

## Sulla stereotomia, il CAD e le varie *trompe* d'Anet

Camillo Trevisan

Articolo in corso di pubblicazione nel volume

Riccardo Migliari (a cura di), *Geometria e Architettura. Strumenti del dottorato di ricerca in Rilievo e Rappresentazione*, Gangemi, Roma 2000

Questo breve articolo ha lo scopo di illustrare alcuni aspetti della stereotomia,<sup>1</sup> tuttora vivi e degni di attenzione per l'architetto contemporaneo, prendendo come riferimento un manufatto assai notevole – la *trompe*<sup>2</sup> d'Anet, di Philibert Delorme – e soprattutto le costruzioni geometriche di quella *trompe* proposte da molti altri trattatisti.<sup>3</sup>

In questa materia, uno dei punti di maggior interesse consiste nell'indagare i sistemi generali ed i procedimenti specifici adottati da ciascun autore per definire, esaminare, verificare, costruire oggetti tridimensionali servendosi di grafici bidimensionali.

In tal senso, si scoprono affinità più penetranti ed estese tra l'attuale modellazione realizzata mediante *software* CAD e la stereotomia, piuttosto che tra quest'ultima e la stessa geometria descrittiva.

Infatti, lo scopo e l'uso della modellazione solida non è tanto e *solo* la descrizione dell'oggetto – rappresentandolo in alcune viste *congelate*, le quali, per identificare univocamente un punto, un segmento, una superficie, richiedono l'una l'esistenza dell'altra – ma piuttosto la determinazione stessa dell'oggetto, costruendone un modello numerico strutturato e topologicamente connesso che potrà essere modificato, esplorato, sezionato, pesato, edificato. Se la geometria descrittiva presuppone l'esistenza di un modello, sia pure mentale, da rappresentare in varie proiezioni, la modellazione solida lo crea.

In altro contesto e per mezzo di tecniche diverse, la stereotomia si assume ed assolve tuttavia lo stesso compito. Un *trait géométrique*, ancor prima di presentarsi come grafico è un vero e proprio algoritmo, nel quale le *variabili di ingresso* sono date da una sezione orizzontale ed una verticale del manufatto e l'univoco prodotto è il modello tridimensionale stesso. Un algoritmo nel quale, se i dati di partenza sono corretti e completi, il modello generato non può risultare sconnesso né interpretabile. Un algoritmo, inoltre, dove possono essere ridotti al minimo i parametri iniziali, permettendo all'architetto di concentrarsi sugli aspetti compositivi e morfologici generali, anziché sulle particolarità locali.<sup>4</sup>

La principale differenza tra *epure*<sup>5</sup> e *trait*, insomma tra *proiezione* e *nomogramma*, risiede soprattutto nel potenziale dinamismo di quest'ultimo, nella sua capacità di modificarsi operativamente, determinando esiti diversi, contenendo sempre in sé, però, tutte le caratteristiche geometriche dell'oggetto.

Sono gli stessi trattatisti, da Delorme<sup>6</sup> a Frézier<sup>7</sup>, a suggerire l'uso del *trait* per la produzione di modelli reali, oltre che come strumento progettuale e costruttivo<sup>8</sup> e base per il taglio dei conci in pietra, i quali, una volta composti assieme, dovranno considerarsi come un tutt'uno.<sup>9</sup>

Ma il dispositivo algoritmico del *trait* – proprio a causa dell'indissolubile legame istituito tra teoria e prassi, tra progetto e costruzione – pur se univoco, non è tuttavia unico; tanto che molti aspetti in apparenza prettamente geometrici derivano in realtà da necessità costruttive. Una prima lettura trasversale dei grafici qui presentati riguarda infatti la loro costruzione in funzione del sistema di taglio della pietra.

Ringrazio moltissimo il prof. Riccardo Migliari per questo invito. Le considerazioni che seguono sono frutto di uno studio su alcuni trattati che, tra la seconda metà del Cinquecento e la prima metà del Settecento, hanno posto le basi e definito la stereotomia. I risultati complessivi, di prossima pubblicazione con il titolo *Per la storia della stereotomia. Geometrie, metodi e costruzioni*, sono disponibili anche in Internet, limitatamente all'apparato critico, alla pagina: <http://www.iuav.it/dpa/ricerche/trevisan/stereo/stereo.htm>

Figura 1. *Trompe Droite circulaire*. A.-F. Frézier, *La théorie...*, libro IV, tav. 43, p. 217. Da notare i *biveaux* posti sui conci e la presenza del *trompillon* sul vertice della *trompe*, che influenza la scelta del piano di taglio dei vari conci.

3 P = P P3  
P3 Y = Y X3

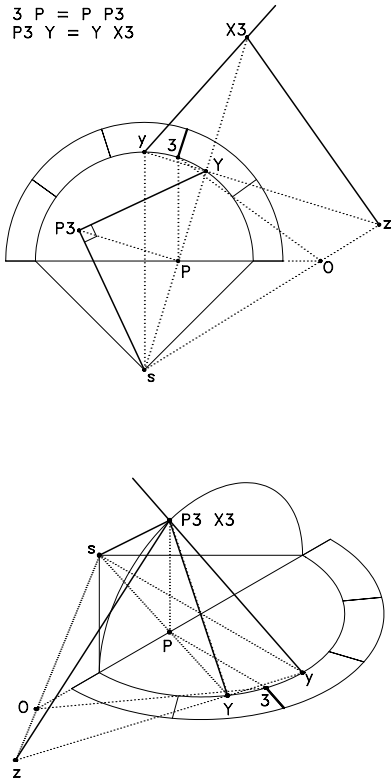
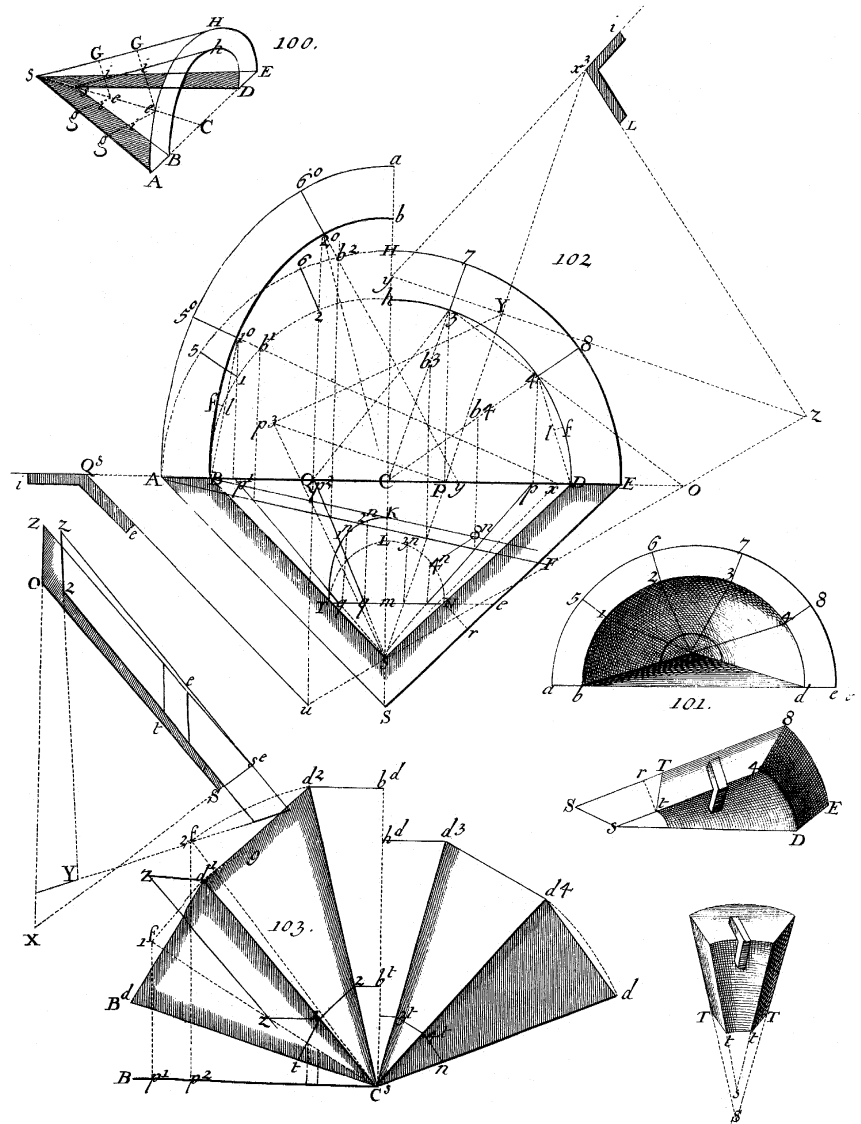
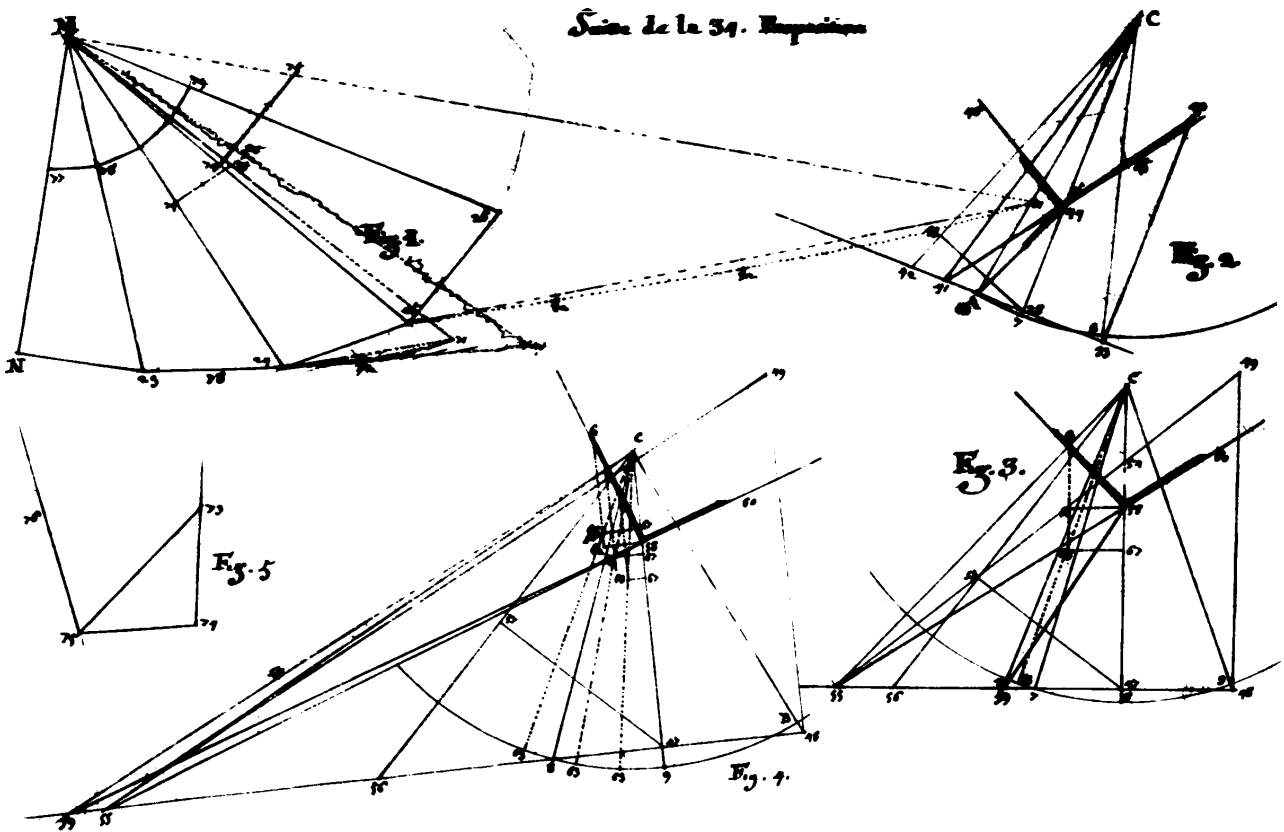


Figura 2. La figura mostra lo schema costruttivo, in pianta, eseguito seguendo le indicazioni del testo e così come è presentato nella figura 1, immagine 102. Da notare la differente posizione dei punti Y e y (sul semicerchio anziché esterni a questo); piccolo errore forse voluto da Frézier per evitare la sovrapposizione di troppe linee sulla semicirconferenza.

Figura 3. Questa immagine illustra la disposizione tridimensionale dello schema della figura 2: il triangolo s-P3-Y è stato ruotato di 90 gradi sulla retta passante per s e per Y; il triangolo y-X3-z è stato invece ruotato sulla retta passante per y e per z, fino a portare X3 su P3 (sulla verticale per P e sulla superficie dell'intradosso della trompe). Infatti, per costruzione, la distanza tra P e P3 è uguale a quella tra P e 3 e gli angoli s-P3-Y e P3-P-Y sono retti (e dunque P3 ruotato coincide con il punto 3 ruotato di 90 gradi sulla retta per P e per O) e la distanza tra Y e P3 è uguale, sempre per costruzione, alla distanza tra Y e X3. L'angolo trovato (L-x3-i della figura 1, immagine 102) è dunque l'angolo tra il piano di giunzione tra il terzo e quarto concio e la doële plate del quarto concio, misurato sul piano passante per il punto P3 e perpendicolare al piano della stessa doële plate (il piano passante per i punti 3, 4 e s della figura 1, immagine 102).



