*.
¹⁹ Cfr. Derand, *L'Architecture des Voûtes*. Salvatore, *La stereotomia scientifica in Amédée François Frézier*.
²⁰ Frézier, *La Théorie et la pratique de la coupe des pierres*, cit., tomo 1, p. 228.
²¹ Perez-Gomez, *Architecture and the crisis of modern Science*, p. 233.
²² Ivi, p. 235.
²³ Cfr. D'Avilier, *Cours d'Architecture. Qui Comprend les Ordres de Vignola*.



11 | Rampa elicoidale, da F. Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. Strasbourg 1737.

²⁴ De Chastillon, *Traité des ombres dans le dessin géométral*, in T. Olivier, *Applications de la géométrie descriptive aux ombres, à la perspective, à la gnomonique et aux engrenages*, pp. 5-26.

²⁵ Loria, *Storia della geometria descrittiva*, cit., p. 95.

²⁶ Olivier, *Applications de la géométrie descriptive aux ombres, à la perspective à la gnomonique et aux engrenages*, cit., pp. 5-26.

²⁷ Lambert, *Notes and Comments on the Composition of Terrestrial and Celestial Maps*, p. 1.

²⁸ Kemp, *La scienza dell'arte*, cit., p. 247.

²⁹ Cfr. Lambert, *Insignores orbitae cometarum proprietates*. Cfr. anche M. Chasles, *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie*, pp. 185-187.

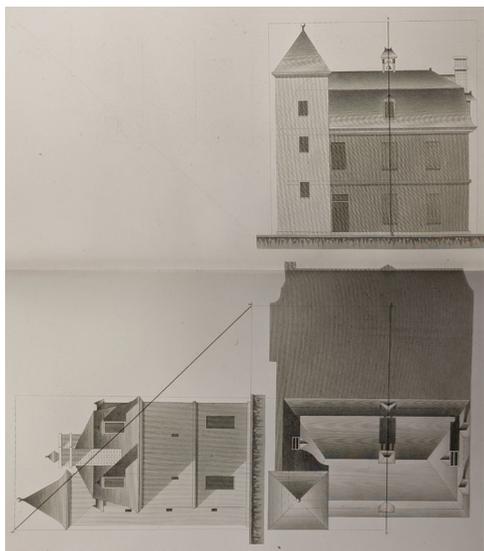
³⁰ *Ibid.*

Assieme ad importanti opere teoriche, il XVIII secolo è anche un secolo di divulgazione manualistica, e in questo filone va sottolineata l'importanza del *Traité des ombres dans le dessin géométral*²⁴, stampato nel 1736 e attribuito a Nicolas-Francois-Antoine de Chastillon. Come rileva il Loria²⁵ - che dubita su tale attribuzione, preferendo chiamare in gioco un autore anonimo del primo settecento - il testo, redatto sotto gli occhi dello stesso Monge, venne reso pubblico solo mezzo secolo dopo ad opera di Théodore Olivier²⁶. Qui vengono utilizzate le proiezioni orizzontali e verticali - e le relative ombre - degli edifici e delle fortificazioni (fig. 12). Egli poi utilizza il termine *perspective*

cavalière per una sorta di "preannuncio" dell'assonometria.

Nel XVIII secolo, quindi, assistiamo a notevoli contributi alle teorie geometriche delle proiezioni, in anticipazione a Monge. Tra questi, la figura di Johann Heinrich Lambert (1728-1777) - importante matematico, astronomo e teorico di cartografia - impronta la sua ricerca verso la cartografia che lega alla prospettiva, come si può evincere dalle sue stesse dichiarazioni: «[...] una mappa dovrebbe mantenere la stessa relazione con le regioni, gli emisferi e perfino con tutta la Terra, che hanno i disegni di ingegneria con una casa, un cortile, un giardino, un campo o una foresta. Ma esso [il globo] ha una superficie sferica e non si possono soddisfare simultaneamente tutte le necessità ed è perciò necessario enfatizzare uno o più requisiti particolarmente importanti a spese degli altri»²⁷. Lambert continua poi spiegando l'importanza delle proiezioni sia ortografiche (parallele), sia stereografiche, sia generalmente centrali nella realizzazione delle mappe. Tali argomenti si collegano a loro volta «[...] con la sua ricerca nel campo della geometria sferica, in cui divenne rinomato pioniere di concetti non euclidei. Il suo studio di figure, come i triangoli e i rettangoli sulla superficie di una sfera lo portarono a considerare dei tipi di geometria in cui la somma degli angoli inscritti può essere più o meno quella delle figure euclidee di due e quattro angoli retti. Egli dimostrò definitivamente anche l'irrazionalità del rapporto fra il raggio e la circonferenza del cerchio»²⁸.

