

Indice

Table des matières

Politecnico di Bari – Facoltà di Architettura – Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura ICAR
Compagnons du Devoir - Institut Supérieur de Recherche et Formation aux Métiers de la Pierre, Rodez

L'arte della stereotomia. I Compagnons du Devoir e le meraviglie della costruzione in pietra

L'art de la stéréotomie. Les Compagnons du Devoir et les merveilles de la construction en pierre

A cura di
Par
Claudio D'Amato e Giuseppe Fallacara

Catalogo della mostra promossa nell'ambito di VERONAFIERE / MARMOMACC 2005: 40°. Mostra internazionale di marmi, pietre e tecnologie
Sezione 'Marmo Arte Cultura'
Verona, Veronafiere, 8 Viale del Lavoro, 15 settembre – 2 ottobre 2005
Catalogue de l'exposition organisée dans le cadre de VERONAFIERE / MARMOMACC 2005: 40ème. Exposition internationale des marbres, pierres et technologies
Section 'Marbre Art Culture'
Vérone, Veronafiere, 8 Viale del Lavoro, 15 septembre – 2 octobre 2005

Modelli infografici tridimensionali
Tutti i modelli 3D che illustrano sia il testo di Richard Simonnet, Il compagnonnage des tailleurs de pierres, stereotomia e capolavori; che il testo di Claudio D'Amato e Giuseppe Fallacara, Tradizione e innovazione nella progettazione-costruzione della architettura: ruolo del 'modello' e attualità della stereotomia, sono stati realizzati da Giuseppe Fallacara nell'ambito delle ricerche condotte nel Dottorato di Progettazione Architettonica diretto dal Prof. Claudio D'Amato. Alla redazione delle tavole del paragrafo 2.1 ha collaborato il dottorando XX ciclo Marco Stigliano. Essi sono qui pubblicati per la prima volta.
Modèles infographiques tridimensionnels
Tous les modèles 3D qui illustrent aussi bien le texte de Richard Simonnet, Le compagnonnage des tailleurs de pierres, stéréotomie et chef-d'œuvres, que celui de Claudio D'Amato et Giuseppe Fallacara, Tradition et innovation dans le projet-construction de l'architecture : le rôle du « modèle et actualité de la stéréotomie, ont été réalisés par Giuseppe Fallacara dans le cadre des recherches menées pour le Doctorat en projet d'Architecture dirigé par le Prof. Claudio D'Amato. L'étudiant en doctorat du XXème cycle, Marco Stigliano a collaboré à la réalisation des planches du paragraphe 2.1
Ils sont ici publiés pour la première fois.

Trattati sul taglio delle pietre
Tutte le citazioni dei trattati su la coupe des pierres contenuti nel paragrafo 2.2 sono state qui tradotte per la prima volta.
La pagina del manoscritto (1702-1704) di Philippe de De la Hire (dal suo corso su La coupe des pierres presso la Académie Royale) è inedita. Essa è stata gentilmente concessa per la pubblicazione da Luc Tamborero, e fa parte della ricerca che attualmente egli sta conducendo presso l'Ecole des Hautes Etudes in Scienze Sociali della Sorbona, sotto la Direzione del Prof. Jean Dhombres.
Traités sur la coupe des pierres
La page du manuscrit (1702-1704) de Philippe De la Hire (extraite de son cours sur La coupe des pierres à l'Académie Royale), reproduite dans le texte 2.2 est inédite. Elle a gracieusement été concédée pour la publication par Luc Tamborero et fait partie de la recherche qu'il est actuellement en train de mener à l'Ecole des Hautes Etude en Sciences Sociales de la Sorbonne, sous la direction du Prof. Jean Dhombres.

Referenze fotografiche
Tutte le foto che illustrano i singoli testi sono state eseguite rispettivamente dagli autori degli stessi.
Références photographiques
Toutes les photographies qui illustrent les textes ont été faites par leurs auteurs respectifs.

Progetto grafico
Projet graphique
Nino Perrone

Redazione e composizione tipografica
sono opera degli allievi del Dottorato in Progettazione Architettonica, XX ciclo
Rédaction et composition typographique
Elles sont effectuées par les étudiants du Doctorat en projet d'Architecture, xxème cycle
Maria Rita Campa
Alessandra Mongelli
Alessandra Scarcelli
Marco Stigliano

Traduzioni
Italiano-Francese, Maria Pecchia
Francese-Italiano, Maria Rita Campa
Traductions
Italien-Français, Maria Pecchia
Français-Italien, Maria Rita Campa

Composizione tipografica in Meta
Composition typographique en Meta
Erik Spiekermann, 1993

Stampato in 500 copie da
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Imprimé à 500 exemplaires par
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

© 2005 Les Compagnons du Devoir

ISBN-----

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo catalogo può essere riprodotta in qualsiasi forma, senza il premezzo scritto dell'Editore e degli Autori
Tous les droits sont réservés. Aucune partie de ce catalogue ne peut être reproduite sous quelque forme que ce soit sans l'autorisation écrite de l'Editeur et des Auteurs.

1.

Architettura di pietra
Architecture en pierre

1.1

Vincenzo Pavan
Verso una rinascita della pietra
strutturale
Vers une renaissance de la pierre
structurelle
p. 06

1.2

Claudio D'Amato
Architetti e scalpellini. L'incontro fra la
Facoltà di Architettura del Politecnico
di Bari e i Compagnons du Devoir
Architectes et tailleurs de pierres.
La rencontre entre la Faculté
d'Architecture du Polytechnique de
Bari et les Compagnons du Devoir
p. 08

1.3

Richard Simonnet
Gli Istituti dei Mestieri dei
Compagnons du Devoir, e l'Istituto
Superiore di Ricerca e Formazione per i
Mestieri della Pietra di Rodez
Les Instituts de Métiers chez les
Compagnons du Devoir, et l'Institut
Supérieur de Recherche et Formation
aux Métiers de la Pierre de Rodez
p. 11

2.

L'arte della stereotomia L'art de la stéréotomie

2.1

Richard Simonnet

Il compagnonnage dei tailleurs de pierre, stereotomia e capolavori

Le compagnonnage des tailleurs de pierre, stéréotomie et chef-d'oeuvres

p. 20

2.2

Claudio D'Amato

Giuseppe Fallacara

Tradizione e innovazione nella progettazione/costruzione della architettura: ruolo del 'modello' e attualità della stereotomia

Tradition et innovation dans le projet/construction d'architecture: rôle des 'modèles' et actualité de la stéréotomie

p. 52

3.

Escalier 'Ridolfi': costruire in pietra portante oggi

Escalier 'Ridolfi': construire en pierre portante aujourd'hui

3.1

Claudio D'Amato

Giuseppe Fallacara

Il progetto architettonico

Le projet architectonique

p. 92

3.2

Marc Vinches

Il calcolo strutturale agli elementi discreti

Le calcul structurel aux éléments discrets

p. 98

3.3

Luc Tamborero

Il taglio manuale dei gradini in pietra leccese

La coupe manuelle des marches en pierre de Lecce

p. 102

3.4

Alessandro Greco

Il taglio dei gradini in marmo con macchine a cnc

La coupe des marches en marbre par machines à contrôle numérique

p. 107

3.5

Giuseppe Leopizzi

La costruzione della scala

La construction de l'escalier

p. 110

4.