Il metodo di taglio *par équarrissement* (o anche *par derobement*) è intuitivamente vicino alla generazione di un solido per intersezione di estrusioni, eseguita con programmi CAD. Con altra accezione, può anche essere visto come la riduzione alla fisicità della doppia proiezione ortogonale, poiché ciascun punto è definito dall'intersezione di due o più direttrici, di norma ortogonali tra loro, senza la necessità di conoscere a priori la natura della curva o della superficie alla quale quel punto appartiene. Ed è interessante osservare come lo stesso Frézier descrive il fenomeno: il concio è definito, quasi automaticamente, *par une espece de hazard*,<sup>10</sup> quasi contrapponendolo al limpido meccanismo del *trait*. Di tutt'altra natura il taglio *par biveaux*.<sup>11</sup> In questo caso ciascuna fase costruisce una faccia del concio (ed è per questo che il metodo è noto anche come *directe*), poiché, a partire da una prima faccia livellata su di una superficie del blocco e tracciata nel suo contorno sulla scorta del suo *panneau*,<sup>12</sup> le successive sono legate alle precedenti dalla preventiva conoscenza dell'angolo tra le facce e dei pannelli ad esse riferiti. La generazione del concio in questo caso procede dunque per passi equivalenti, corrispondenti per molti versi alla costruzione di un modello numerico tridimensionale noto come *boundary surfaces*, nel quale, appunto, ciascuna faccia dell'oggetto individua un'entità grafica, di confine, legata alle altre in una dipendenza *ad albero*. Infatti, nella costruzione di un tal modello non è indifferente la scelta del percorso generativo, poiché l'uno non è



Exemple d'une manière uniuerselle du S.<sup>r</sup> G. D. L.  
 Touchant la pratique du trait à preuues pour la coupe des pierres en l'Architecture. Ances Fraince.

Figura 4. Trouver les panneaux et les Beuveaux des Voussoirs d'une Trompe rampante construite dans un angle rantrant dont les joints de lits sont en ligne droite, et la teste est courbé. P. de La Hire, *Traité de la coupe des pierres, proposition 34<sup>e</sup>*. Questa figura, tracciata a penna e con alcune correzioni, pur essendo poco chiara dimostra tuttavia la puntuale ricerca degli angoli tra le facce dei conci della trompe.

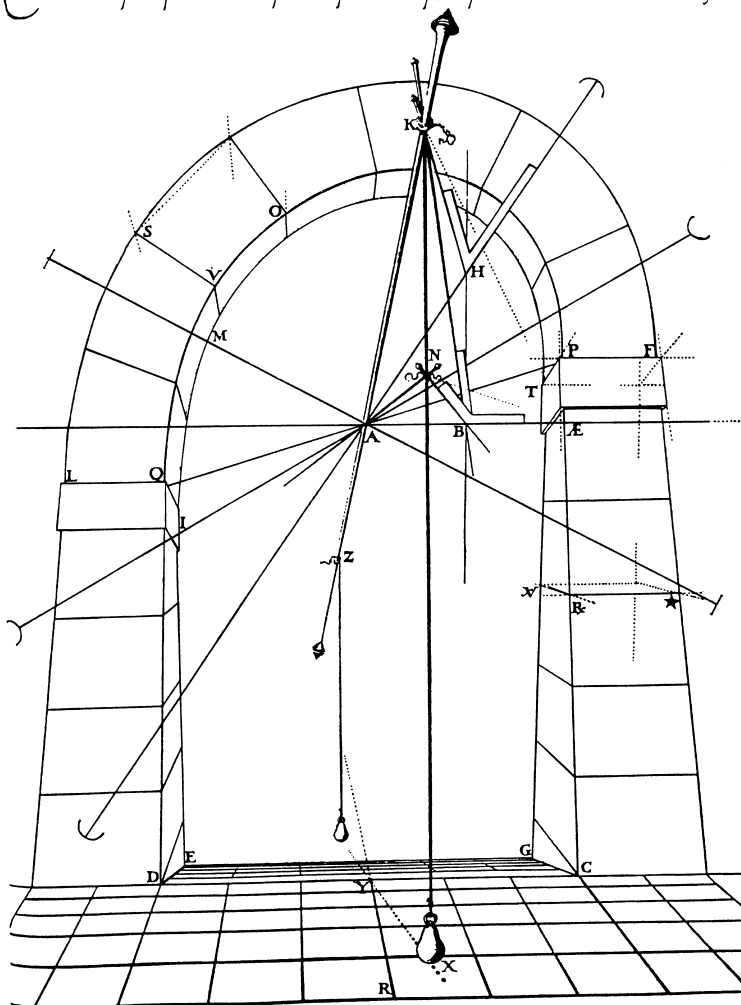


Figura 5. Schema delle rette e degli angoli di una berceau con piano di calpestio e fronte inclinati. G. Desargues, *Brouillon project...*, tav. 1. La retta KAZ è l'asse (essieu) del berceau; la retta HA è invece il sousesseiu, vale a dire l'asse di maggiore inclinazione rispetto al piano di facciata ed una retta, posta anch'essa sul piano della faccia, perpendicolare all'essieu; dunque, la proiezione dell'asse sul piano di facciata: su quel piano, la perpendicolare all'essieu è il contrasseiu (retta AJ), mentre la perpendicolare al sousesseiu è il traversieiu (retta MA). Da notare anche i fili a piombo KX e in Z, che collegano le rette al sistema di riferimento.

Figura 6 . A. Bosse, *La Pratique du Trait*, tav. 53. Descrizione dei *panneaux* e dei *biveaux* di un concio.

Figura 7. Prima costruzione per reperire l'angolo *des faces nivelée & arête BAE* e l'angolo *des route nivelée & arête NAL*. A. Bosse, *La Pratique du Trait*, tav. 11.

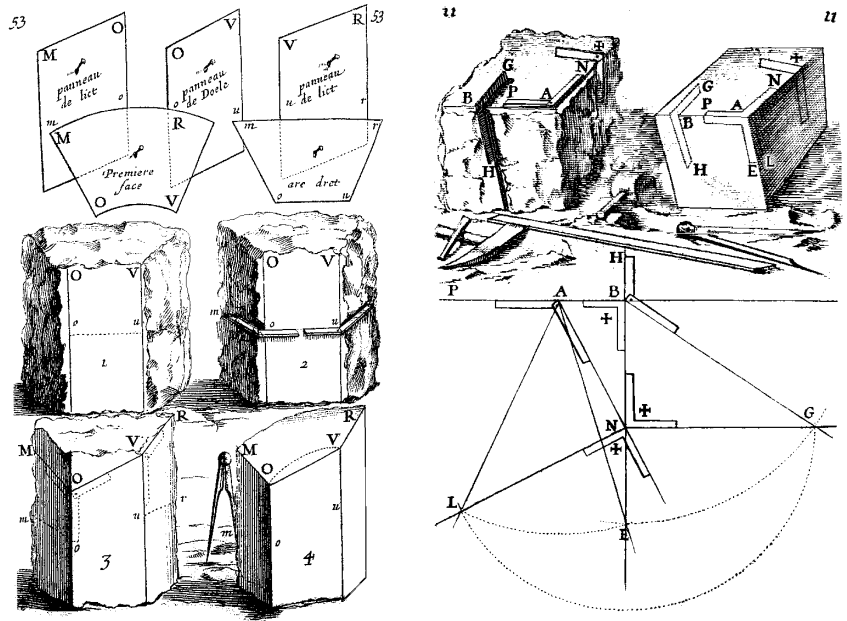


Figura 8. *Trait* usato per la costruzione dei *panneaux* della *trompe* di Anet. P. Delorme, *Le premier tome...*, ff. 92 v.-93 r.

equivalente all'altro ed è sempre necessario *conoscere* preventivamente l'oggetto in tutte le sue articolazioni, senza lasciare nessuno spazio all'azzardo accennato da Frézier.

Se il primo metodo usa essenzialmente le proiezioni ortogonali, spesso di semplice costruzione, il secondo, richiedendo la conoscenza di angoli generici e dei contorni delle superfici, anche a doppia curvatura, implica dunque ben altri passaggi.

Ma è addirittura possibile combinare i due metodi, sfruttandone le singole peculiarità: ad esempio, sbizzando un concio *par équarrissement*, individuando così alcune facce più semplici, completandolo poi *par biveaux*, nei recessi meno agevoli.



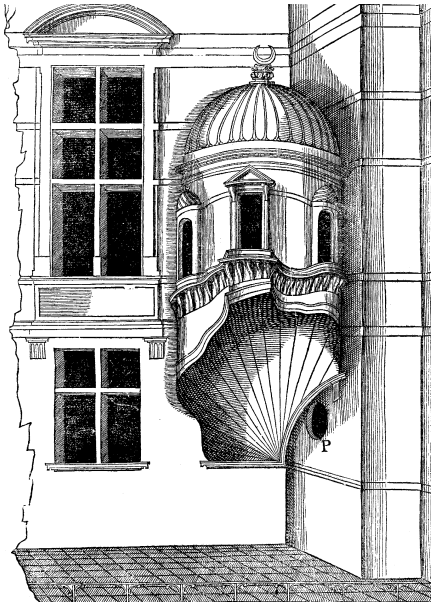


Figura 10. Veduta pseudo prospettica della *trompe* di Anet. P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 89r. Da questa immagine la *trompe* sembra avere l'intradosso sferico e non conico. Infatti, in quest'ultimo caso la sezione posta sopra la finestra P sarebbe rettilinea e non curva. Tuttavia quella stessa curva potrebbe essere il risultato di una sezione del cono eseguita con un piano, quello del muro laterale, non passante per il vertice. Anche Frézier, che la descrive quando era ancora esistente, la colloca tra le *trompe* coniche, come del resto si evince dal metodo costruttivo del *trait*.

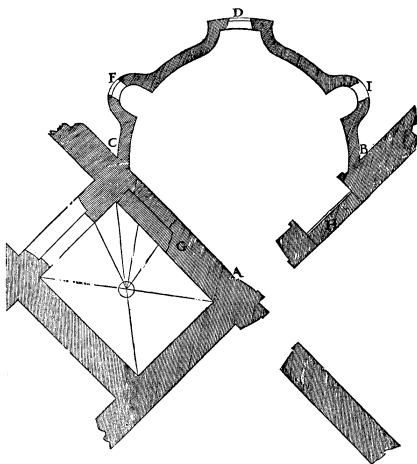


Figura 11. Pianta della *trompe* di Anet. P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 91v.

Figura 12. Sviluppo frontale della *trompe* di Anet. P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 94v. Il segmento orizzontale corrisponde, in lunghezza, allo svolgimento del perimetro della pianta della *trompe* (nel trattato i grafici sono tracciati tutti alla stessa scala rispetto alle probabili dimensioni reali della *trompe*. 1:18).

della porta par *équarrissement*, misurando sulla pianta le lunghezze che dovrete trovare e l'avanzamento di ciascun concio [sull'angolo], senza aiutarvi con i pannelli [...] Ma così vi è un gran spreco di materiale e perciò i buoni maestri si servono dei pannelli, mettendoli tutt'attorno alla pietra, per tracciarla in opera, e fanno squadrare la pietra con il *biveau*, costruito tra il profilo della volta e le linee di giunzione".<sup>14</sup>

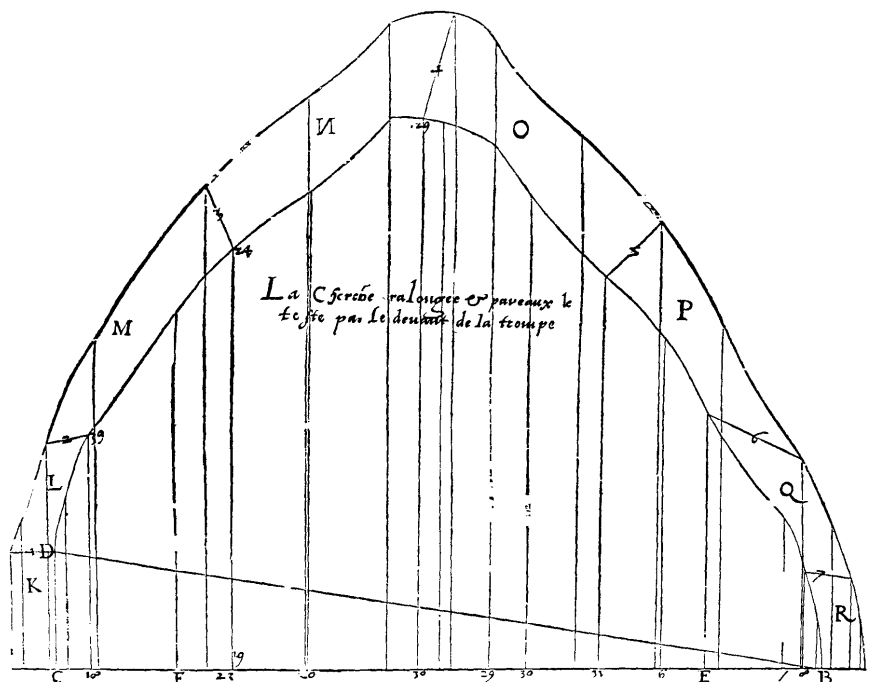
Ancora, scrivendo sulla *vis Saint-Gilles*, a proposito degli operai, dice: "Ne ho incontrato qualcuno che la faceva par *équarrissement*, ma senza alcuna inventiva né industriosità e sprecando molta pietra. Oggi ne vedo molti che conoscono non solo come costruire la *vis Saint Gilles* ma molti altri *trait*".<sup>15</sup>

Ma immediatamente dopo aggiunge anche: "Se la dovessi costruire io non la farei certo con i pannelli e nemmeno par *équarrissement* [...] È infatti più agevole e facile farla con i *biveaux* e le *sauterelles*: poiché avendo le *cherches r'alongées* [archi di cerchio 'proiettati' in forma di archi di ellisse] e gli *squadri* è facile tracciare [tagliare] tutti i concii".<sup>16</sup>

Da questi commenti e dai grafici presentati nel trattato di Delorme si deduce pertanto un procedimento di taglio assai flessibile: se i pannelli che circondano il concio sono comunque e sempre descritti e definiti, la fase esecutiva è affidata alle capacità operative dei tagliatori locali. Se questi saranno abili ed ingegnosi, sapranno loro stessi scegliere autonomamente la via più elegante, breve ed economica, nei termini di spreco di materiale.

I trattatisti successivi saranno invece più rigidi, spesso selezionando e descrivendo varie e contrapposte modalità di 'applicazione del *trait* sulla pietra'. Ad esempio, la tavola 43 tratta da Frézier (vedi figure 1, 2, 3) illustra limpidamente la complessa sequenza di passaggi necessari per l'identificazione del *biveau* tra l'intradosso e la superficie di giunzione di un concio di una *trompe droite circulaire*. Ma anche la figura 4, tratta da de La Hire, e le 5, 6, 7, da Desargues e Bosse, indicano con chiarezza la volontà esplicita di operare soprattutto per mezzo di *biveaux*.