I suoi spiccati interessi per la geometria si palesano anche in un'opera astronomica, un trattato sulle comete dal titolo *Insignores orbitae cometarum proprietates*²⁹, che con uno stile puramente geometrico, descrive le numerose proprietà delle coniche, in relazione alle loro generi proiettiva e alla misura dei diversi settori considerati su queste curve, mentre adopera «[...] queste belle scoperte per la determinazione dei movimenti delle comete»³⁰. Notevoli anche gli studi fotometrici del Lambert, di cui nel 1760 pubblica ad Augusta un lavoro dal titolo *Photometria, sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae*³¹ che tratta della proporzionalità tra la quantità della luce ricevuta da una superficie opaca e il coseno dell'angolo di incidenza del raggio luminoso, relazione meglio nota come legge di Lambert³². Prosegue poi con molteplici contributi sulla prospet-



12 | Costruzione delle ombre di una casa in proiezioni ortogonali, da Nicolas-Francois-Antoine de Chastillon, Archive de Travaux des élèves de l'école du Génie de Mézières.

tiva, tema affrontato ulteriormente da Brook Taylor e John Hamilton³³: in tal senso Kemp rileva che gli «[...] interessi matematici nelle opere di Taylor e Hamilton portarono chiaramente verso la geometria proiettiva di Lambert in Germania e verso la geometria descrittiva di Monge in Francia»³⁴. Contestualmente a questi studi, si producono quindi disegni di architettura in cui risulta ormai evidente il legame tra pianta e prospetto, legame che acquista totale consapevolezza sia teorica che applicativa grazie alla fondazione, ad opera di Gaspard Monge, di una nuova disciplina, la geometria descrittiva: il Metodo delle Proiezioni Ortogonali conferisce infatti universalità e completezza geometrica ai procedimenti empirici di rappresentazione: la personalità di Monge segna quindi l'avvio alla scientificizzazione dei metodi di rappresentazione. D'accordo con Évelyne Barbin, la nascita della geometria descrittiva da parte di Gaspard Monge è stata associata all'École Polytechnique e in generale alla formazione degli ingegneri. E una migliore comprensione della *Géométrie descriptive* del 1799 - un libro di testo che diventerà un riferimento internazionale - è necessario situare la geometria descrittiva, come vedremo, nell'obiettivo di Monge, negli anni 1793-1795, sulla formazione³⁵.

Gaspard Monge e la geometria descrittiva

Nel secolo XVIII l'evoluzione del disegno di architettura raggiunge valori notevoli sia nell'ambito della documentazione - un riferimento è certamente la "skiagrafia" di Chastillon - sia in quello dei disegni di cantiere, cioè la rappresentazione grafica consona a posatori o apparecchiatori, di cui quanto elaborato da Fiézier si configura come fondamentale. D'accordo con Taton, l'affinamento dei metodi di costruzione, la nascita del macchinismo, il debutto delle grandi industrie, «[...] sottolineano l'urgenza di una rifondazione dei disparati procedimenti grafici utilizzati dai tecnici, tanto che nel dominio teorico, le prime estensioni sistematiche allo spazio della geometria infinitesimale e della geometria cartesiana chiariscono e diffondono i principi di questa sintesi»³⁶. In stretta continuità con quanto prefigurato con gli studi stereotomici, fondamentale quindi risulta essere la figura di Gaspard Monge (1746-1818)³⁷.