Who's who?

4.1

Autori

Auteurs

Claudio D'Amato

Giuseppe Fallacara

Alessandro Greco

Giuseppe Leopizzi

André Malicot

Richard Simonnet

Luc Tamborero

Marc Vinches

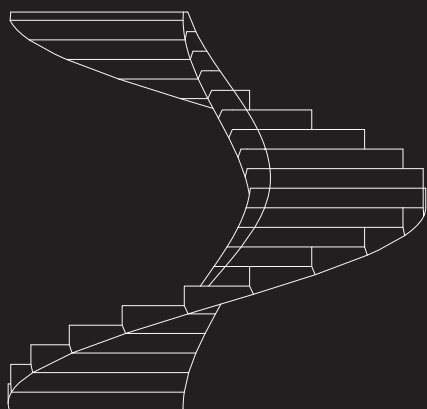
p. 118

4.2

Istituzioni e imprese

Institutions et entreprises

- Politecnico di Bari
 - Facoltà di Architettura
 - Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura ICAR
 - Dottorato in Progettazione Architettonica, XX ciclo
 - Les Compagnons du Devoir
 - Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre, Rodez
 - École des Mines de Alès
 - Impresa Leopizzi 1750, Parabita (Lecce)
 - Impresa Fratelli Mele, Cursi (Lecce)
- p. 120



Architettura di pietra
Architecture en pierre

1

1.1.

Verso una rinascita della pietra strutturale

Vincenzo Pavan

Nella varietà e mutabilità dei linguaggi che l'architettura contemporanea sempre più frequentemente ci offre, un piccolo filone qualitativo, emerso negli ultimi anni e denso di promettenti sviluppi, è rappresentato dalla ricerca e dalla sperimentazione sulla costruzione strutturale in pietra.

Già nel decennio trascorso l'osservatorio di Marmo Arte Cultura, la sezione scientifico-culturale di Marmomacc, aveva individuato e reso visibile il nuovo livello di maturità che l'impiego creativo di questo straordinario materiale aveva prodotto nell'architettura di qualità. Sia nelle pratiche più colte ed evolute del rivestimento lapideo atettonico, sia negli esempi di 'pietra collaborante' si stava facendo strada una nuova concezione tesa a valorizzare quegli aspetti primari del materiale quali il senso del peso e della gravità, la visibilità morfologica e di texture dello stato 'naturale' e, non ultimo si evidenziava un'inversione di tendenza dal 'sempre più sottile' a spessori

lapidei sempre più grandi. Si andava affermando per queste vie una nuova spinta alla costruzione lapidea strutturale che ha portato alle ben note opere di Perraudin e Piano nelle quali al purismo arcaista del primo si coniuga l'ardita ricerca tecnologica nella struttura a conci armata del secondo. E' evidente che questo passaggio non può che mettere in moto l'interesse per l'approfondimento e la rilettura, nella contemporanea condizione culturale-produttiva, di un antico sapere in molti paesi completamente scomparso: l'arte della stereotomia.

In Italia la Facoltà di Architettura del Politecnico di Bari ha colto da molti anni l'importanza di questo spazio di ricerca e sperimentazione. Innanzitutto creando un solido legame di scambi culturali, workshop e programmi di ricerca con i Compagnons du Devoir, l'antica associazione operaia francese divenuta in epoca attuale prestigiosa struttura di formazione professionale di alta qualità, l'unica ad aver saputo conservare e trasmettere

6

Vers une renaissance de la pierre structurelle

Vincenzo Pavan

Dans le panorama varié et changeant des langages qui caractérise de plus en plus l'architecture contemporaine, un mince filon qualitatif et dense de développements prometteurs s'est fait jour ces dernières années : c'est la recherche et l'expérimentation sur la construction structurelle en pierre. Déjà, pendant la décennie à peine écoulée, l'observatoire de Marmo Arte Cultura, la section scientifique et culturelle de Marmomacc, avait identifié et mis en évidence le nouveau niveau de maturité que l'emploi créatif de cet extraordinaire matériau avait produit dans l'architecture de qualité. Aussi bien dans les pratiques plus cultivées et évoluées du revêtement en pierre atectonique que dans les exemples de « pierre collaborante », c'était une nouvelle conception qui émergeait tendant à valoriser des aspects primaires du matériau tels que le sentiment du poids et de la gravité, la visibilité morphologique et de texture de l'état « naturel » et, on pouvait assister à l'inversion de

la tendance du « toujours plus mince » vers des épaisseurs de pierre de plus en plus grandes. Sur cette voie, un nouvel élan vers la construction en pierre structurelle s'affirmait et a mené aux célèbres ouvrages de Perraudin et de Piano, dans lesquels au purisme archaïque du premier se conjugue la hardiesse de la recherche technologique dans la structure à claveaux armés du second. Il est évident que ce passage ne peut que mettre en mouvement l'intérêt pour l'approfondissement et la relecture, dans le contexte culturel et productif contemporain, d'un savoir antique qui a complètement disparu dans de nombreux pays : l'art de la stéréotomie. En Italie, la Faculté d'Architecture du Polytechnique de Bari a compris depuis plusieurs années l'importance de cet espace de recherche et d'expérimentation. Tout d'abord, en créant un lien solide d'échanges culturels, ateliers et programmes de recherches avec les Compagnons du Devoir, l'ancienne

in modo rigoroso la secolare scienza stereotomica per affrontare e sviluppare creativamente complesse strutture lapidee nell'architettura contemporanea, nel restauro e nella ricostruzione di edifici storici. In secondo luogo sviluppando un proprio indirizzo di ricerca sulla applicazione di nuove tecnologie di progettazione e lavorazione di elementi architettonici lapidei con l'ausilio di macchine a controllo numerico. Da questo rapporto tra università e istituzione formativa è nata la mostra L'arte della Stereotomia. i Compagnons du Devoir e le meraviglie della costruzione in pietra. Da un lato essa documenta la ricerca dei Compagnons attraverso l'esposizione di straordinari modelli lapidei realizzati per la prova finale dai loro allievi scalpellini; dall'altro espone i risultati di una sperimentazione congiunta delle due istituzioni che coniuga, grazie anche all'apporto di una illuminata azienda di lavorazione e costruzione lapidea, la tecnica

stereotomica tradizionale con la precompressione della pietra in una innovativa soluzione di scala elicoidale. Questa esperienza, che mette insieme risorse scientifico-culturali di due aree europee di diversa cultura costruttiva coinvolgendo locali forze produttive, si inserisce in una visione della ricerca nel settore lapideo perseguita da Veronafiere da oltre dieci anni e che ha come precedente immediato una indagine sulla nuova architettura di pietra in Germania presentata nella grande mostra di Marmomacc 2004. L'esposizione sull'arte della stereotomia trova quindi continuità con la ricerca più avanzata nei nuovi linguaggi architettonici prodotti dalla cultura della pietra negli ultimi anni lanciando un ponte dalle solide basi tra tradizione e innovazione.