In tutti i trattati pre ottocenteschi (ad eccezione del Bosse) colpisce, però, la presenza di una moltitudine di casi specifici, selezionati in relazione alla co-



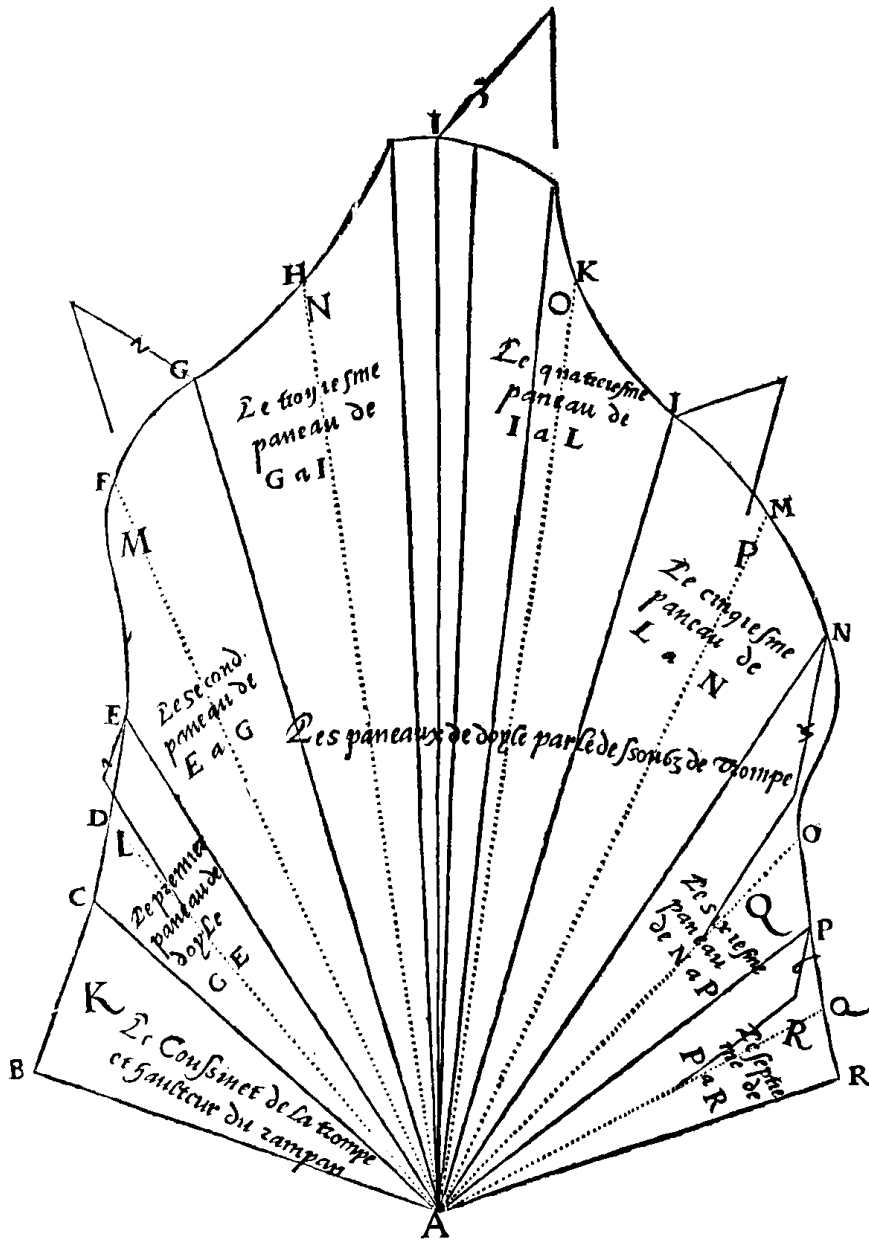


Figura 13. Sviluppo della volta inferiore della trompe di Anet. P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 95 v. Da notare i pannelli di giunzione ribaltati, definiti con i due bordi paralleli tra loro. La lunghezza della curva è pari alla lunghezza della curva interna del grafico della figura 13, corrispondente al bordo esterno dell'intradosso.

Figura 14. La trompe di Anet. J. B. De La Ruë, *Traité de la coupe des pierres*, tav. XLVI. Da notare i pannelli di giunzione tra i conci triangolari ed il reperimento del vertice superiore per trilaterazione (figura al centro).

Figura 15. *Trompe conique rampante en Tour ronde*. A.-F. Frézier, *La théorie...*, libro IV, parte II, tav. 83, p. 113. Anche in questo caso (vedi figura 1) è previsto un *trompillon*, NT in pianta. Si noti anche il pannello di giunzione triangolare (immagine 73).

Figura 16. *Trompe à Panse trompe* d'Anet non rampante. A.-F. Frézier, *La théorie...*, libro IV, tav. 48, p. 267. La metà destra del grafico 129 si riferisce ad una *trompe* d'Anet non rampante, la sinistra ad una *trompe à pans*: un interessante caso di generalizzazione dei metodi.

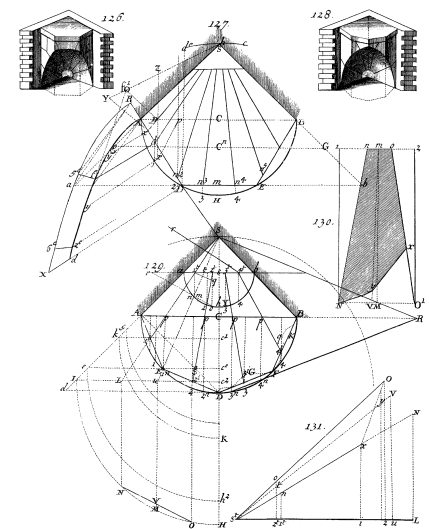
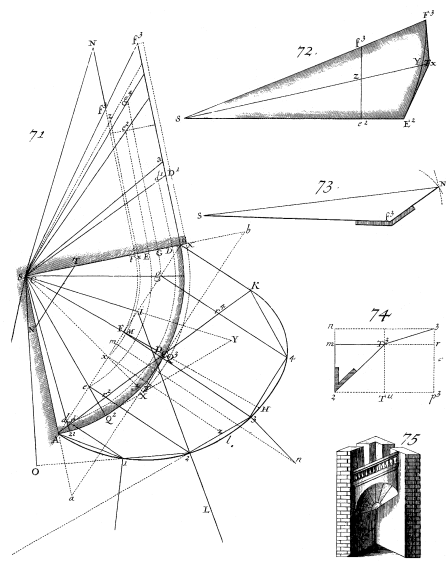
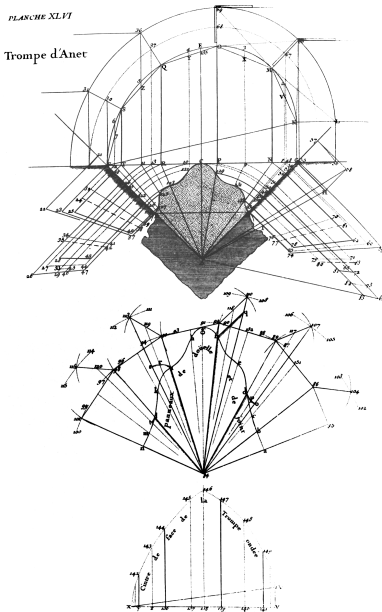


Figura 17. Trompe Droite circulaire. A.-F. Frézier; La théorie..., libro IV, tav. 44, p. 229. Si notino i cartoni di giunzione, in alto a destra, con le varie ipotesi di taglio per il trompillon (Ee oppure TE). Da notare anche le rotazioni delle linee de pente.

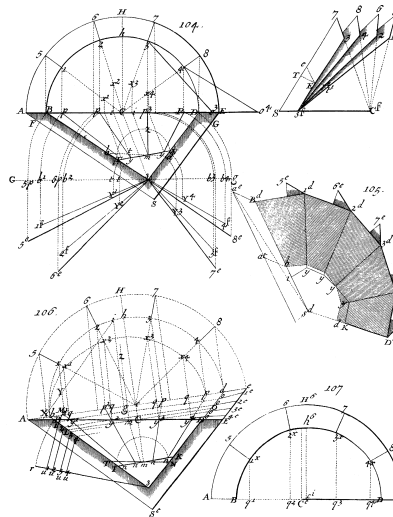


Figura 18. Trompe ondéée et rampante. F. Derand, L'Architecture des voutes, cap. XXII, p. 291. Sono qui da notare le rotazioni ed i ribaltamenti delle linee de pente e l'uso di una curva intermedia tra l'intradosso e l'estradosso (oltre ai punti intermedi, posti al centro dei conci), per aumentare la precisione di calcolo (grafico in alto).

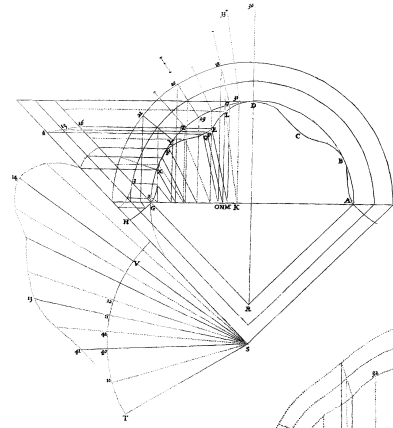


Figura 19. Trompe ondéée par devant, ayant son plein cintre. F. Derand, L'Architecture des voutes, cap. XII, p. 259. Da notare, rispetto alla figura precedente, la diversa soluzione adottata per reperire le linee de pente, facendo uso della simmetria e della regolarità della trompe. Viene comunque mantenuta la curva intermedia.

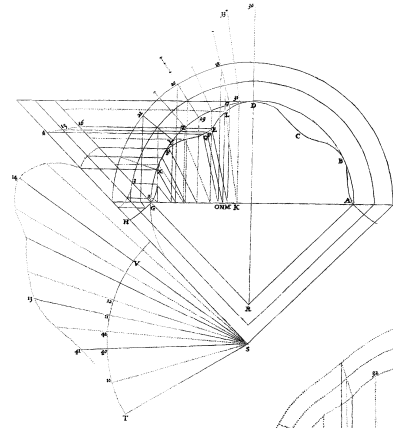


Figura 20. Trompe dans un angle droit rampant ragetant une Tour creuse. M. Jousse, Le Secret d'Architecture, Tav. 57. Anche in questa immagine è interessante notare la modalità di ribaltamento delle linee de pente e l'uso di una curva intermedia.

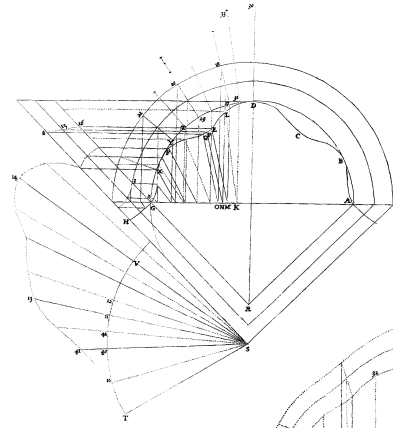


Figura 21. Trompe ondee et Rampante. B. Boye, L'Architecture des voutes, tav. 69. Questa costruzione, tratta da un tardo manoscritto, è del tutto analoga a quella presentata da Derand (vedi figura 18).

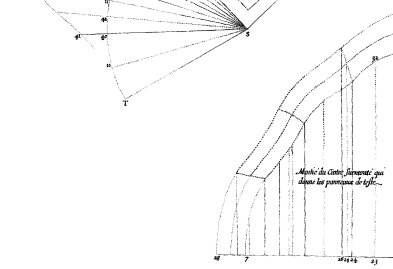
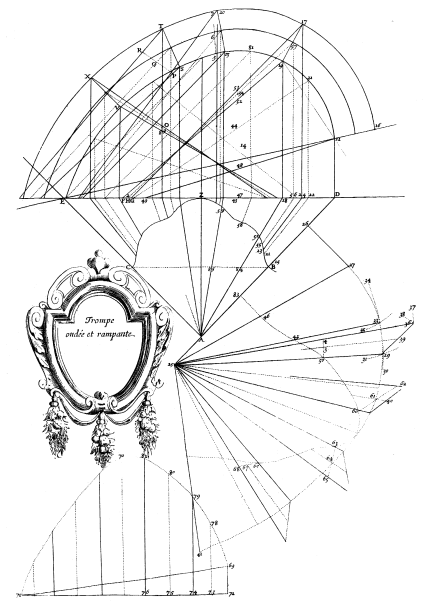
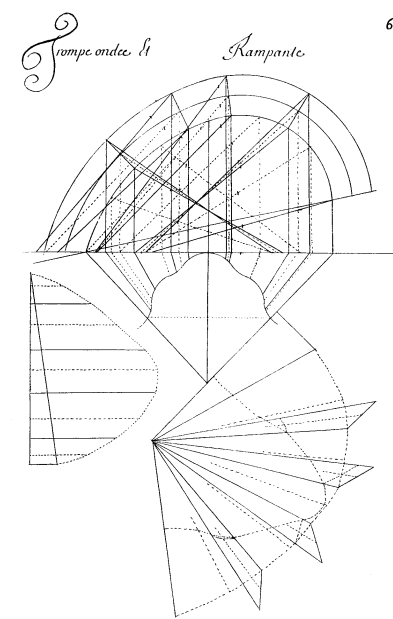
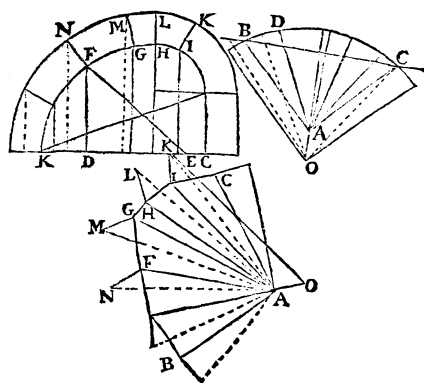
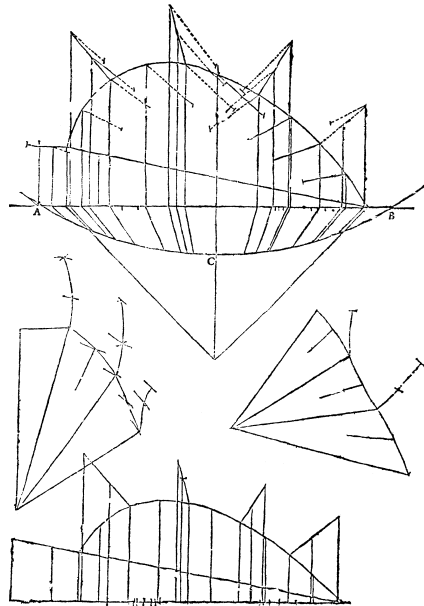