Ammesso alla scuola militare di Mézières dove aveva dato di sé un'impressione estremamente favorevole alle autorità scolastiche, alla fine degli studi viene invitato ad entrare nel corpo docente³⁸. Chiamato poi come esaminatore alla Scuola della Marina, viene invitato a scrivere un trattato di matematica ad uso dei candidati, in sostituzione del *Cours de mathématique* di Bézout.

Ma dell'intero progetto apparve a stampa nel 1788 soltanto il *Traité élémentaire de statique*³⁹. A Mézières, Monge preparava i suoi studenti agli elementi della geometria descrittiva, la nuova branca della matematica da lui stesso sviluppata e che, pur costituendo l'asse portante dell'insegnamento delle Grandi Scuole, sarà mantenuta segreta per il suo rilevante interesse strategico-militare: «Tuttavia, più che per gli articoli di geometria pubblicati nelle Memorie dell'Académie, prima della Rivoluzione Monge si era guadagnato grande fama negli ambiti parigini per le sue ricerche di chimica e fisica, in particolare per gli esperimenti effettuati con Lavoisier sulla composizione dell'acqua»⁴⁰. Per questo Monge diventa l'artefice e l'animatore della vita dell'École Polytechnique, dove la geometria descrittiva assume un peso particolare nei programmi didattici, con una ricaduta importante per la formazione in Francia di una scuola di geometria all'avanguardia rispetto al resto d'Europa.

Il fondamento della geometria descrittiva, cioè il metodo della doppia proiezione ortogonale - che deriva, come abbiamo visto, dai processi grafici della stereotomia - è semplice: per rappresentare su un piano un oggetto tridimensionale, per esempio una piramide retta, si proietta la figura con raggi proiettanti paralleli ed ortogonali ai due piani a loro volta ortogonali tra loro, indicando le proiezioni dei vertici e degli spigoli. I risultati sono la pianta e l'alzato; ruotando poi il piano verticale (contenente l'alzato) intorno alla retta comune, portandolo a coincidere con quello orizzontale (contenente la pianta), si ottengono le due immagini sul piano del disegno.

Con questo corso di geometria descrittiva, si passa quindi dai procedimenti grafici di origine principalmente idiografica a un corpo di dottrina scientificamente coerente: le diverse fasi di questa evoluzione, proprio attraverso le sue lezioni all'École per il III anno di corso, ci fanno comprendere che la geometria descrittiva «[...] ha due oggetti: il primo, di fornire

³¹ Cfr. Lambert, *Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae*.

³² De Rosa, *Geometrie dell'ombra. Storia e simbolismo della teoria delle ombre*, p. 115.

³³ Giordano, *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione, Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pp. 53-71.

³⁴ Kemp, *La scienza dell'arte*, cit., p. 171.

³⁵ Barbin, *Monge's Descriptive Geometry: His Lessons and the Teachings Given by Lacroix and Hachette*, pp. 3-6.