association ouvrière française devenue à notre époque une prestigieuse institution de formation professionnelle de haute qualité, la seule à avoir su conserver et transmettre de façon rigoureuse la science séculaire de la stéréotomie afin d'affronter et de développer de façon créative de complexes structures en pierre dans l'architecture contemporaine, dans la restauration et dans la reconstruction des édifices historiques. En second lieu, en développant une orientation de recherche propre sur l'application des nouvelles technologies de projet et de travail des éléments architectoniques en pierre à l'aide de machines à contrôle numérique. De cette relation entre université et institution de formation est née l'exposition L'art de la Stéréotomie. Les Compagnons du Devoir et les merveilles de la construction en pierre. D'une part, elle illustre la recherche des Compagnons à travers l'exposition d'extraordinaires modèles en pierre

réalisés comme épreuve finale par leurs élèves tailleurs de pierre ; d'autre part, elle expose les résultats d'une expérimentation conjointe des deux institutions qui conjugue, grâce également à l'apport d'une entreprise de travail de la pierre et de constructions à l'avant-garde, la technique stéréotomique traditionnelle avec la précontrainte de la pierre dans une solution d'escalier hélicoïdal innovatrice. Cette expérience qui réunit des ressources scientifiques et culturelles de deux régions de l'Europe des cultures de la construction différentes et qui implique des forces de productions locales, s'insère dans la vision de la recherche dans le secteur de la pierre poursuivie, depuis plus de dix ans, par Veronafiere et qui a, comme antécédent immédiat, un examen de la nouvelle architecture en pierre en Allemagne, présentée dans la grande exposition de Marmomacc 2004. Cette exposition sur l'art de la Stéréotomie s'inscrit donc dans la

continuité de la recherche la plus avancée dans les nouveaux langages architecturaux produits par la culture de la pierre de ces dernières années et jette un pont aux bases solides entre tradition et innovation.

1.2.

Architetti e scalpellini. L'incontro fra la FdA di Bari e i Compagnons du Devoir

Claudio D'Amato

Le ragioni di un incontro

Questa mostra è la prima che viene dedicata in Italia ai Compagnons du Devoir: l'ho proposta a Vincenzo Pavan per il Marmomacc di Veronafiere, perché mi è sembrato che nell'attuale momento di deriva dell'architettura verso i territori della astratta forma atettonica, questa cornice – la più importante fiera mondiale della pietra e delle sue tecnologie di lavorazione – fosse la più adatta alla riflessione sui valori della costruzione che così intrinsecamente segnano tutta l'azione del Compagnonnage.

In questo disegno sono stato favorito dall'impegno della Facoltà di Architettura di Bari, fin dai primi anni della sua attivazione, sul fronte dell'architettura di pietra in generale e stereotomica in particolare, che l'ha portata ad una costante e ormai quasi decennale collaborazione con i Compagnons du Devoir¹. Le due istituzioni hanno proceduto ad una serie di iniziative in comune, sia sul piano della ricerca che su quello della

formazione, naturalmente alimentate dalla condivisione di obiettivi culturali e strategici, primi fra tutti quelli volti a:

- rilanciare i valori identitari europei dell'architettura muraria;
- rilanciare i valori della costruzione come fonte di razionalità del progetto; e a tal fine:
- riporre al centro della formazione degli allievi-architetti lo studio della disciplina stereotomica.

I primi due obiettivi fanno riferimento ad un modo di pensare e costruire l'architettura che è proprio dell'area culturale mediterranea. Il terzo è reso possibile dallo sviluppo impetuoso delle tecnologie informatiche.

La stereotomia e il progetto contemporaneo di architettura in struttura muraria portante

L'assenza quasi totale di un'architettura contemporanea a carattere murario, che faccia uso esteso, secondo tecniche aggiornate, di una forma architettonica continua e portante o almeno collaborante, con elementi lavoranti

8

Architectes et tailleurs de pierres. La rencontre entre la Faculté d'Architecture du Polytechnique de Bari et les Compagnons du Devoir

Claudio D'Amato

Les raisons d'une rencontre

Cette exposition, dédiée aux Compagnons du devoir, est la première en Italie qui leur soit consacrée: c'est une proposition que j'ai présentée à Vincenzo Pavan pour le Marmomacc de Veronafiere, parce qu'il m'a semblé qu'en ces temps de dérive de l'architecture vers les eaux de la forme abstraite atectonique, le cadre de la plus grande foire au monde de la pierre et de ses technologies est le plus adapté à une réflexion sur les valeurs de l'art de la construction qui caractérisent de façon intrinsèque toute l'action du Compagnonnage.

Dans ce projet, l'engagement, dès les premières années de sa création à Bari de la Faculté d'Architecture, sur le front de l'architecture en pierre en général et stéréotomique en particulier a été extrêmement précieux et nous a permis d'établir une collaboration constante et presque décennale avec les Compagnons du Devoir¹. Ces deux institutions ont donné l'impulsion à une série d'initiatives communes aussi bien

sur le plan de la recherche que sur celui de la formation. Elles se nourrissent naturellement du partage d'objectifs culturels et stratégiques dont les principaux visent à:

- relancer les valeurs identitaires européennes de l'architecture maçonnée;
- relancer les valeurs de la construction comme source de rationalité du projet; et, dans ce but:
- ramener au centre de la formation des élèves-architectes l'étude de la discipline stéréotomique.

Les deux premiers objectifs relèvent d'une façon de penser et de construire l'architecture qui est propre à l'espace culturel méditerranéen. Le troisième est rendu possible par le développement impétueux des technologies informatiques.

La stereotomie et le projet contemporain d'architecture en structure maçonnée portante

L'absence presque totale d'une architecture contemporaine à caractère maçonnée, qui fasse un usage

soprattutto a compressione (con la collaborazione di semplici sistemi di presollecitazione, quando necessario) non può che apparire prevalentemente dettata dall'egemonia di modelli culturali generati nelle aree a maggiore concentrazione di ricerca tecnologica e a maggiore capacità di diffusione dei risultati della sperimentazione architettonica, piuttosto che da un'effettiva razionalità del costruire. Con le precauzioni richieste da un ambito tematico ancora scarsamente percorso dalla ricerca, occorre porsi il problema del riconoscimento critico della potenziale attualità di una cultura muraria, di cui la stereotomia è parte integrante e indissolubile, intesa non solo come continuità con le tecniche tradizionali del costruire, ma anche come loro radicale aggiornamento². L'accettazione acritica di paradigmi progettuali, prevalentemente nordeuropei e nordamericani, ha reso sempre più frequente il ricorso a soluzioni del tutto scollegate dalla ricerca tettonica, anzi in palese

contrasto con essa, ed accentua il ricorso al puro dominio della forma. Il mancato rinnovamento della riflessione critica sul nesso progettazione-costruzione, cioè sul potenziale creativo della tecnica, ha comportato il diffondersi di alcuni caratteri della ricerca e della produzione architettonica che si manifestano oggi sia nella perdita dell'approccio unitario e complesso, fondato sui valori della razionalità dell'organismo architettonico e sulla condivisione, da parte di architetti e ingegneri, della triade vitruviana della *venustas*, *firmitas*, *utilitas*; sia in ricerche strutturali disinteressate alla 'forma' dell'edificio e, in maniera simmetrica e opposta, in ricerche compositive in cui l'architetto, al pari dello stilista della moda, è chiamato a mettere la griffe sul prodotto.