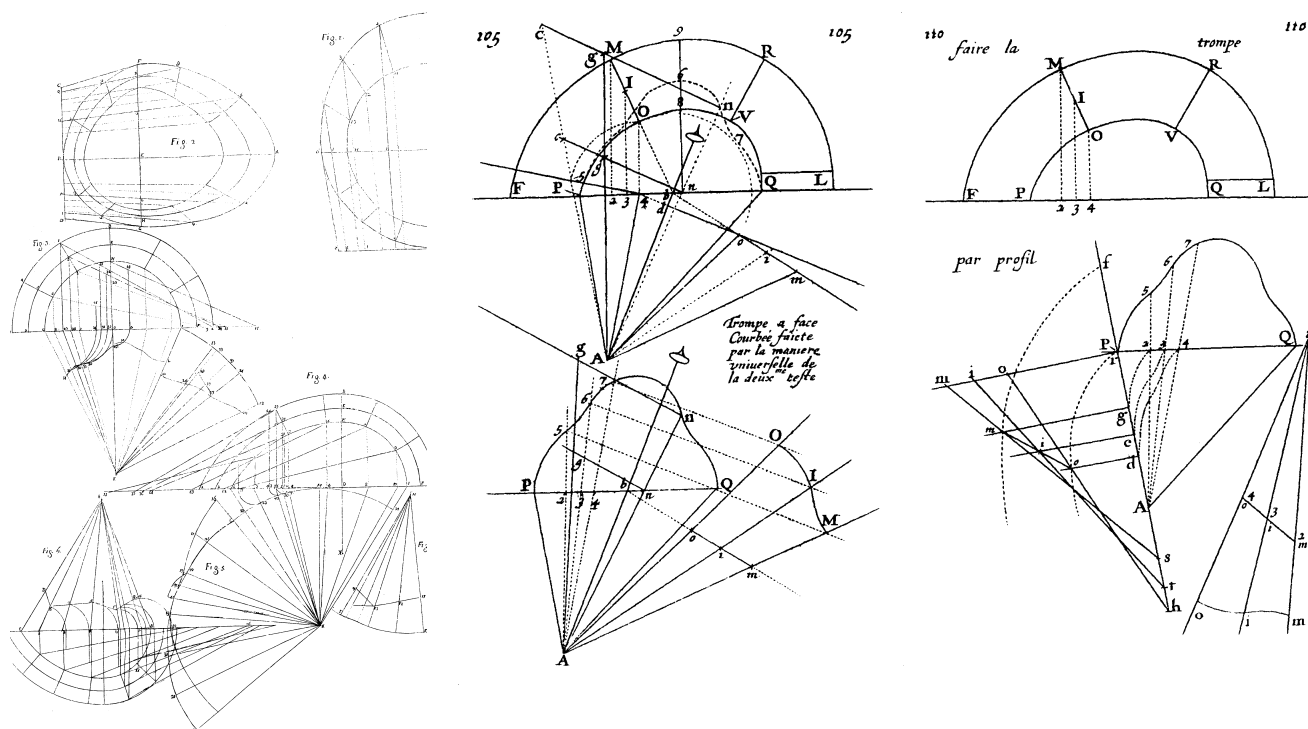
Figura 22. Testudo conica pedum inaequalium, cujus ichnographia erit quantum ibet irregularis & exemplaria frontis aequalia, ovvero della trompe rampante con pianta composta e irregolare oppure regolare. M. de Chales, De lapidum sectione, liber III, propositio VIII. In questa immagine si nota l'uso di un secondo vertice O per l'estradosso (grafico in basso).



Trompe dans vn Angle droit rampante, ragetant vne Tour creuse. Cinquante-septième Figure.







struzione, al taglio dei conci e ad altre caratteristiche particolari: ad esempio, Derand classifica 27 *trompe*, 22 *descente* e quasi un centinaio di altri manufatti, Jousse anch'egli un centinaio, ma lo stesso Frézier, nei suoi tre tomi, ordina la materia anche in funzione dei tipi, così come gli altri trattatisti, i quali presentano i loro lavori quasi in forma di elenco. Tuttavia, nello stesso tempo, la descrizione delle modalità di costruzione del *trait* passa da semplice *ricetta* a metodo geometrico codificato e compiuto, anche se sempre meno immediato. Troveranno infatti gli stessi risultati, forse più rapidamente ma anche distaccandosi sempre più dalla realtà e diventando sempre più *teorici* ed *oscuri*, oppure generando *trait* applicabili solo a ristrette categorie di oggetti, sfruttandone le simmetrie e le caratteristiche individuali.

Nei trattati dell'Ottocento, infine, la tassonomia è costruita identificando superfici cilindriche, coniche, sferiche, di rivoluzione e *réglé*, ottenute per *spazzolamento*, spesso con ben poche relazioni alle modalità di taglio.

Si assiste dunque ad un lento passaggio da problemi tecnici, legati anche e soprattutto al taglio della pietra, a problemi teorici, geometrici. Le eccezioni, gli anticipati tentativi di ordinamento, sono osteggiati duramente, come accade a Desargues, il quale ha provato a risolvere con gli stessi strumenti i problemi della stereotomia, della gnomonica e della prospettiva.

La celebre disputa sorta tra Curabelle,<sup>17</sup> fiancheggiato dalla comunità dei Maestri Massoni di Parigi, e lo stesso Desargues, sostenuto dal suo allievo Bosse, conferma il forte legame allora esistente tra la comunità tecnica e scientifica del tempo e la pratica operativa.

Desargues infatti, come nota egli stesso<sup>18</sup> e più tardi anche Frézier,<sup>19</sup> non ha l'ambizione di sovvertire *l'art de la coupe des pierres*, quanto piuttosto di definire un linguaggio comune e quanto più possibile universale. Le caratteristiche singolari della sua proposta sono, alla fine, alquanto modeste: sistema unico di riferimento, cambiamento dei piani di costruzione, indipendenza della giacitura del concio dalla sua posizione rispetto agli altri conci. Ma usa definizioni tanto innovative (*sousessieu*, *contressieu*, *traversieu*) e, soprattutto, logiche geometri-

Figura 23. La figura 3 si riferisce ad una *trompe* conica *ondée*, tagliata da una superficie verticale generica e non piana; Osservazione Nona. Le figure 4 e 5 descrivono un cono a base generica (ellittica, circolare o 'lenticolare') segato da una generica superficie verticale; Osservazione Decima. Le figure 1 e 2 si riferiscono rispettivamente ad una *trompe* conica *en talut* e ad una *trompe biaise*. Infine, le figure 6 e 7 si riferiscono ad un cono irregolare, segato da una superficie generica perpendicolare al suo asse; Osservazione Undecima. G. Guarini, *Architettura Civile*, Tav. XXXIX (corrispondenza edizione originale: Lastra 11, Trattato IV).

Figura 24. *Trompe a face Courbée faite par la maniere universelle de la deuxieme teste*. A. Bosse, *La Pratique du Trait*, tav. 105. Da notare l'uso dell'*essieu* e delle rette ad esso perpendicolari che identificano il cartone dell'intradosso di un concio.

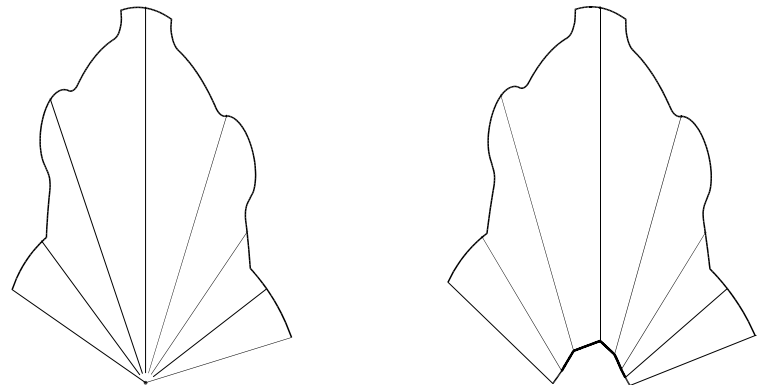
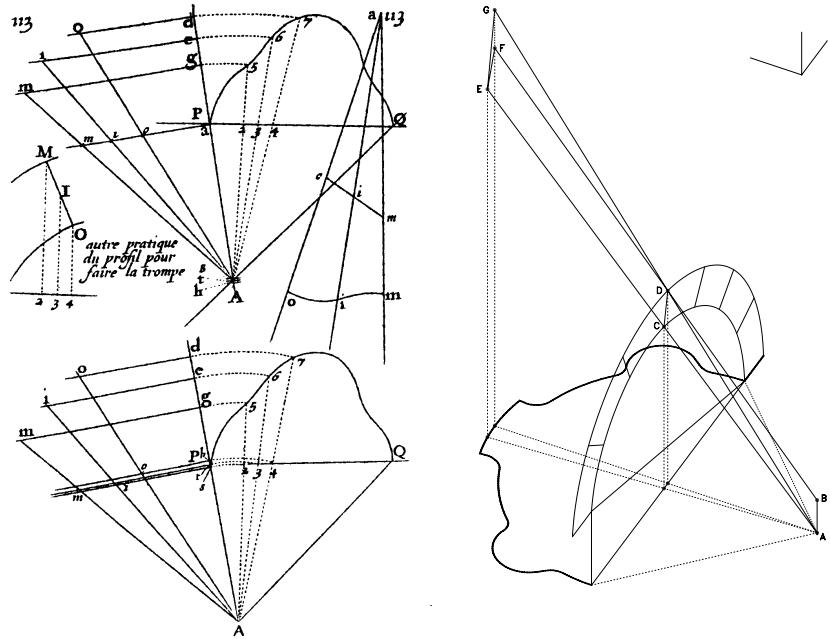
Figura 25. *Faire la trompe par profil*. A. Bosse, *La Pratique du Trait*, tav. 110. Da notare la traslazione ed il ribaltamento delle linee *de pente* del cartone di giunzione *MIO* (1s corrisponde a 5A, con altezza sul fronte esterno pari a 1M, 1t a 6A, con altezza 1i, ed infine 1h a 7A, con altezza 1o).

Figura 26. *Autre pratique du profil pur faire la trompe*. A. Bosse, *La Pratique du Trait*, tav. 113. Oltre al ribaltamento delle linee *de pente*, da notare anche in questo caso (come nella figura precedente) l'uso di una curva intermedia (per il punto I, grafico a sinistra)

Figura 27. Dimostrazione dei diversi spessori dei conci ottenuti usando due distinti poli di proiezione e sviluppo, *A* e *B*. L'immagine illustra le modalità di reperimento delle proiezioni dei punti *C* e *D* sul bordo della volta (da notare che le verticali per *E*, *F* e *G* cadono sulla pianta della *trompe*). Il segmento *AE* rappresenta il bordo inferiore del cartone (l'intradosso della volta), trovato con il metodo illustrato da Delorme nel suo trattato. Il bordo superiore può essere reperito almeno in due modi. Il primo prevede di usare ancora una volta il polo *A*: in questo caso il segmento *AG* rappresenta il bordo superiore del conco; oppure, fissato il punto *G*, si traccia una parallela ad *EA* per *G*, ottenendo così un giunto con bordi paralleli. Il secondo metodo prevede invece di usare un altro polo, ad esempio *B*, posto a quota superiore rispetto ad *A*, ottenendo in tal caso il punto *F*. La retta *BF* risulta molto meno inclinata di *GA* rispetto alla retta *EA*. Da notare però che, se *B* è posto sulla verticale di *A*, il giunto non sarà piano: perché questo avvenga è dunque necessario che il punto *B* si trovi sul piano per i punti *A*, *C* e *D*.

Figura 28. Confronto tra i pannelli di sviluppo dell'estradosso, ottenuti entrambi per mezzo del programma *TROMPE* (vedi appendice B). Il pannello di sinistra è ottenuto usando il punto *A* come polo di sviluppo anche per il cartone dell'estradosso. Quello di destra è invece ottenuto con l'uso di poli superiori coordinati per lo sviluppo dell'estradosso e prevede che gli spessori dei conci siano costanti (anche se non necessariamente uguali tra loro).

Figura 29. *Des Trompes rampantes & enniches*. E. Blanchard, *Traité de la Coupe des Bois...*, tav. 26, pp. 63-4. Il grafico posto in alto rappresenta la sezione verticale per *AB*, traslata e ribaltata in pianta. La curva punteggiata, passante per i punti 24..28, definisce la proiezione sul fronte dei *conci* in legno che generano la curva rampante e permette di identificare le misure lorde dei blocchi di legno di partenza.

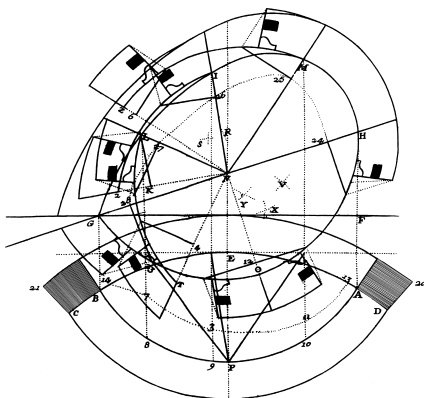


0 1 2 piedi 3 4 5

che e proiettive talmente vicine ai *teorici* - e, perciò, così sospette per i *pratici* - da essere combattuto per principio.