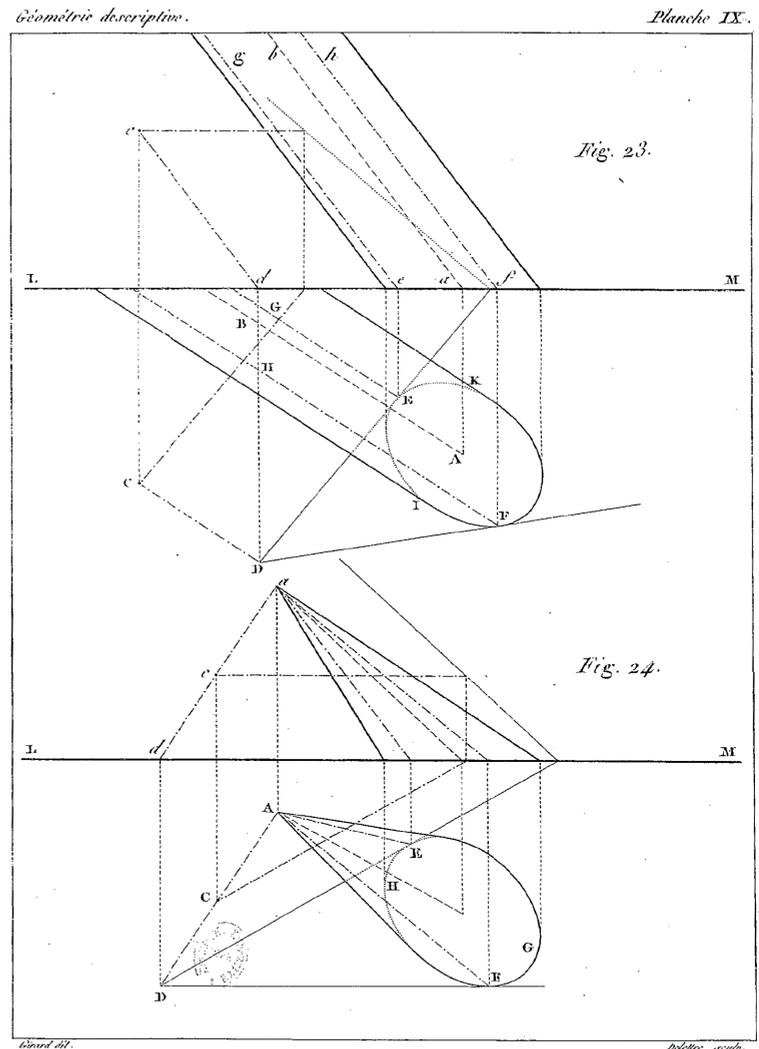
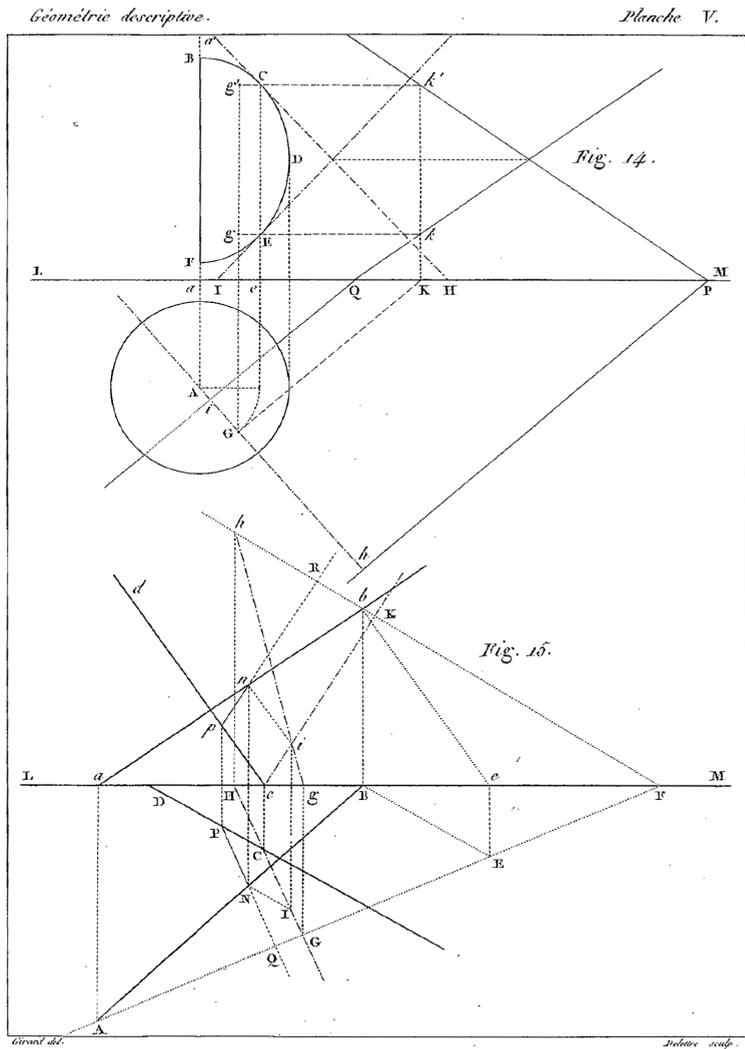
³⁶ Taton, *L'œuvre scientifique de Monge*, p. 72.