Il rinnovamento degli studi stereotomici

Ai fini della ricomposizione di una cultura progettuale e costruttiva

unitaria che sappia andare oltre gli specialismi della modernità e della postmodernità, il ruolo della stereotomia, oggi basata sulla modellazione informatica finalizzata a post-processing con macchine a controllo numerico computerizzato (cnc), può risultare strategico poiché può aiutarci a recuperare l'unità, sia teorica che pratica, del processo ideativo-esecutivo dell'opera architettonica. Nel XXI secolo le figure professionali dell'architetto e dello scalpellino possono concretamente tornare ad unificarsi nella stessa persona.

Il progetto 'Escalier Ridolfi'

Per queste ragioni la Facoltà di Architettura di Bari e i Compagnons du Devoir hanno voluto simbolicamente unire le loro forze, pensando che le ragioni di questo incontro potessero al meglio manifestarsi attraverso la costruzione di un'opera 'difficile', realizzata nello spirito che gli chefs d'œuvre hanno nella pratica e nella

étendu, selon des techniques mises à jour, d'une forme architecturale statiquement continue et portante (ou au moins collaborante), avec des éléments qui travaillent surtout en compression (avec la collaboration de systèmes de pré-sollicitation simples, là où cela est nécessaire) n'apparaît dictée que par l'hégémonie de modèles culturels provenant de zones à concentration élevée de recherche technologique et à grande capacité de diffusion des résultats de l'expérimentation architectonique, plutôt que par une rationalité effective de l'acte de construire. Avec toute la prudence à laquelle invite un domaine thématique encore peu exploré par la recherche, il faut se poser le problème de la reconnaissance critique de l'actualité potentielle d'une culture de l'architecture maçonnée à laquelle la stéréotomie, entendue non seulement dans la continuité des techniques de construction traditionnelles mais aussi comme leur renouvellement radical, appartient

indissolublement². L'acceptation acritique des paradigmes conceptuels, en prévalence nord-européens et nord-américains, a rendu de plus en plus fréquent le recours aux solutions complètement détachées de la recherche architectonique, voire en opposition évidente avec elle, généralisant la domination pure de la forme. En l'absence d'une réflexion critique renouvelée sur le rapport conception-construction, c'est-à-dire sur le potentiel créateur de la technique, certains caractères de la recherche et de la production architecturale se manifestent aujourd'hui. On assiste aussi bien à la perte d'une approche unitaire et complexe, fondée sur les valeurs de la rationalité de l'organisme architectural et sur l'adhésion des architectes et des ingénieurs à la triade de Vitruve déclinée en *venustas*, *firmitas*, *utilitas*, qu'à des recherches structurelles qui ne tiennent pas compte de la 'forme' de l'édifice ou, de façon symétrique et opposée, à des projets sur lesquelles l'architecte,

à l'instar du styliste de mode, n'est appelé qu'à apposer sa 'griffe'.

Le renouvellement des études stereotomiques

Afin de restaurer l'unité de la culture du projet et de la construction en mesure de dépasser les spécialités de la modernité et de la post-modernité, le rôle de la stéréotomie, aujourd'hui fondée sur la modélisation informatique finalisée au post-processing grâce aux machines à contrôle numérique informatisé (cni), peut se révéler stratégique en ce qu'elle permet de récupérer l'unité aussi bien théorique que pratique des étapes de la conception à la réalisation de l'ouvrage architectural. Au XXI siècle, les figures professionnelles de l'architecte et du tailleur de pierre peuvent à nouveau, concrètement, être réunifiées dans la même personne.

Le projet 'Escalier Ridolfi'

C'est ainsi que la Faculté d'architecture de Bari et les Compagnons du Devoir

teoria del Compagnonnage: una scala elicoidale a pianta circolare del tipo a Caracol de Mallorca del tutto libera nello spazio (autoportante) che realizza una volta (elicoidale) spingente. Una scala che mettendo insieme la tecnica stereotomica con quella della pietra armata precompressa vuole unire tradizione e innovazione, lanciare un ponte fra il passato e il futuro. Un progetto che abbiamo voluto dedicare ad un grande maestro dell'architettura italiana del Novecento, Mario Ridolfi, che progettò e realizzò molte scale 'magiche' e che sul tema del moto elicoidale sviluppò due fra i più significativi progetti dell' 'altra' modernità.



10

ont voulu symboliquement unir leurs forces, en pensant que les raisons de cette rencontre pourrait davantage se concrétiser à travers la construction d'un ouvrage 'difficile', réalisé dans l'esprit que les 'chefs-d'œuvre' revêtent dans la pratique et la théorie du Compagnonnage: un escalier hélicoïdal à plan circulaire du type à Caracol de Mallorca complètement libre dans l'espace (auto-portant) qui réalise une voûte (hélicoïdale) poussante. Un escalier réunissant la technique stéréotomique et celle de la pierre armée précontrainte qui allie la tradition et l'innovation et veut jeter un pont entre le passé et le futur. Nous avons voulu dédier ce projet à Mario Ridolfi, un grand maître de l'architecture italienne du XX siècle, qui conçut et réalisa plusieurs escaliers 'magiques' et qui, sur le thème du mouvement hélicoïdal développa deux des projets les plus significatifs de l' 'autre' modernité.

1. Da sinistra verso destra:
Vincenzo Pavan, Giuseppe Leopizzi, Claudio D'Amato Guerrieri, Andrès Malicot, Giuseppe Fallacara, Richard Simonnet e Luc Tamborero davanti alla sede del Compagnonnage di Parigi, 1, place Saint-Gervais, luglio 2005.
De la gauche à la droite:
Vincenzo Pavan, Giuseppe Leopizzi, Claudio D'Amato Guerrieri, Andrès Malicot, Giuseppe Fallacara, Richard Simonnet e Luc Tamborero devant la siège du Compagnonnage de Paris, 1, place Saint-Gervais, juillet 2005.

1.3.

Gli Istituti dei Mestieri dei Compagnons du Devoir e l'istituto Superiore di Ricerca e di Formazione ai Mestieri della Pietra di Rodez

Richard Simonnet

Presentazione e ragion d'essere degli Istituti dei Mestieri nell' Association Ouvrière des Compagnons du Devoir

I Compagnons du Devoir hanno deciso di dar vita agli Istituti dei Mestieri partendo dalla considerazione che oggi poche istituzioni e poche persone si preoccupano dei mestieri e del loro futuro; mentre al contrario i Compagnons du Devoir basano tutta la loro azione sul processo di formazione e di educazione ai mestieri.

Bisogna inoltre considerare che i mestieri hanno una loro storia; una storia che è sempre in divenire. E l'evoluzione dei mestieri è la ragion d'essere degli Istituti: essi aiutano gli uomini di mestiere ad essere protagonisti del loro processo di trasformazione.

A tal fine gli Istituti articolano la loro strategia intorno a quattro 'missioni': l'incontro, la ricerca, la memoria e la formazione.

Avere a cuore l'evoluzione dei mestieri richiede innanzitutto un'apertura mentale ed una capacità di ascolto nei

confronti di tutti coloro che possono testimoniare attivamente la vita dei mestieri. Questa idea corrisponde alla missione 'incontro'.

Si tratta di un aspetto essenziale della strategia degli Istituti, poiché significa riconoscere la necessità di avere relazioni con tutti coloro che, da vicino o da lontano, possono incidere sull'evoluzione dei mestieri.