Gli intenti sono simili, l'interesse e la diversità sono dati principalmente dalla loro 'applicazione sulla pietra'. È in tal modo probabile che il metodo di Desargues sia stato rigettato anche perché ogni tipo di manufatto ha i suoi specifici problemi tecnici (ad esempio, l'angolo di appoggio dei conci sul *trompillon*<sup>20</sup>, la suddivisione di un arco o di una volta in conci, l'angolo di abbattimento di una pietra); problemi la soluzione dei quali non costituiva certo l'obiettivo primario di Desargues ma che, al contrario, si riverberano ampiamente sul *trait* costruttivo.

Ricercando, dunque, un percorso di sviluppo dei metodi geometrici adottati nei vari trattati, appare subito chiaro che il procedimento di Delorme è quello più diretto ed aderente alla realtà, come la *costruzione legittima* del Brunelleschi per la prospettiva. Tutte le sue costruzioni, in apparenza molto varie, sono invece il risultato della combinazione di un piccolo numero di apparati e tracciamenti primari - rotazioni, ribaltamenti, trilaterazioni, definizione di curve per punti - suddividendo un problema complesso in somma di costruzioni più semplici, ad esempio, trovando facilmente la curva di intersezione tra



due superfici (vedi figure 8 e 9 e appendice B). Paradossalmente, la prima formulazione del *trait géométrique* è anche spesso la più chiara e, soprattutto, la più generale, poiché ciascuna curva è descritta per punti ed ogni punto è equivalente agli altri ed è sottoposto alla stessa costruzione, con poche eccezioni.

Ad esempio - prendendo in considerazione le modalità di reperimento delle linee *de pente*, vale a dire dei pannelli che identificano l'inclinazione e l'estensione dell'intradosso e dell'estradosso della volta -, confrontando le costruzioni di Delorme (figura 8), Bosse (figura 26), De la Rue (figura 14) e Frézier (figura 17) con quelle di Deran (figura 19), Jousse (figura 20), del tardo epigono Boye (figura 21), di De Chales (figura 22) o del Guarini (figura 23, grafico n. 3), si identificano immediatamente due diversi sistemi operativi che pure giungono al medesimo risultato finale. I primi ruotano i cartoni attorno al vertice sino ai bordi della *trompe* per poi ribaltarli sulla pianta, i secondi li ruotano invece attorno al loro cateto verticale esterno, per ribaltarli sulla pianta attorno al cateto orizzontale. In questo modo, però, i grafici si presentano molto meno chiari e intuitivi: infatti le rette di pendenza dell'intradosso e dell'estradosso dello stesso piano di taglio si incrociano l'una con l'altra, facendo riferimento a due punti distinti tra loro in pianta e avendo pertanto una diversa inclinazione.

Ma se questa differenza può apparire poco importante, in realtà si riferisce ad una precisa volontà di risparmiare spazio su *trait*, anche a scapito della chiarezza, e soprattutto coinvolge direttamente un altro punto non secondario: i conci termineranno appuntiti oppure manterranno costante il loro spessore? E quale spessore?

L'assonometria della figura 27 illustra questo aspetto, progettuale ma anche costruttivo, dimostrando che esistono varie scelte: usare sempre e solo il punto A, vertice dell'intradosso e dell'estradosso, costruendo così conci acuminati che richiederanno dunque un *trompillon*, stante l'impossibilità fisica di produrli realmente; adottare ancora il punto A, ma costruire poi cartoni di giunzione con bordi paralleli tra loro (lanciando, dal punto G, la parallela ad AE), non riuscendo però a costruire agevolmente il pannello dell'estradosso; infine, utilizzare vari poli per l'estradosso (ad esempio, il punto B per il pannello illustrato nella figura 27). Ciascuna scelta produce conci con diversa conformazione e altezza, come è mostrato nella figura 28, ed implica procedure geometriche differenziate. Forse non a caso, dunque, molti trattatisti, compreso Delorme, non rappresentano né calcolano i pannelli di sviluppo dell'estradosso.

In tal senso, un interessante confronto sugli obiettivi del *trait* può essere dato dalla figura 29, tratta da Blanchard, il quale, occupandosi di carpenteria in legno, è più interessato alle sezioni delle travi - alla struttura di sostegno della *trompe* - che alle linee *de pente* o ai pannelli di sviluppo.

Da questo pur incompleto e breve esame affiorano tuttavia due questioni che meriterebbero un ben più ampio approfondimento. Due temi per molti versi contrapposti, ma anche complementari, orientati il primo a definire la natura stessa del *trait géométrique*, il secondo le modalità operative che lo sostengono.

Il *trait* è uno strumento costruttivo, nello stesso tempo generatore e controllore del modello, un meccanismo unificante che fonde in sé il dualismo progetto/esecuzione. Ma è anche un dispositivo aperto, nel quale possono coesistere metodi disparati, sistemi particolari e intuizioni universali, proprio in virtù della vitalità e nettezza dei suoi obiettivi.

Per questo, ancor più che per le possibili analogie tecniche, sembra avere moltissimi punti in comune con il *computer aided design*.

### Appendice A. La *trompe* di Anet e le sue variazioni ottenute mediante il programma *TROMPE*

Mantenendo costante il *trait* (pianta, sezione verticale e segmenti di separazione tra i conci), ma variando la posizione del vertice della *trompe*, si ottengono risultati spesso assai diversi tra loro. Le tavole che seguono hanno pertanto lo scopo di far meglio comprendere il meccanismo di costruzione geometrica di una *trompe* mediante l'analisi delle variazioni di un solo parametro: la posizione del vertice.

In alcuni casi i conci si ingrosseranno o si assottiglieranno a dismisura, in altri i cartoni che definiscono le giunzioni tra i conci stessi si deformeranno in modo da rendere difficile il taglio.

Alcune variazioni implicano un allungamento eccessivo dei conci (con conseguente ulteriore difficoltà costruttiva), altre dimostrano come la scelta delle posizioni delle linee di taglio non possa essere casuale, generando piani di giunzione troppo inclinati o troppo poco, oppure teste di concio troppo deboli.

In tutti i casi lo studio della conformazione dei profili e dei cartoni di giunzione, potrà risultare utile per dare una giustificazione a molte scelte compiute da Delorme per la *trompe* del castello di Anet.

#### Tabella A.1. Indice sinottico delle figure relative alle variazioni eseguite sulla pianta della *trompe* di Anet.

I quattordici esempi si riferiscono a variazioni ottenute spostando il vertice della *trompe* lungo l'asse X (esempi 1 e 2), lungo l'asse Y (esempi 3 e 4), lungo l'asse Z (esempi 5 e 6) ed infine (esempi 7-14) ponendo il vertice stesso sugli otto vertici di un cubo ideale, avente lato di 4.5 piedi e posto con il suo baricentro nel vertice originale (di coordinate 0, 0, 0).

Nelle figure relative ai cartoni, per confronto, sono tracciati in linea punteggiata anche i cartoni della *trompe* originale (con vertice di coordinate 0, 0, 0). Tutte le immagini sono alla stessa scala.

Le figure di sinistra contengono, di norma, la pianta e cinque proiezioni parallele, con direzioni di proiezione orizzontale poste a 0°, 45°, 90°, 135°, 180° rispetto al piano YZ. Al centro, in assonometria obliqua militare monometrica, è mostrato il confronto tra la pianta originale - punteggiata - e quella attuale.

I grafici, oltre alle due curve relative all'intradosso e all'estradosso, illustrano anche la disposizione dei cartoni di giunzione. Le figure di destra contengono, di norma, in alto a sinistra lo sviluppo dell'intradosso con i ribaltamenti dei giunti; in alto a destra lo sviluppo frontale della *trompe*; in basso a sinistra lo sviluppo dell'estradosso - calcolato usando lo stesso vertice dell'intradosso - ed infine in basso a destra lo sviluppo dell'estradosso calcolato usando una serie di vertici, scelti in modo tale da mantenere costante lo spessore della volta (si veda l'appendice B).

FIGURE	X VERTICE	Y VERTICE	Z VERTICE
A.1	+2.25	0.00	0.00
A.2	-2.25	0.00	0.00
A.3	0.00	+2.25	0.00
A.4	0.00	-2.25	0.00
A.5	0.00	0.00	+2.25
A.6	0.00	0.00	-2.25
A.7	+2.25	+2.25	+2.25