³⁷ Cfr. Cardone, *Gaspard Monge. Scienziato della Rivoluzione*. Migliari, *Geometria descrittiva*. Andersen, *The Geometry of an Art*.

³⁸ Sakarovitch, *Epures d'architecture. De la coupe de pierre à la géométrie descriptive*, pp. 220-221.

³⁹ Cfr. Monge, *Traité élémentaire de statique, à l'usage des Écoles de la Marine*.

⁴⁰ Bottazzini, *I "politecnici" francesi*, tomo 1, pp. 19-20.



i metodi per rappresentare su di un foglio da disegno, che non ha che due dimensioni, la lunghezza e la larghezza, tutti i corpi esistenti in natura, che ne hanno tre, lunghezza, larghezza e profondità. Il secondo oggetto è quello di fornire la maniera di riconoscere a seguito di una descrizione esatta la forma dei corpi, e di dedurre tutte le verità che risultano sia dalla loro forma che dalla loro posizione reciproca⁴¹: questa ci fa riconoscere l'attualità della geometria descrittiva laddove i temi fondamentali e le problematiche della rappresentazione dello spazio vengono sistematizzati in maniera esaustiva. Le lezioni continuano poi con l'esposizione delle convenzioni grafiche per la rappresentazione dei corpi, con la risoluzione di una serie di questioni. I seguenti *topics* sono la base della parte teorica del corso: i piani tangenti alle superfici curve, le linee a doppia curvatura, le applicazioni delle intersezioni delle superfici alla soluzione di problemi diversi e una

introduzione alla geometria differenziale (figg. 13, 14). Infine riserva tre lezioni alla teoria delle ombre e alla prospettiva. Questi argomenti verranno introdotti nella quarta edizione dovuta a Barnabe Brisson (1777-1828) nel 1820. Esistono tuttavia delle memorie sui suddetti argomenti: *Des ombres e De la perspective en general*, scritte nel 1785 e pubblicate nel 1847 nell'opera dell'Olivier⁴². Da quanto prodotto quindi da Monge è possibile evincere il fondamentale *trait d'union* tra le scienze esatte e le arti del disegno. Per questo, l'interesse suscitato dall'utilizzo in ambito stereotomico della doppia proiezione ortogonale, assume – come abbiamo visto – un ruolo dominante per la codifica della geometria descrittiva.

13 | Piano tangente ad una superficie di rotazione passante per un punto dato e distanza tra due rette, da G. Monge, *Géométrie descriptive*, Parigi 1799.

14 | Piano tangente ad un cono e ad un cilindro, da G. Monge, *Géométrie descriptive*, Parigi 1799.

⁴¹ Monge, *Géométrie descriptive*, p. 5.

⁴² Cfr. Olivier, *Applications de la géométrie descriptive aux ombres, a la perspective a la gnomonique et aux engrenages*, cit.