Il termine 'ricerca' non va associato automaticamente all'idea di laboratorio o a una scoperta fondamentale. Esso implica piuttosto l'idea di monitoraggio continuo dello stato dell'arte, cioè l'attenzione da prestare all'insieme delle innovazioni che finiscono per incidere sui mestieri. L'attenzione rivolta sia alle procedure scorrette che possono nuocere alla qualità dei mestieri, sia alla ricerca di soluzioni migliorative, è un fattore determinante per l'evoluzione dei mestieri.

Chi dice 'memoria' dice passato.

Molti associano all'idea di memoria il concetto di conservazione. Al contrario, bisogna intendere la memoria come

Les Instituts de Métiers chez les Compagnons du Devoir et l'Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre de Rodez

Richard Simonnet

Présentation et raison d'être des Instituts de Métier dans l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir

Le point de départ de la démarche qui a conduit les Compagnons du Devoir à mettre en place des instituts de métier, est le constat suivant: aujourd'hui peu d'institutions et peu de personnes se préoccupent des métiers et de leur devenir. Or les Compagnons du Devoir basent toute leur démarche de formation et d'éducation sur le métier. Un autre constat s'impose: les métiers ont une histoire, cette histoire est en amont mais aussi en aval de leur présent, donc ils sont toujours en devenir. C'est le devenir des métiers qui est la raison d'être des instituts. Les Instituts de Métiers sont mis en place pour permettre aux hommes de métier d'être les acteurs de leur propre devenir. Pour répondre à cette finalité, les instituts organisent leurs actions autour de quatre missions: une mission de rencontre, de recherche, de mémoire et de formation.

Etre centré sur le devenir du métier

nécessite avant tout l'ouverture et une attitude d'écoute à l'égard de tous ceux qui peuvent éclairer sur ce qui passe dans les métiers. C'est cette idée qui recouvre la mission 'Rencontre'.

C'est un aspect essentiel, il signifie la nécessité de tisser des relations avec toutes celles et tous ceux qui de près ou de loin peuvent avoir une incidence sur le devenir des métiers.

Derrière le terme de 'recherche', il n'est pas nécessaire d'y voir l'idée d'un laboratoire ou d'une action de recherche fondamentale. C'est l'idée de veille qui est mise en avant. Cette 'veille' se traduit par l'attention portée à l'ensemble des innovations qui sont susceptibles d'avoir une incidence à terme sur les métiers. C'est l'attention portée à toutes les malfaçons, pathologies qui peuvent nuire aux métiers. La recherche des solutions devient alors un facteur important du devenir des métiers.

Qui dit mémoire dit passé. Souvent, dans l'idée de mémoire il y a un concept conservatoire. Mais la mémoire, c'est

cosa viva, come tradizione operante che permette di ricordare oggi ciò di cui si avrà bisogno domani.

Senza memoria, non ci sarebbe né azione né evoluzione possibile.

Al termine memoria va dunque associato il concetto di capitalizzazione: e capitalizzare vuol dire investire sul futuro.

Per gli Istituti dei Mestieri la formazione non coincide soltanto con la azione didattica pratica, ma vuol dire piuttosto la sua progettazione a partire dall'ascolto delle necessità. Ascolto che si attua attraverso le altre tre missioni (Incontro, Ricerca e Memoria), attraverso il tour delle maisons dei compagnons sedentari³, e soprattutto attraverso il contatto diretto con le imprese del mestiere.

Queste azioni di formazione possono essere sperimentate negli Istituti e sviluppate su tutta la rete di case dell'AOCDF. Un Istituto è così la confluenza delle competenze necessarie per la formazione a un mestiere, un luogo che fa propria una

causa per assicurarle un avvenire.

L'origine della parola stessa Istituto rimanda all'idea di corpo costituito (di saggi, di artisti, di scrittori...). Gli Istituti di mestiere sono dunque un mezzo per manifestare l'esistenza del mestiere in quanto tale, quando non esiste più (o ben poco è rimasto) nella società il suo valore simbolico.

L'Istituto Superiore di Ricerca e di Formazione ai Mestieri della Pietra in seno all'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir

L'Istituto Superiore di Ricerca e di Formazione ai Mestieri della Pietra (ISRFMP) di Rodez, creato nel giugno 1992 con l'aiuto del Consiglio Regionale Sud-Pirenei e degli enti locali, è stato il primo in seno all'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir du tour de France, e in quanto prototipo, ha partecipato 'attivamente' alla progettazione e alla formazione di altri Istituti di mestieri, favorendo con la propria esperienza una riflessione globale sulla loro ragion d'essere e la

loro organizzazione.

Esso rilascia un brevetto tecnico per l'esercizio dei Mestieri della Pietra: titolo riconosciuto di III livello nel settore dei mestieri. Brevetto che evolverà presto verso altri ambiti di competenze pluri-disciplinari. L'Istituto Superiore di Ricerca e di Formazione ai mestieri della pietra è riconosciuto Polo d'innovazione dei Mestieri della Pietra dalla Direzione delle Imprese di Commercio d'Artigianato e di Servizi dal 1996.

A tal titolo, l'ISRFMP ha il dovere di essere un centro di risorse, di ricerca e di aiuto tecnologico a disposizione dei protagonisti del mestiere.

Il marchio di Polo d'Innovazione dei Mestieri della Pietra ha permesso all'ISRFMP di poter portare felicemente a termine un certo numero di azioni. Una delle più importanti è stato lo sviluppo della banca-dati Mémoire de Pierres, dove sono registrate più di 450 cave in attività e dimesse, non solo in Francia. A queste cave, oltre ai materiali, sono associate le imprese

aussi la mémoire 'vive' qui permet de retenir aujourd'hui ce dont on aura besoin demain. Sans mémoire, il n'y aurait ni action ni évolution possible. Le terme mémoire est donc à percevoir dans une idée de capitalisation.

Capitaliser permet de conserver mais aussi d'investir. Parler de formation au travers des instituts n'est pas nécessairement conduire des actions de formation mais plutôt de penser la formation pour le métier. Au lieu voir les instituts comme des écoles spécialisées pour les métiers, ils doivent être envisagés comme des lieux d'ingénierie de formation où l'on conçoit des produits de formation à partir d'une écoute des besoins. Cette écoute se fait au travers des 3 autres missions (Rencontre, Recherche et Mémoire) mais aussi par le biais des remontées des Régions (réseau des maisons du tour de France), des compagnons sédentaires³ dans les métiers mais surtout via le contact direct avec les entreprises du métier. Ces actions de formation sont expérimentées dans

les instituts mais surtout développées sur l'ensemble du réseau des maisons de l'AOCDF au plus près des besoins exprimés par les hommes de métier. Un Institut est donc au carrefour des compétences nécessaires pour former au métier et doit donc établir un réseau d'intervenants pour la formation des hommes de métiers. Ainsi, un Institut pour un métier, n'est pas une école de plus mais bien un lieu qui prend en main une cause pour assurer son devenir: le métier. L'origine du mot Institut renvoie à l'idée de corps constitué (de savants, d'artistes, d'écrivains...). Les Instituts de métier sont donc un moyen de signifier l'existence du métier en tant que telle, alors qu'il n'existe plus ou peu dans la représentation sociale.