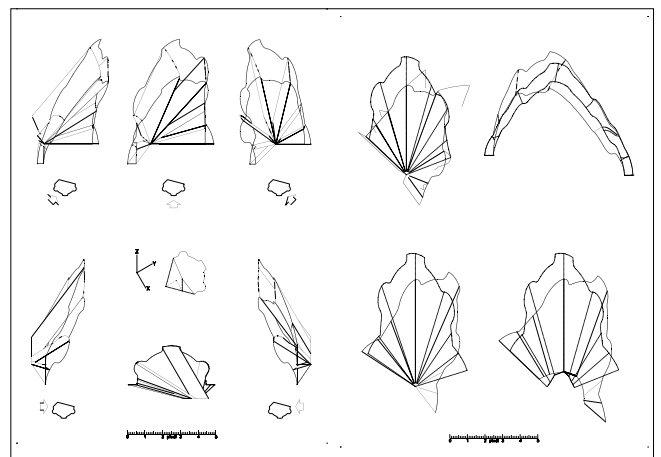
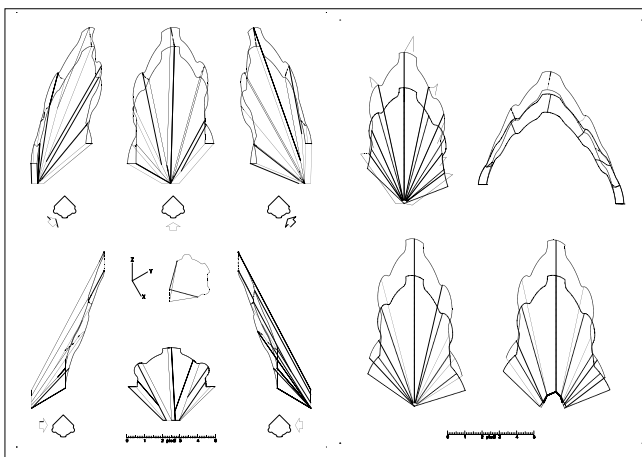
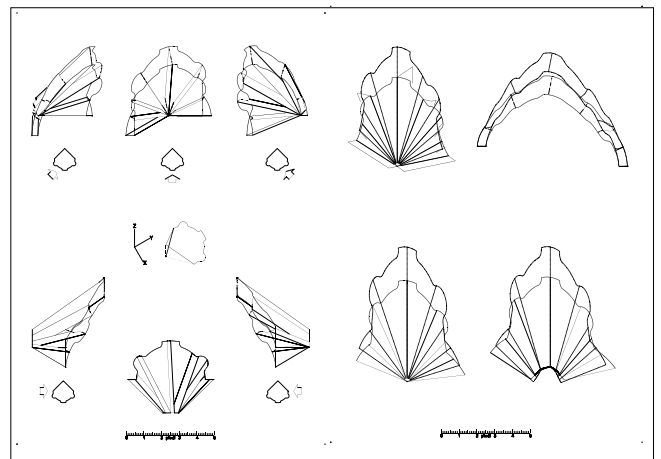
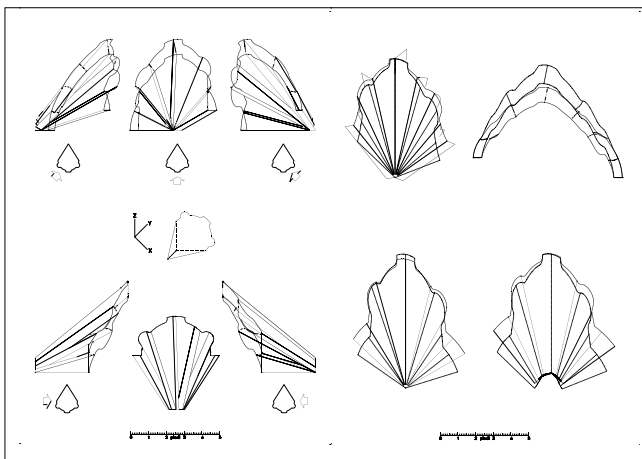
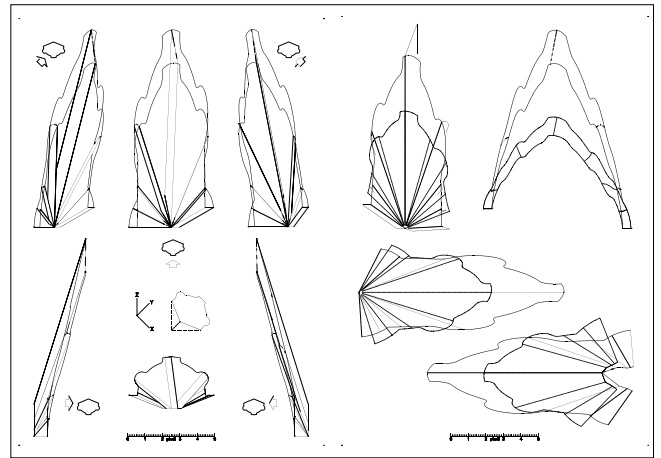
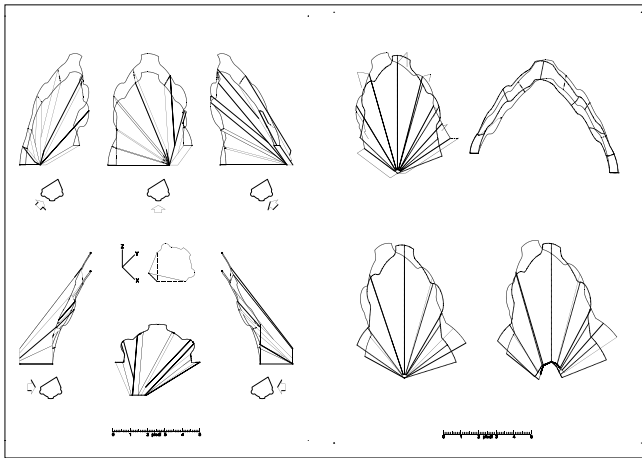
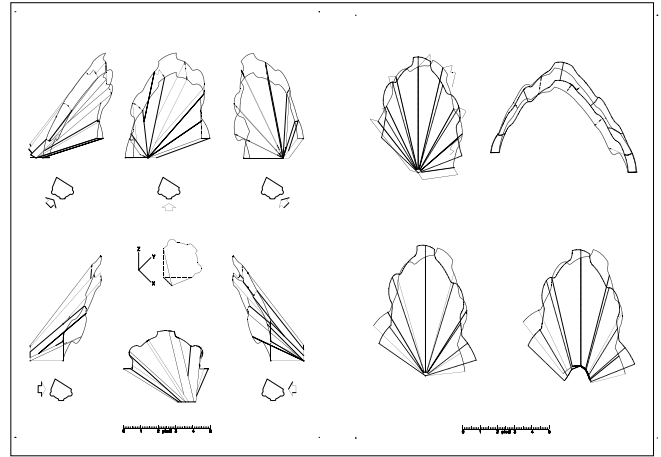
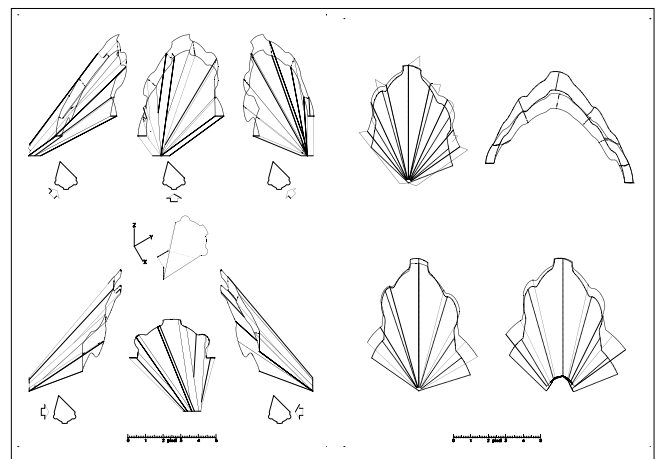
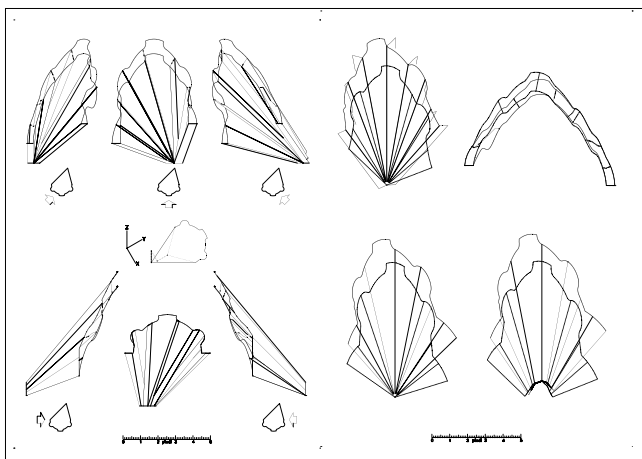
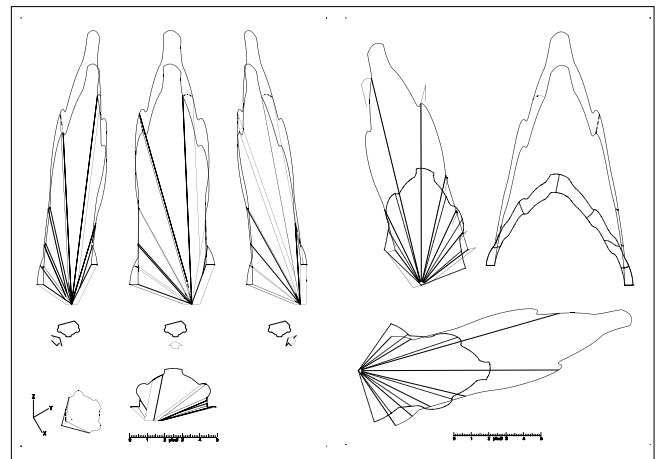
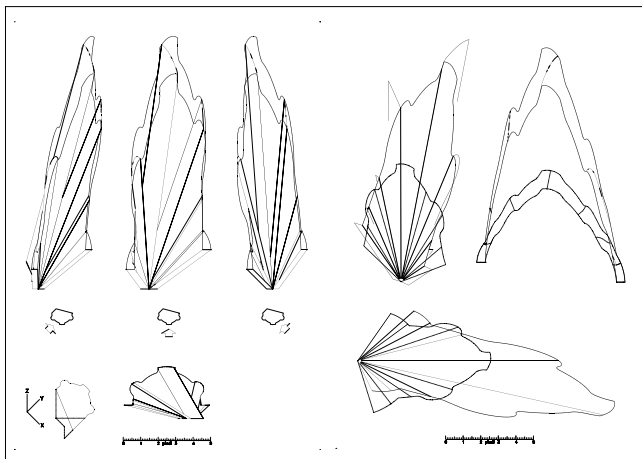
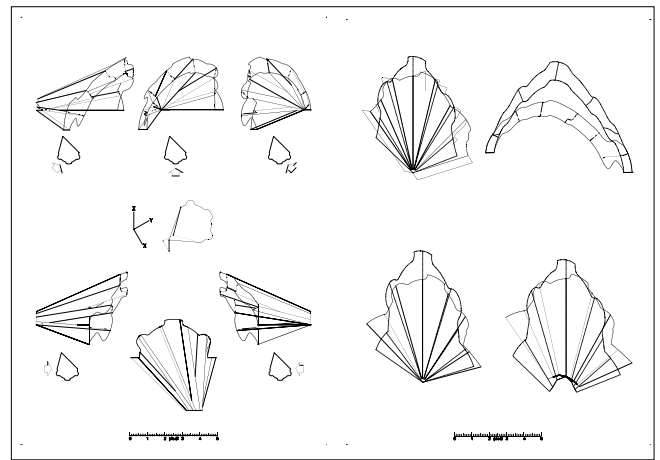
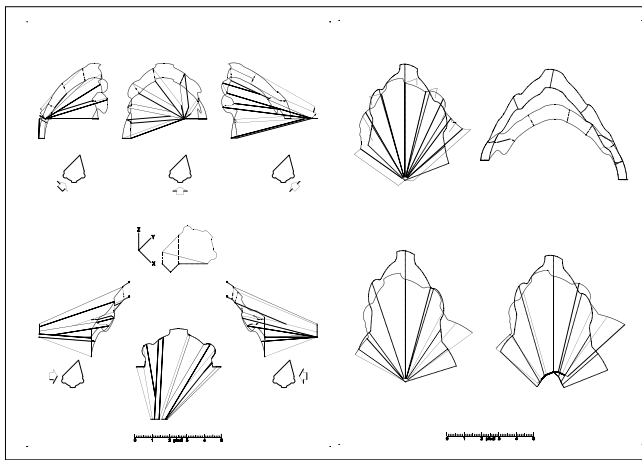
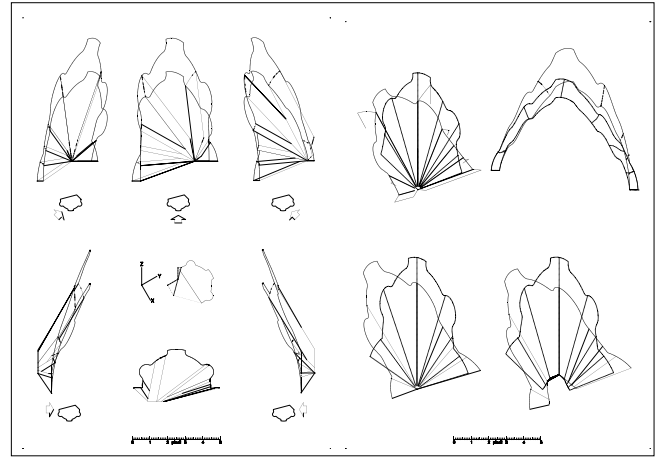


FIGURE	X VERTICE	Y VERTICE	Z VERTICE
A.8	-2.25	+2.25	+2.25
A.9	-2.25	-2.25	+2.25
A.10	+2.25	-2.25	+2.25
A.11	+2.25	+2.25	-2.25
A.12	-2.25	+2.25	-2.25
A.13	-2.25	-2.25	-2.25
A.14	+2.25	-2.25	-2.25



**Appendice B. Il programma TROMPE e il metodo di costruzione del *trait* proposto dal Delorme**

Per comprendere a fondo i meccanismi geometrici sui quali si fonda il metodo del *trait*, si è costruito un programma che riproduce puntualmente il metodo proposto da Philibert Delorme nel suo trattato; operando, però, direttamente nelle tre dimensioni dello spazio.

Il programma *TROMPE*<sup>21</sup> genera il modello tridimensionale e i 'cartoni' di costruzione per una generica *trompe* conica. Sarà dunque molto semplice costruire, oltre al modello numerico fornito dal programma, anche il modello reale della *trompe*, semplicemente riportando su cartoncino sufficientemente pesante i cartoni bidimensionali calcolati dal programma, per ricomporli con la certezza che combacino perfettamente. Questi potranno essere usati anche come vere e proprie 'casseforme' per la costruzione di modelli di gesso, ancora più vicini alla *trompe* reale.

In tal modo si potrà contemperare l'analisi e lo studio geometrico esperito sul modello numerico attraverso il computer, con la manipolazione ed il controllo di un modello reale.

Definita la pianta, una sezione verticale dell'intradosso e dell'estradosso, oltre agli andamenti dei tagli per ciascun concio (vedi figure B.1..B.4, riferite all'esempio della *trompe* di Anet) – descrivendo le varie curve per punti, in forma di 'polilinee 3D' –, l'algoritmo di calcolo procede con le seguenti modalità:

A) Per ogni punto della pianta è trovato il piano verticale passante per quel punto e per il vertice della *trompe*, le cui coordinate sono fornite dall'utente nel corso del programma, come descritto nella figura B.5 (in tal modo sarà possibile modificare l'andamento della *trompe* senza variare la pianta o le sezioni, vedi appendice A).

B) Il piano interseca in un punto ciascuna delle due curve (l'intradosso e l'estradosso) che descrivono la sezione verticale della *trompe*.

Figura B.1. Pianta della *trompe*.

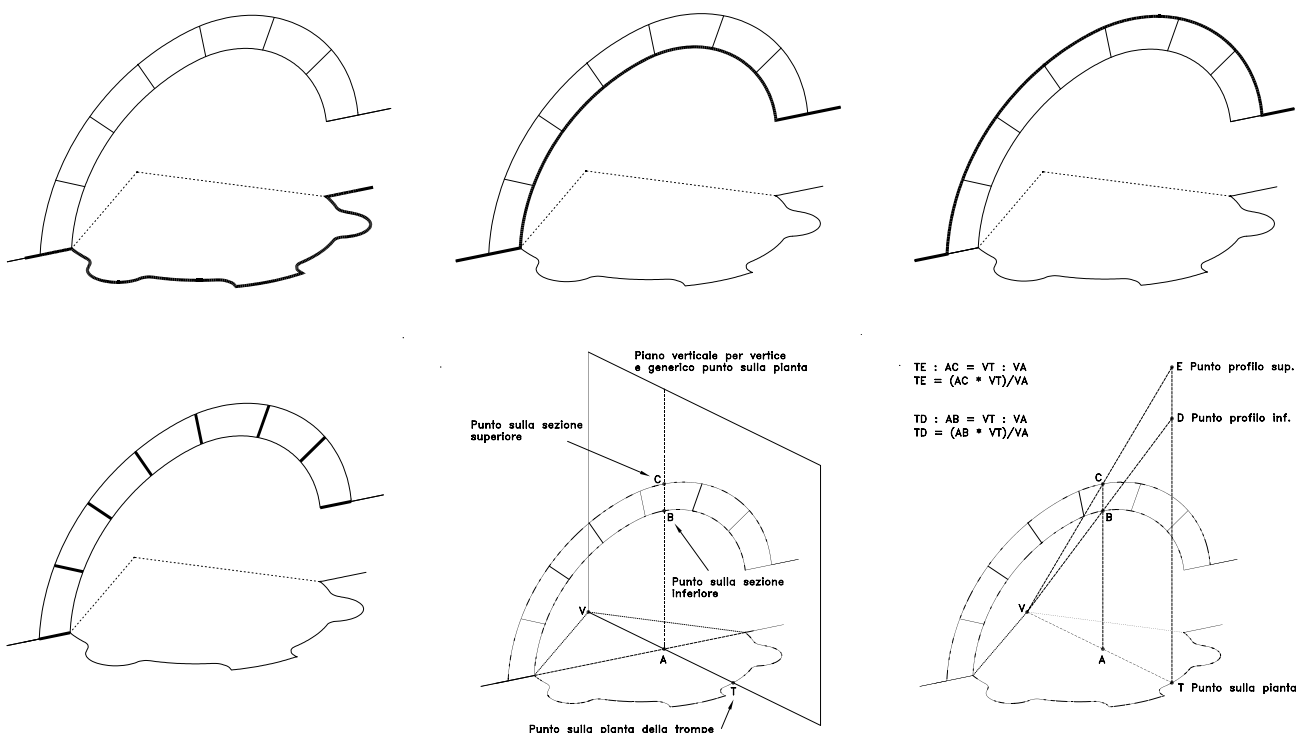
Figura B.2. Sezione verticale inferiore del *trait* (intradosso).

Figura B.3. Sezione verticale superiore del *trait* (estradosso).

Figura B.4. Segmenti di separazione tra i conci.

Figura B.5. Individuazione delle intersezioni tra le due sezioni (l'inferiore e la superiore) ed una serie di piani verticali passanti per il vertice della *trompe* e per ciascun punto della pianta. Le due sezioni possono anche non essere verticali, né devono necessariamente appartenere ad un piano. Il programma, per ogni punto che definisce il tracciato della pianta, determina un piano verticale passante per quel punto e per il vertice della *trompe* conica. Tale piano intersecherà le due sezioni (quella dell'intradosso e quella dell'estradosso della volta della *trompe*) e individuerà pertanto due punti: il punto *B* ed il punto *C*. Per tali punti passeranno due rette generatrici delle superfici della volta.