Bibliografia

- E. Amodeo, *La scienza della prospettiva nel secolo XVIII, i nuovi indirizzi scientifici che da essa scaturirono e la ripresa della Geometria descrittiva*, in *Atti della Società Italiana per il progresso della Scienza*, Roma 1934-35.
- É. Barbin, *Monge's Descriptive Geometry: His Lessons and the Teachings Given by Lacroix and Hachette*, In É. Barbin, M. Menghini, K. Volkert (eds.), *Descriptive Geometry, The Spread of a Polytechnic Art. International Studies in the History of Mathematics and its Teaching*, Springer Cham 2019.
- A. Becchi, H. Rousteau-Chambon, J. Sakarovich, Philippe de La Hire (1640-1718). *Between Architecture and Science*, Picard, Paris. 2013.
- J. Calvo López, *Stereotomy: Stone Architecture and the Structure of Thought*, Cham Springer, 2020.
- U. Bottazzini, *I "politecnici" francesi*, in P. Rossi (a cura di), *Storia della scienza moderna e contemporanea - Dall'età romantica alla società industriale*, tomo 1, TEA, Milano 2000.
- V. Cardone, *Gaspard Monge. Scienziato della Rivoluzione*, CUEN, Napoli 1996.
- M. Chasles, *Aperçue historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie*, Bruxelles 1837 (Ristampa anastatica Sceaux 1989).
- P. Courcier, *De sectione superficiei sphaericae per superficiem sphaericam cylindricam per cylindricam et conicae per conicam*, Divionae 1662.
- J. De La Gournerie, *Recherches sur les surfaces tétraédrales symétriques*, Parigi 1867.
- J. B. de La Rue, *Traité de la coupe de pierres*, Parigi 1728.
- C. D'Aviler, *Cours d'Architecture. Qui Comprend les Ordres de Vignola*, Parigi 1760.
- M. Chasles, *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie*, Bruxelles 1837, Parigi 1986.
- N. F. A. de Chastillon, *Traite des ombres dans le dessin géométral*, in T. Olivier, *Applications de la géométrie descriptive aux ombres, a la perspective, a la gnomonique et aux engrenages*, Parigi 1847.
- F. Derand, *L'Architecture des Voûtes*, Parigi 1643.
- A. De Rosa, *Geometrie dell'ombra. Storia e simbolismo della teoria delle ombre*, CittàStudi Edizioni, Milano 1997.
- A. F. Frezier, *La Théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois, pour la construction des voutes et autre parties des bâtiments civil et militaires, ou Traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture*, Strasbourg 1737.
- A. F. Frezier, *Eléments de stéréotomie à l'usage de l'architecture pour la coupe de pierres*. Strasbourg 1760.
- A. Giordano, *Cupole, volle e altre superfici. La genesi e la forma*, UTET, Torino 1999.
- A. Giordano, *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione, Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, vol. III, UTET, Torino 2002.
- M. Jousse, *Le Secret d'Architecture*, La Fleche 1642.
- M. Jousse, *L'Art de la Charpenterie*, Parigi 1751.
- M. Kemp, *La scienza dell'arte*, Giunti, Firenze 1994.
- J. H. Lambert, *Photometria sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae*, Augsburg 1760.
- J. H. Lambert, *Insignores orbitae cometarum proprietates*, Augsburg 1761.
- J. H. Lambert, *Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten*, Berlino 1772 (trad. en. *Notes and Comments on the Composition of Terrestrial and Celestial Maps*, Esripress, Michigan 1972).
- G. Loria, *Storia della geometria descrittiva dalle origini ai giorni nostri*, Hoepli, Milano 1921.
- R. Migliari, *Geometria descrittiva*, CittàStudi Edizioni, Novara 2009.
- G. Monge, *Traité élémentaire de statique, à l'usage des Écoles de la Marine*, Parigi 1788.
- G. Monge, *Géométrie descriptive*, Parigi 1799.
- T. Olivier, *Applications de la géométrie descriptive aux ombres, a la perspective a la gnomonique et aux engrenages*, Parigi 1847.
- A. Perez-Gomez, *Architecture and the crisis of modern Science*, Cambridge Massachusetts-Londra 1993.
- J. Sakarovich, *Epures d'architecture. De la coupe de pierre à la géométrie descriptive*, Birkhauser Verlag AG, Basilea - Boston - Berlino 1998.
- M. Salvatore, *La stereotomia scientifica in Amédée François Frézie. Prodromi della geometria descrittiva nella scienza del taglio delle pietre*, Firenze University Press, Firenze 2012.
- J. Saurin, *Démonstration de l'impossibilité de la quadrature indéfinie du cercle. Avec une manière simple de trouver une suite de droites qui approchent de plus d'un arc de cercle proposé, tant en dessus qu'en dessous*, Parigi 1720.
- A. Sgrosso, *La geometria nell'immagine. Storia dei metodi di rappresentazione. Tra Rinascimento e Barocco*, Vol. II, UTET, Torino 2001.
- R. Taton, *L'œuvre scientifique de Monge*, Presses Universitaires de France, Parigi 1951.