L'Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre au sein de l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir

Institut pilote au sein de l'AOCDF, l'ISRFMP participa en tant que prototype

'activement' à la mise en place de nouveaux Instituts de métiers mais aussi à une réflexion globale sur leur raison d'être, leur organisation et la déclinaison de leurs différentes missions au travers l'ensemble de leurs actions.

L'ISRFMP a été créé en juin 1992 par l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir du Tour de France avec l'aide du Conseil Régional Midi-Pyrénées, et des collectivités locales.

Si sa première raison d'être fut essentiellement une mission de formation avec notamment la mise en place d'une formation supérieure aux métiers de la pierre qui conduira à la création du Brevet Techniques des Métiers Supérieurs Métiers de la Pierre titre reconnu de niveau III du secteur des métiers; celle-ci évoluera vite vers d'autres domaines de compétences pluri-disciplinaire au regard de l'ensemble des acteurs des métiers de la pierre. Observatoire des métiers de la pierre; l'ISRFMP est reconnu Pôle d'innovation des Métiers de la Pierre par la Direction des Entreprises de

che estraggono, trasformano e mettono in opera il materiale pietra. Vi è anche un glossario di termini tecnici del mestiere, di articoli sulle tecniche del mestiere così come la bibliografia della biblioteca dell'ISRFMP, disponibile on-line. Congiuntamente a *Mémoire de Pierres*, l'ISRFMP ha allestito una litoteca che presenta campioni delle pietre che sono registrate su *Mémoire de Pierres*. Regolarmente dal 1996, l'ISRFMP in collaborazione con la DECAS, la Comunità di Agglomerazione del Gran Rodez organizza colloqui o giornate tecniche sui temi della pietra. Questi incontri, di natura internazionale, sono diventati un appuntamento fisso per i protagonisti del settore. Di tutti i colloqui sono stati pubblicati gli atti:

- 1994, Calce fuori, calce dentro
- 1996, La pietra nella città
- 1997, Largo alla pietra
- 1998, Il laboratorio e le prove normalizzate
- 1999, Costruire in pietra massiccia
- 2000, La Pietra Materiale del XXI secolo

2001, L'attrezzatura dello scalpello, dalla tradizione all'innovazione
 2002 (in partnership con il CRITT Legno di Rodez), La Pietra ed il Legno, Materie da innovare
 2003, L'architettura in pietra nel bacino mediterraneo attraverso due architetti, Fernand Pouillon e Armand Pellier
 2004, La pietra, dal locale al globale: quale l'Europa della Pietra?
 Una delle azioni condotte dall'ISRFMP è stata la creazione di un laboratorio operativo per lo studio delle rocce da costruzione. Questo laboratorio a carattere pedagogico ha permesso di realizzare le principali prove determinanti le caratteristiche tecniche di un materiale (nell'accezione di roccia ornamentale e da costruzione). In termini di comunicazione e di diffusione, pubblicata in due numeri all'anno, la 'Lettera dell'Istituto', stampata in circa 6000 esemplari e distribuita in 5000, fa il punto sull'insieme di attività dell'Istituto ed

sui processi innovativi che si sviluppano in seno alla professione.

La missione 'Incontro' consiste per l'ISRFMP nell'andare avanti o favorire l'incontro dei diversi protagonisti dei mestieri della pietra. Per protagonisti dei mestieri della pietra bisogna intendere gli ideatori, gli istitutori, i cavapietre, i trasformatori ed i posatori. Questa missione si traduce nella visita a imprese, nella partecipazione a seminari, convegni professionali, e nell'organizzazione di colloqui e/o giornate tecniche.

La missione 'Ricerca' consiste, per l'ISRFMP, nello sviluppare delle partnership a livello nazionale o internazionale permettendo la messa in opera di azioni di sviluppo dei mestieri della pietra. Questa missione si traduce anche nella redazione e pubblicazione di articoli o opere professionali. La missione 'Memoria' è rivolta alla capitalizzazione del sapere, e consiste nel monitoraggio permanente dell'evoluzione del mestiere, nella visita alle imprese, in colloqui, in

Commerce d'Artisanat et de Services en 1996. A ce titre, l'ISRFMP se doit d'être un centre de ressources, de recherche et d'aide technologique à la disposition des acteurs du métier. Le label Pôle d'Innovation des Métiers de la Pierre a permis à l'ISRFMP de pouvoir mener à bien un certain nombre d'actions. Une des actions importantes fût le développement de la base de données *Mémoire de Pierre*. Celle-ci recense plus de 450 carrières en activité ou non et dépassant le strict territoire Français. A ces carrières, sont associés, au delà le matériaux, les entreprises qui extraient, transforment et mettent en oeuvre le matériaux pierre. Mais c'est aussi un glossaire des termes techniques du métier, d'articles sur les techniques du métier ainsi que la bibliographie de la bibliothèque de l'ISRFMP qui est disponible en ligne. Conjointement à *Mémoire de Pierre*, l'ISRFMP en tant que Pôle a mis en place une lithothèque présentant des échantillons de pierre qui sont pratiquement l'ensemble des pierres recensées sur *Mémoire de Pierre*.

Régulièrement depuis 1996, l'ISRFMP en collaboration avec la DECAS, la Communauté d'Agglomération du Grand Rodez pour ne citer qu'eux, organise des colloques ou des journées techniques sur des thèmes autour du matériau Pierre. Ces rencontres à vocation souvent internationales sont devenues indissociables du mois de la pierre et sont prisées de l'ensemble des acteurs de la filière notamment chez les prescripteurs (Pour pratiquement l'ensemble des colloques, leurs actes ont été publiés):

- En 1994, Chaux dehors, Chaux dedans
- En 1996, La pierre dans la ville
- En 1997, Place à la pierre
- En 1998, Le laboratoire et les essais normalisés
- En 1999, Construire en Pierre Massive
- En 2000, La Pierre Matériau du XXI^e siècle
- En 2001, avec la Maison de l'Outil et de la Pensée Ouvrière, L'outillage du Tailleur de Pierre, de la tradition à l'innovation
- En 2002, en partenariat avec le CRITT Bois de Rodez, La Pierre et le Bois, Matières à innover

En 2003, L'architecture en pierre dans le bassin méditerranéen au travers 2 architectes, Fernand Pouillon et Armand Pellier.

En 2004, La pierre, du Terroir à la Mondialisation et demain, quelle Europe de la Pierre ?

Une des actions conduites par l'ISRFMP fut la mise en place d'un laboratoire opérationnel d'étude des roches de construction. Ce laboratoire à caractère pédagogique permet de réaliser les principaux essais déterminant les caractéristiques techniques d'un matériau (au sens roche ornementale et de construction). En terme de communication et de diffusion, publiée à raison de 2 numéros par an, la 'Lettre de l'Institut' éditée à environ 6000 exemplaires et distribuée à 5000, fait le point sur l'ensemble de l'activité de l'Institut et les démarches ou actions innovantes qui se déroulent au sein de la profession. L'ISRFMP, c'est aussi la mise à jour régulière des formations proposées aux métiers de la pierre par l'Association Ouvrière

partnership e nello sviluppo di reti in seno alla missione 'Ricerca'. Essa contribuisce all'aggiornamento e all'arricchimento della banca dati Mémoire de Pierres; ed è un centro di risorse accessibile per tutti i professionisti. L'ISRFMP pubblica e cura regolarmente atti di colloqui, materiali tecnici, articoli che compaiono nella rivista francese di rocce ornamentali e di costruzione Pierre Actual. La missione 'Formazione' consiste, a partire dall'insieme di dati raccolti attraverso le altre missioni, nell'anticipare le necessità in evoluzione degli scalpellini e delle imprese. Questo si traduce nell'aggiornamento delle offerte di formazione in taglio della pietra dell'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir.