Figura B.6. Reperimento delle altezze, sul contorno esterno della *trompe*, di ciascun punto della pianta; sia esso riferito alla volta inferiore (punto *D*), oppure a quella superiore (punto *E*). Trovati i punti *B* e *C*, sarà semplice - per mezzo di due proporzioni - trovare le altezze dell'estradosso e dell'intradosso sulla verticale del punto *T*. Come si vedrà in seguito, se il punto *D* è univocamente determinato, il punto *E* potrà essere individuato dalla retta *V-B* o in altro modo, facendo sì che lo spessore della volta rimanga costante.



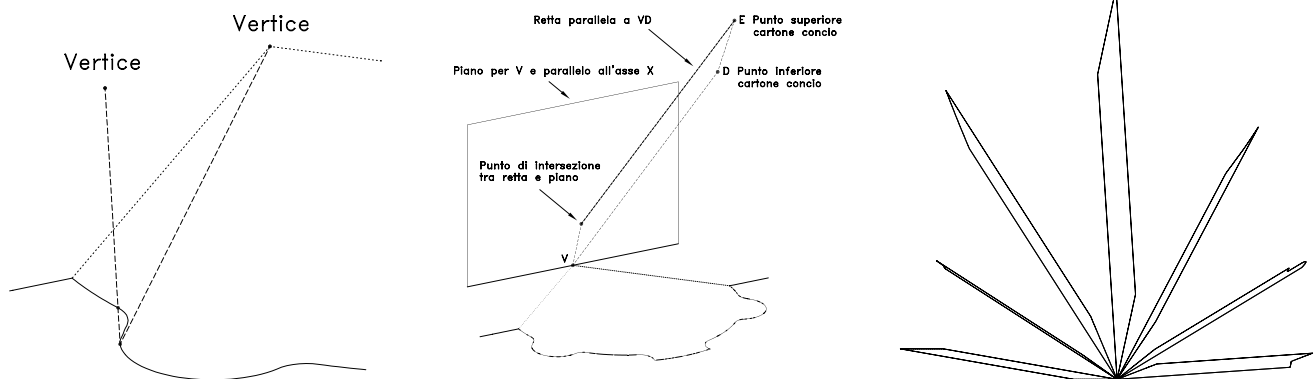


Figura B.7. Se la linea che unisce ciascun punto della pianta con il vertice è parzialmente esterna alla pianta stessa, alcune facce del modello saranno anch'esse parzialmente esterne alla *trompe*. Sarà pertanto cura dell'utente far sì che tutti i segmenti che uniscono il vertice della *trompe* con i punti della pianta, siano completamente interni al tracciato della pianta stessa.

Figura B.8. Reperimento dei quattro punti, appartenenti ad un piano, che definiscono gli estremi dei cartoni di taglio. Ogni concio viene delimitato per mezzo di un segmento che unisce due punti: uno appartenente alla sezione inferiore della volta, l'altro a quella superiore. Il programma troverà il piano passante per questi due punti e per il vertice  $V$ . Per dare uno spessore costante al concio, trovato il punto  $E$ , il programma definirà anche una retta passante per  $E$  e parallela a  $V-D$ . L'intersezione della retta per  $E$  con un piano verticale per  $V$  e parallelo all'asse  $X$ , fissa anche il quarto vertice del cartone di giunzione.

figura B.9. Assonometria ortogonale trimetrica dei pannelli di giunzione tra i concio: da notare l'uso di un polo superiore per ciascun cartone. In tal modo i bordi dei pannelli si mantengono paralleli tra loro.

Figura B.10.1 (pagina successiva). Rappresentazione della *trompe* con tutte le linee di tassellazione, vale a dire con tutte le facce che definiscono il modello rappresentate con gli spigoli in vista.

Figura B.10.2. Rappresentazione della medesima porzione di *trompe*, senza linee di tassellazione. In questo caso, però, quando si eliminano le linee nascoste, alcuni spigoli non saranno rappresentati. Nell'esempio, gli spigoli mancanti, del resto di semplice reperibilità, sono stati aggiunti manualmente ed evidenziati con linee punteggiate.

Per mezzo di una semplice proporzione - nota la distanza orizzontale tra il vertice e il punto sulla pianta, la distanza orizzontale tra il vertice e il punto sulla sezione e l'altezza del punto sulla sezione - sarà possibile determinare l'altezza sulla *trompe* di ogni punto della pianta (vedi figura B.6), esattamente come opera Delorme nel suo trattato. Si sono così definiti i contorni esterni inferiore e superiore della volta della *trompe*.

C) Per trovare le coordinate dei punti che definiscono i cartoni di taglio, il programma opera in modo inverso: per ogni punto relativo ai tagli, proiettato ortogonalmente sul piano orizzontale contenente la pianta e il vertice, è definita una retta orizzontale passante per quel punto e per il vertice della *trompe*. La retta interseca la pianta della *trompe* in un unico punto (sarà cura dell'utente far sì che la posizione del vertice non produca due intersezioni, come mostrato nella figura B.7). Usando ancora una volta le proprietà dei triangoli simili sarà possibile trovare l'altezza del punto proiettato sul contorno inferiore o superiore. Infatti in questo caso sono note: la distanza orizzontale tra il vertice e il punto sulla pianta (dato dall'intersezione tra la retta orizzontale appena detta con uno dei segmenti che definiscono la pianta), la distanza orizzontale tra il vertice e il punto sulla linea di taglio, l'altezza del punto stesso.

D) Trovati, per ogni linea di taglio, i punti sul profilo inferiore e superiore, da quest'ultimo viene lanciata una retta parallela alla congiungente il vertice con il corrispondente punto inferiore: pertanto il quarto punto di ogni cartone di taglio è definito dall'intersezione di tale retta con il piano verticale passante per il vertice e parallelo all'asse  $X$  (o un piano verticale parallelo all'asse  $Y$ , sempre passante per il vertice, nel caso la retta sia parallela all'asse  $X$  o infine un piano orizzontale e per il vertice se la retta è verticale), come descritto nella figura B.8. E) Infine, il modello della *trompe* è completato a partire dal profilo superiore (a quota variabile), fino alla quota massima fissata dall'utente nel corso del programma.

Questi passaggi costruiscono il modello tridimensionale a facce della *trompe*, comprendendo le superfici esterne ed interne e le giunzioni tra i concio.

F) In un altro grafico saranno invece posti i cartoni bidimensionali, utili per la costruzione del modello reale della *trompe* e per la verifica ed il confronto diretto con le costruzioni presenti nei trattati di stereotomia.

I cartoni si riferiscono allo sviluppo delle superfici inclinate della volta inferiore e superiore (usando sempre, come polo di sviluppo, il vertice immesso dall'utente), lo sviluppo frontale che riporta le altezze di ogni punto ed ogni singolo cartone di taglio, sagomato sulla faccia esterna della *trompe*, completato dai cartoni triangolari che consentono la costruzione vera e propria della *trompe*, fornendo, per ogni concio, la sua esatta giacitura tridimensionale.



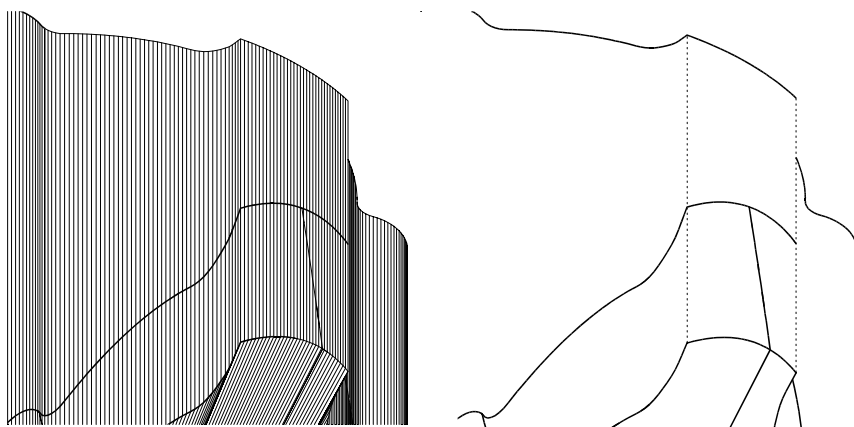
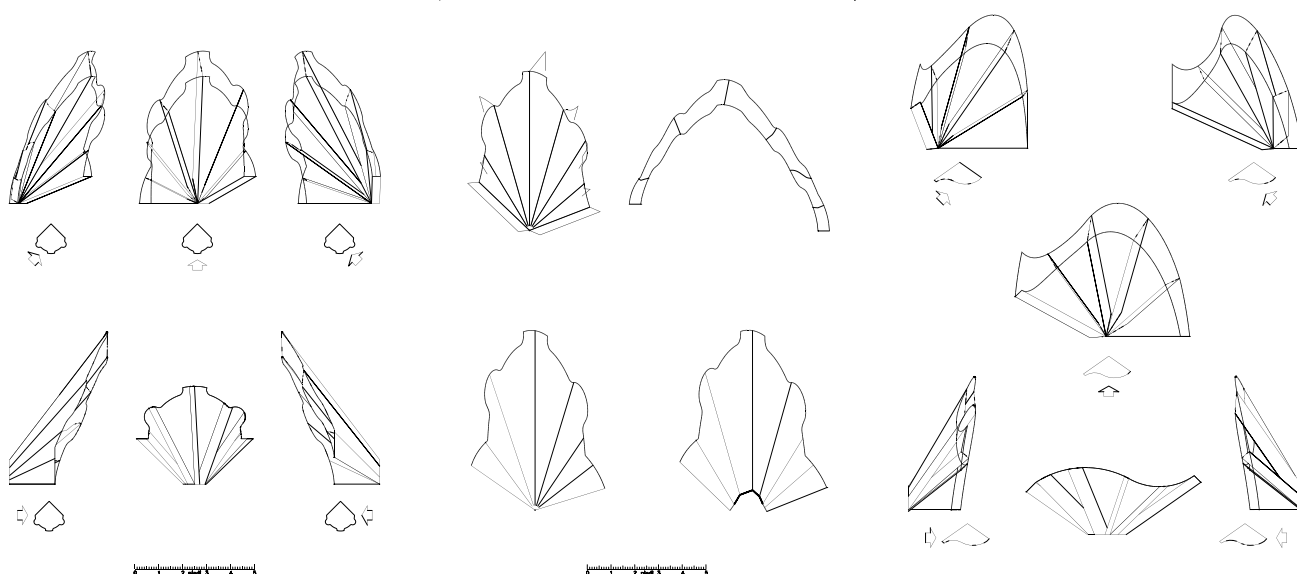


Figura B.11. Modello e cartoni di sviluppo della *trompe* di Anet ottenuti mediante il programma *TROMPE*.

Figura B.12 (in basso). Assonometria ortogonale dimetrica della *trompe* di Anet. Rendering eseguito sul modello tridimensionale a facce prodotto dal programma *TROMPE*. Da notare le due ali laterali, indicanti le parti di concio interne ai muri di sostegno.

Figura B.13. Modello di una *trompe* di esempio.

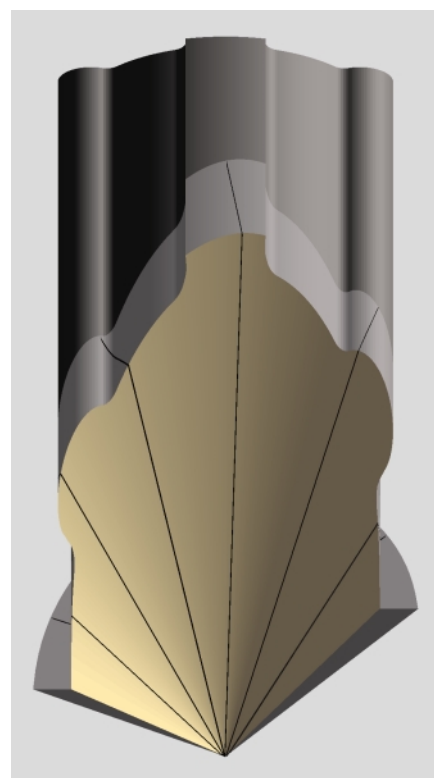


È anche tracciato il cartone dello sviluppo reale della volta superiore (non ottenuto usando il vertice come polo di sviluppo). È da notare, infatti, che il cartone superiore - ed anche il profilo superiore dello sviluppo verticale - è calcolato, come indica lo stesso Delorme, usando come polo di sviluppo il vertice fornito al programma dall'utente. In realtà, però, in tal modo il cartone non si può adattare al modello tridimensionale della *trompe*, poiché i profili superiori dei cartoni di taglio non concorrono verso il vertice ma procedono paralleli allo spigolo inferiore. In altre parole, i conci non terminano appuntiti sul vertice ma si mantengono di spessore quasi costante: quasi costante, poiché lo spessore destro del concio raramente è pari a quello sinistro.

Il programma costruisce così due diversi cartoni di sviluppo dell'estradosso (vedi figura 28 e B.11.2), il primo usando un solo vertice, il secondo adottando un ulteriore polo superiore per ciascun pannello di giunzione (vedi figura B.9).

Per la definizione dei cartoni di sviluppo e di giunzione tra i conci, il programma opera seguendo le medesime procedure usate da Delorme: reperimento della misura per mezzo di proporzioni (triangoli simili) e trilaterazione.

Le figure B.10.1 e B.10.2 illustrano, inoltre, la possibilità di attivare o meno la visibilità delle linee di *tassellazione*. La figura B.11.1 mostra varie proiezioni ortogonali del modello tridimensionale della *trompe* di Anet; la figura B.11.2 contiene invece i cartoni di sviluppo della stessa *trompe*, illustrata nella figura B.12. Infine, la figura B.13 descrive un'altra *trompe* di esempio.