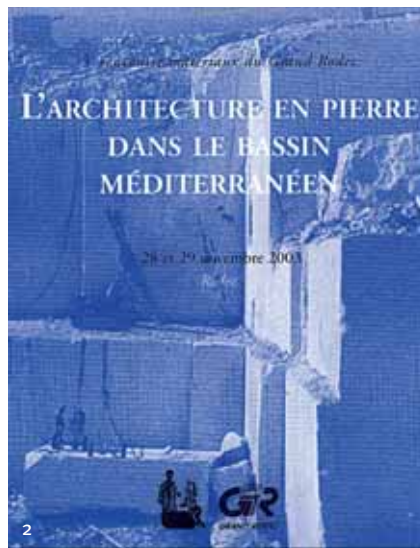
14

des Compagnons du Devoir du Tour de France, le développement d'actions de formation spécifiques notamment au sein même de l'entreprise ainsi que la mise en place de parcours de formation totalement individualisé, mais aussi le pilotage d'un certain nombre de projet européens ayant trait ou non à la formation. Comme pour chacun des Instituts de métiers créé par l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir du Tour de France, les missions et actions de l'ISRFMP se déclinent de la même façon et s'articulent autour des 4 grands thèmes que sont: Rencontre, Recherche, Mémoire et Formation. Sa finalité est le devenir des métiers de la pierre. Toutes les actions sont engagées dans une dynamique prospectiviste. La mission 'Rencontre' consiste pour l'ISRFMP à aller au devant ou à favoriser la rencontre des différents acteurs des métiers de la pierre. Par acteurs des métiers de la pierre, il faut entendre les concepteurs, les prescripteurs, les carriers, les transformateurs et les poseurs. Cette mission se traduit par la visite

d'entreprises, la participation à des séminaires, salon professionnels, l'organisation de colloques et / ou journées techniques. La mission 'Recherche' consiste pour l'ISRFMP a développer des partenariats au niveau national ou international permettant la mise en œuvre d'action de développement des métiers de la pierre. Mais cette mission se traduit aussi par la rédaction et la publication d'articles ou ouvrages professionnels. La mission 'Mémoire' vise à capitaliser les savoirs et à être en état de veille permanent par rapport au métier. Cette capitalisation des savoirs puise ses ressources dans les visites en entreprise, les colloques, les partenariats et réseaux développés au sein de la mission 'Recherche'. Sa traduction en est la mise à jour et l'enrichissement de la base de données Mémoire de Pierres. Mais c'est aussi un centre de ressources accessibles à l'ensemble des professionnels de la filière. Nous travaillons régulièrement à la publication d'ouvrages tels que les

actes des colloques, des publications techniques s'adressant aux professionnels ainsi que des articles paraissant dans la revue Française des roches ornamentales et de construction Pierre Actual. La mission 'Formation' consiste à partir de l'ensemble des données collectées au travers les autres missions à anticiper les besoins en formation des tailleurs de pierre et des entreprises. Cela se traduit par la mise à jour des offres de formation en taille de pierre de l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir. Mais c'est aussi un nombre croissant d'interventions ou d'animation de formation spécifiques vers les concepteurs. D'autre part, l'ISRFMP assure une assistance directe aux entreprises en particulier au travers des formations qu'il est amené à proposer, de journées techniques qu'il organise ou bien encore par la mise en relation directe avec des experts sur les sujets demandés par les entreprises artisanales.

1. Architettura di pietra



15

2. Atti del colloquio 2003: L'architettura in pietra nel bacino mediterraneo
Actes du colloque: L'architecture en pierre dans le bassin méditerranéen

3. Cattedrale di Rodez
Cathédral de Rodez
4. *Andrès Malicot, Richard Simonnet, Jean-Paul Foucher*
Andrès Malicot, Richard Simonnet, Jean-Paul Foucher

1. Architecture en pierre

Note

1. Il contributo della Facoltà di Architettura del Politecnico di Bari alle ricerche sull'architettura stereotomica, e i suoi rapporti con i Compagnons du Devoir

Tesi di dottorato

- 1996-1998
Michele Montemurro
La costruzione in pietra da taglio in Francia e in Italia nei secoli XVIII-XX
Tutor: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri
- 1997-1999
Franco Defilippis
Architettura in pietra e stereotomia.
Rapporto tra tecniche stereotomiche e forma degli elementi costruttivi nel progetto moderno di strutture archivoltate
Tutor: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri
- 2000-2002
Elia de Nichilo
Sistemi architettonici archivoltati e cupolati in pietra da taglio in Spagna. Secc. XVI-XX. Sequenze, nodi tettonici e tecniche stereotomiche a confronto
Tutors: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri; Prof. Enrique Rabasa Díaz, ETS de Arquitectura de Madrid.
- 2002-2004
Giuseppe Fallacara
Il paradigma stereotomico nell'arte del costruire. Dalla natura sincretica della modellazione digitale, alla progettazione/costruzione di elementi architettonici in

pietra da taglio

Tutor: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri

Giornate di studio, convegni, congressi, ecc.

- 1999, Firenze, Facoltà di Architettura, spazio espositivo di Santa Apollonia - Sala Vanni, 10 dicembre
La produzione dell'architettura digitale (a cura Marco Brizzi)
Incontro con Bernard Cache, Claudio D'Amato, Felice Ragazzo
- 1999, Rodez, Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre, ottobre
3è rencontre Matériaux du Grand Rodez: Construire en pierre massive
Claudio D'Amato, Relazione sull'innovazione tecnologica in stereotomia: formazione e professione
- 2001, Paris, École d'Architecture Paris Malaquis, Laboratoire Géométrie-Structure-Architecture (Prof. Joël Sakarovich), 24 settembre
Journée stéréotomie autour du livre d'Enrique Rabasa Díaz 'Forma y construcción en piedra. Da la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX'
- 2001, Montpellier / Pont du Gard, Académie de la Pierre (Arch. Gilles Perraudin), 8-19 ottobre
Atelier international d'architecture en pierre massive
Claudio D'Amato e Elia de Nichilo: presentazione di ricerche stereotomiche

applicate alle volte piane

- 2002, Bari, Politecnico di Bari (Prof. Claudio D'Amato Guerrieri), 18 gennaio
Know-how e innovazione tecnologica del settore lapideo pugliese: università, centri di ricerca e formazione e imprese a confronto
Giornata di studi con la partecipazione dei Compagnons du Devoir
- 2002, Bari, Politecnico di Bari (Prof. Claudio D'Amato Guerrieri), 3-4 giugno
Architettura e stereotomia: tradizione e innovazione
Giornata di studi organizzata con l'Università di Roma 'La Sapienza' (Proff. Mario Docci e Riccardo Migliari) e l'IUAV di Venezia (Prof. Camillo Trevisan)
- 2003, Madrid, Sociedad Española de Historia de la Construcción / Instituto Juan de Herrera / Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 20-24 gennaio
First International Congress on Construction History
Elia de Nichilo e Giuseppe Fallacara: presentazione di ricerche su volte piane e trompes
- 2003, Rodez, Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre, 28-29 novembre
5è rencontre Matériaux du Grand Rodez: L'architecture en pierre dans le bassin méditerranéen
Claudio D'Amato e Giuseppe Fallacara: presentazione di ricerche stereotomiche