## NOTE

<sup>1</sup> Per un'analisi più estesa e approfondita della stereotomia si veda: Jean-Marie Pérouse de Montclos, *L'architecture à la française, XVIe, XVIIe, XVIIIe siècles*, Picard, Paris 1982; Joel Sakarovitch, *Théorisation d'une pratique, pratique d'une théorie. Des traitées de coupe des pierres à la géométrie descriptive*, tesi di dottorato, École d'Architecture de Paris La Villette, 1989; Philippe Poitié, *Philibert Delorme: figures de la pensée constructive*, Parenthèses, Paris 1996; Yves Deforge, *Le graphisme technique, son histoire et son enseignement*, Editions du Champ Vallon 1981, pp. 48-55; Robin Evans, *The Projective Cast*, MIT Press, Cambridge Mass. 1995, pp. 179-239; Werner Mueller, *Guarini e la stereotomia*, in 'Guarino Guarini e l'internazionalità del barocco', Torino 1970, vol.1, pp. 531-56.

<sup>2</sup> La *trompe* è una piccola volta che sopporta una copertura o un muro a strapiombo. Spesso le imposte di una *trompe* sono costituite da due muri posti ad angolo retto (*trompe dans l'angle*), ma non sono rari i casi di angoli acuti, ottusi o di imposta unica con andamento curvo o rettilineo (*trompe sur le pan*). Per definire la collocazione tassonomica di una *trompe* è opportuno considerare, in prima istanza, tre elementi variabili: le sezioni orizzontali inferiore e superiore e la sezione verticale trasversale, vale a dire la pianta dei muri d'imposta, quella della costruzione sostenuta dalla *trompe* e la sezione dell'intradosso della volta. Questi grafici costituiscono anche la base del *trait*, il tracciato costruttivo della *trompe* stessa. Per la classificazione di una *trompe* si ricorre dunque alla specificazione del tipo di muratura sottostante la *trompe* ed a quella della costruzione soprastante, spesso con l'aggiunta del tipo di intradosso. Quest'ultimo potrà essere piatto (*plate*, in realtà leggermente curvo e dunque *plate cylindrique* o *plate sphéroïdale*), conico (*conique*, *en canonière*), sferico (*sphérique*, *en cul-de-four*), cilindrico (*cylindrique*, *en berceau* o *en demi-berceau*), rampante, misto o di altro tipo ancora. Ad esempio, una *trompe dans l'angle e sous le coin* indica una costruzione posta tra due muri ad angolo, che sostiene un *cabinet* quadrangolare, il quale forma un angolo sporgente (*coin*). Una *trompe sur le pan e sous le coin* è invece posta su un muro che costituisce l'ipotenusa di un triangolo che ha per cateti i due muri ad angolo, sporgenti, sostenuti dalla *trompe* (tipicamente questa *trompe* ha l'intradosso cilindrico). Una *trompe plate cylindrique sur le pan et en tour-ronde* si appoggia su un muro diritto (*sur le pan*), ha l'intradosso cilindrico e sostiene una costruzione con sezione orizzontale semicircolare o semiellittica (*en tour-ronde*). Se il suo fronte è concavo (verso l'interno) la *trompe* è invece *en tour creuse*. Una *trompe sphérique dans l'angle et sous le coin*, è caratterizzata da un intradosso sferico, posto su due muri ad angolo, che sostiene un *cabinet* quadrangolare. La *trompe di Montpellier*, dalla forma più semplice tra tutte, è caratterizzata invece da una sezione orizzontale ed una verticale trasversale entrambe a semicerchio e insiste su due appoggi posti ad angolo retto: è dunque una *trompe conique dans l'angle et en tour-ronde*. Deran, infine, chiama *trompe fondamentale* la *trompe* conica retta (*conique droite, dans l'angle*), vale a dire una *trompe* nella quale il fronte è piano e verticale (generalmente posto a 45 gradi rispetto alle imposte), mentre l'intradosso è conico: caratterizzata da un *trait* di semplice definizione, verrà spesso utilizzata come *contenitore* di *trompe* più complesse, come quella *rampante et ondée* di Anet.

<sup>3</sup> Le immagini e i metodi qui illustrati si riferiscono ai trattati di Edme Blanchard, *Traité de la Coupe des Bois pour le revêtement des Voutes, Arrières-Voussures, Trompes...*, Josse et Jombert, Paris 1729; Blaise Boye, *L'Architecture des voutes*, Biblioteca Municipale di Bordeaux, inv. Ms. 619, 1741; Abraham Bosse, *La Pratique du Trait a preuves de Mr. Desargues pour la Coupe des pierres en L'architecture*, Paris 1643; Claude François Milliet de Chales, *De Lapidum Sectione in Cursus seu mundus mathematicus*, Lyon, 1674; Philibert Delorme, *Le premier tome de l'architecture*, Paris 1567 (succ. 1568, 1576, Rouen 1648, 1894, Bruxelles 1981); François Derand, *L'Architecture des vouîtes*, Paris 1643 (succ. 1743, 1755); Girard Desargues, *Brouillon project d'exemples d'une manière universelle du sieur G.D.L., touchant la pratique du trait à preuve pour la coupe des pierres en architecture...*, Paris 1640; Amédée-François Frézier, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois...*, 3 vol., Strasbourg-Paris 1737-39 (succ. 1754, 1769, 1980); Guarino Guarini, *Architettura civile*, postuma, 2 vol., Torino 1737 (succ. London 1964, Milano 1968); Mathurin Jousse, *Le Secret d'Architecture, decouvrant fidelement les traits Géométriques, Coupes, & Dérobemens nécessaires dans les Bastiments*, La Flèche 1642 (*privilege* del 1635); Philippe de La Hire, *Traité de la coupe des pierres*, msn. 1596 Bibliothèque de l'Institut de France, Paris; Jean Baptiste De La Ruë, *Traité de la coupe des pierres*, Imprimerie Royale, Paris 1728 (succ. 1764, 1858).

<sup>4</sup> Si veda: C. Trevisan, *Le proporzioni nascoste nel trait della trompe di Anet*, in 'Disegnare idee immagini', n. 16 (1998), pp. 59-66.

<sup>5</sup> L'*épure* è un grafico in scala naturale, eseguito di norma su di una superficie orizzontale o verticale, con funzione di riferimento per il taglio e la dislocazione dei conci di pietra di un arco, una volta, una finestra o una colonna.

<sup>6</sup> "Il suffit donc à l'Architecte de savoir bien faire ses lignes pour dresser proprement un plan, & une montée faite nettement avec toutes ses proportions & mesures, afin que le Seigneur l'intende. Puis dresser ses modèles qui seront de bois ou papier, ou de charte, ou d'autre manière, ainsi qu'elle luy viendra à propos". P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 22 v.

<sup>7</sup> "On dit couper du trait pour exprimer l'étude que l'on fait avec de la craye, du plâtre au autre matière facile à couper, qu'on taille en petits vousoirs de la même manière que si on exécutoit une vouîte en grand, pour apprendre à joindre la théorie à la pratique, & concevoir plus facilement l'effet des Traits dont on s'est servi, soit aussi pour sentir le plus ou le moins de commodité des différentes manières qu'on a inventé en se servant des panneaux ou en taillant par équarrissement". A.-F. Frézier, *La théorie...*, libro I, pp. 408-9, voce *Trait*.

<sup>8</sup> "Quand il y a quelque difformité, communement les Maçons, pour n'entendre l'artifice des dicts traits, ils font les vouîtes de brique

ou de moilon, & de pierres menues, plustost que de pierre de taille, pour n'avoir point l'industrie de les y accommoder, & sans y espargner le plus souvent de grandes barres de fer, pour soutenir leurs Maçonneries, de peur quelles ne tombent; qui est une tres-mauvaise coustume & façon, pour les raisons que nous avons dictes ailleurs". P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 68r.

<sup>9</sup> P. de La Hire, *Traité...*, f. 1.

<sup>10</sup> A.-F. Frézier, *La théorie...*, tomo II, libro IV, p. 13.

<sup>11</sup> Il *biveau* è la sagoma dell'apertura di un angolo qualunque - rettilineo, curvilineo o, più sovente, misto - per indicare l'angolo tra due superfici che si incontrano. Se queste sono piane, ci si serve, per il *biveau*, di una *sauterelle* o di una *fausse équerre* a stecche mobili; se invece una delle due superfici è curva o lo sono entrambe, il *biveau* è uno strumento di legno, fisso, fatto appositamente per quell'angolo. Definizione tratta da A.-F. Frézier, *La théorie...*, libro I, pp. 392, voce *Biveau*.

<sup>12</sup> Il *panneau* è la sagoma di una delle superfici di un concio, tagliata in legno, cartone o altro materiale sottile, per essere applicata sulla pietra e per tracciare i contorni di un *Lit*, di una *Doele* o di una *Tête*, da cui i nomi di pannelli *de lit*, ecc. (definizione tratta da A.-F. Frézier, *La théorie...*, libro I, pp. 403, voce *Panneau*). Il pannello potrà riferirsi ad una superficie piana oppure curva e sviluppata sul piano.

<sup>13</sup> "Mais ie veux bien advertir le Lecteur que les pierres de toutes fortes de trompes, sont plus difficiles a tailler que de beaucoup d'autres fortes de traicts, pour autant qu'après avoir fait un parement à la pierre pour la doile de dessus, vous pouvez bien trasser son panneau justement; mais pour les autres, comme pour le paneaux de joincts, paneaux de teste, & aussi paneaux de doile par le dessus, gardez-vous bien de le trasser pour couper la pierre du premier coup, car vous la gasteriez, & ne pourroit plus servir. Il faut doncques oster un peu d'un des joincts, & puis un peu du costé de la teste, semblablement du costé de la doile de dessus, & ainsi consequemment un petit de l'un & petit de l'autre, & non point tout à un coup, mais couppant si dextrement le tout, que vous puissiez armer votre pierre de paneaux tout autour qui se rapportent justement, & se touchent l'un l'autre par toutes leurs extrémitez, tant par les joincts que par les doiles & par le devant, où est le panneau de teste; car si vous n'y preniez garde, votre pierre seroit incontinent gastée, & ne pourroit servir". P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 99r.

<sup>14</sup> "Si vous voulez vous pouvez faire telles voütes de porte par équarrissement, en observant les longueurs que vous devez trouver sur le plan et prenant les avancements d'une chacune pièce, sans vous y aider des paneaux [...] Mais en cela il y a grande perte de pierres qui fait que les bons maîtres se servent du panneau, lequel ils mettent tout autour des pierres pour les trasser quand ils veulent bien faire selon le traict & oeuvre qu'ils ont à suivre: & font équarrir leurs pierres avecques le buveau qui est fait après la voute & les lignes qui monstrent les comissures". P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 73v. In questo caso l'accenno al *biveau* si riferisce ad un angolo ricavabile direttamente da un ribaltamento sulla pianta.

<sup>15</sup> "On en rencontroit quelques uns qui la faisoient par équarrissement, mais en cela n'y a gueres d'esprit ni d'industrie, et y faut prendre beaucoup de pierre. Auiourd huy i'en voy plusieurs qui entendent non seulement la façon de ladicte, mais aussi plusieurs autres bons traicts". P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 123v.

<sup>16</sup> "Si ie l'avois à conduire ie ne me soucierois gueres de la faire par paneaux, ny moins par equarrissement, vous advisant qu'il n'y a point tant de peine, ny tant de difficulté que les ouvriers le pensoient pour lors, et que plusieurs encores le pensent, pur ne le sçavoir. Il est aussi fort aisé et facile de la faire avec des buveaux et sauterelles: car en ayant les cherches r'alongées qu'il y faut, et leurs equierres, il est facile d'en trasser iustement toutes les pierres". P. Delorme, *Le premier tome...*, f. 124r.

<sup>17</sup> Jacques Curabelle, che Frézier giudica un critico ignorante, nel suo *Examen des oeuvres du Sieur Désargues* del 1644, lanciò un violento attacco al lavoro di Desargues, sia sui temi di stereotomia, sia sulla prospettiva e la gnomonica. Desargues allora scrisse il *pamphlet: Récit au vray de ce qui a esté la cause de faire cet escrit*, Paris 1644. In esso inserì inutilmente molti nuovi dettagli inediti sul suo lavoro e sulle sue teorie. Tra l'altro, riferendosi a Curabelle, Desargues scrive: "Moi, je ne suis artisan de la main d'aucune sorte d'Art; je n'ai que la simple connaissance de la raison de l'effét des règles du peu de traits dont je propose la pratique; et je n'ai point une cabale d'ouvriers comme il a ses compagnons [...]; par le nombre et par la crierie desquels il voudrait m'opprimer; et comme il sait que je ne travaille point de la main, il me voudrait engager à quelque travail effectif de maçonnerie ou bien à dépendre de la discrétion des ouvriers, ses compagnons de coterie; ce qui ne serait ni juste ni raisonnable". Desargues citò anche Curabelle in giudizio, ma senza successo.

<sup>18</sup> Lo stesso Desargues, nella prima pagina del suo *Brouillon project*, scrive infatti: "on trouvera [...] que dans celui de la perspective, il n'y a rien qui tende à se faire passer pour une perspective nouvelle ou autre que celle qui est partout imprimée, non plus que celui-ci du trait ne tend pas à passer pour une nouvelle coupe des pierres, et que tous deux ne tendent à passer que pour exemple d'une manière de pratiquer chacun de ces Arts, nouvelle au moins en quelque circonstance, et surtout aisée et en main au commun des ouvriers, auxquels ce n'est pas le meilleur de proposer une tant sublime Géométrie".

<sup>19</sup> A.-F. Frézier, *La théorie...*, tomo II, libro IV, capitolo V, pp. 191-206.

<sup>20</sup> Il *trompillon* è il piccolo concio, posto sul vertice della *trompe*, che raccoglie le teste interne di tutti i conci che in esso convergono. In tal modo, i conci radiali, anziché terminare appuntiti e pertanto fragili, possono appoggiarsi al *trompillon* con una testa piatta.

<sup>21</sup> Il programma TROMPE (in forma compressa TROMPE.ZIP), alcuni esempi – inclusa la *trompe* d'Anet – ed un breve manuale d'uso sono reperibili presso il sito *Internet* dell'Istituto Universitario di Architettura di Venezia, DPA (Dipartimento di Progettazione Architettonica), alla pagina: <http://www.iuav.it/dpa/ricerche/trevisan/stereo/stereo.htm>