16

Notes

1. Contribution de la faculté d'architecture du polytechnique de bari aux recherches sur l'architecture stereotomique et ses rapports avec les Compagnons du Devoir

Thèse de doctorat

- 1996-1998
Michele Montemurro
La construction en pierre de taille en France et en Italie aux XVIII-XX siècles
Tutor: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri
- 1997-1999
Franco Defilippis
Architecture en pierre et stéréotomie.
Rapport entre techniques stéréotomiques et forme des éléments de construction dans le projet moderne de structure voûtée
Tutor: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri
- 2000-2002
Elia de Nichilo
Systèmes architectonique voûtés et à coupoles en pierre de taille en Espagne.. XVI-XX siècles. Séquences, noeuds architectoniques et techniques stéréotomiques en parallèle
Tutor: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri ; Prof. Enrique Rabasa Díaz, ETS de Arquitectura de Madrid.
- 2002-2004
Giuseppe Fallacara
Le paradigme stéréotomique dans l'art de construire. De la nature syncrétique de la modélisation digitale, à la conception/

construction d'éléments architectoniques en pierre de taille

Tutor: Prof. Claudio D'Amato Guerrieri

Journées d'étude, colloques, congrès, etc.

- 1999, 10 décembre
Florence, Faculté d'Architecture, espace d'exposition de Santa Apollonia - Salle Vanni. La production de l'architecture digitale (organisé par Marco Brizzi)
Rencontre avec Bernard Cache, Claudio D'Amato, Felice Ragazzo
- 1999, Octobre
Rodez, Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre, 3ème Rencontre Matériaux du Grand Rodez: construire en pierre massive.
Claudio D'Amato, conférence sur l'innovation technologique en stéréotomie: formation et profession.
- 2001, 24 Septembre
Paris, Ecole d'Architecture Paris-Malaquais, Atelier Géométrie-Structure-Architecture (Prof. Joël Sakarovich). Journée stéréotomie autour du livre d'Enrique Rabasa Díaz 'Forma y construcción en piedra. Da la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX'
- 2001, 8-19 Octobre
Montpellier-Pont du Gard, Académie de la Pierre (Arch. Gilles Perraudin)
Atelier international d'architecture en pierre massive
Claudio D'Amato et Elia de Nichilo:

présentation de recherches stéréotomiques appliquées aux voûtes plates.

- 2002, 18 Janvier
Bari, Polytechnique de Bari (Prof. Claudio D'Amato Guerrieri).
Savoir-faire et innovation technologique du secteur de la pierre en Pouilles: Université, centres de recherche et de formation et entreprises face-à-face.
Journée d'études avec la participation des Compagnons du Devoir.
- 2002, Bari, 3-4 Juin
Polytechnique de Bari (Prof. Claudio D'Amato)
Journées d'études organisées avec l'Université de Rome 'La Sapienza' (Prof. Mario Docci et Prof. Riccardo Migliari) et l'IUAV de Venise (Prof. Camillo Trevisan).
- 2003, Madrid, 20-24 Janvier
Sociedad Española de historia de la Construcción / Instituto Juan de Herrera / Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
First International Congress on Construction History
Elia de Nichilo et Giuseppe Fallacara: présentation de recherches sur des voûtes plates et trompes
- 2003, Rodez, 28-29 Novembre
Institut Supérieur de recherche et de formation aux métiers de la pierre, 5ème Rencontre Matériaux du Grand Rodez: l'architecture en pierre dans le bassin méditerranéen
Claudio D'Amato et Giuseppe Fallacara: présentation de recherches stéréotomiques appliquées à la réalisation d'habitations à

1. Architettura di pietra

applicare alla realizzazione di abitazioni economiche

- 2004, Bari, Politecnico di Bari-DR in Progettazione architettonica per i paesi del Mediterraneo, febbraio
Esame finale del XVI ciclo
Delegazione dei Compagnon du Devoir (Richard Simonnet e Jean-Paul Foucher)
- 2004, Parabita (Lecce), Impresa Leopizzi 1750, febbraio
Formazione professionale
Delegazione dei Compagnon du Devoir (Richard Simonnet e Jean-Paul Foucher) per la firma dell'accordo di collaborazione

Stages

- 2002, Isère (Lyon), Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (Proff. Joël Sakarovitch e Philippe Poitié), 4-9 febbraio
Realizzazione di una voûte plate per l'inaugurazione del Grand Atelier de l'Isle d'Abeau all'Ecole d'Architecture de Lyon. La voûte plate, realizzata in scala 1:1 su modello della soluzione di Abeille, è stata eseguita alla maniera tradizionale dagli scalpellini del Compagnonnage du Devoir della sede di Lyon. Giuseppe Fallacara ha partecipato alla realizzazione del prototipo lapideo al vero del modello infografico, già sviluppato da Eliana de Nichilo all'interno delle attività di ricerca previste dal DR in Progettazione architettonica al Politecnico di Bari
- 2003, Paris, Fondation De Coubertin, Atelier

bas coût.

- 2004, Bari, Février
Polytechnique de Bari - Doctorat en projet d'architecture pour les pays de la Méditerranée, Examen final du XVI cycle. Délégation des Compagnons du Devoir (Richard Simonnet et Jean-Paul Foucher)
- 2004, Parabita / Lecce, Février
Entreprise Leopizzi 1750
Formation professionnelle. Délégation des Compagnons du Devoir (Richard Simonnet et Jean-Paul Foucher) pour la signature de l'accord de collaboration

Stages

- 2002, Isère (Lyon), 4-9 Février
Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (Prof. Joël Sakarovitch et Prof. Philippe Poitié)
Réalisation d'une voûte plate pour l'inauguration des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau à l'Ecole d'Architecture de Lyon
La voûte plate, réalisée à l'échelle 1:1 sur le modèle de la solution d'Abeille, a été réalisée à la manière traditionnelle par les tailleurs de pierre du Compagnonnage du Devoir du siège de Lyon. Giuseppe Fallacara a participé à la réalisation du prototype en pierre sur le modèle infographique, déjà développé par Eliana de Nichilo dans le cadre de l'activité de recherche prévue par le Doctorat en projet d'architecture au Polytechnique de Bari
- 2003, 10-21, Paris, Février
Fondation de Coubertin, Atelier Saint-Jacques

Saint Jacques, 10-21 février
'Stage trompe' di formazione e aggiornamento per giovani tailleurs de pierre
Partecipazione di Giuseppe Fallacara con il Compagnon Luc Tamborero

Ricerche applicate

- 1994, Cursi (Lecce) / Cava di Serpentane, Politecnico di Bari (Prof. Claudio D'Amato Guerrieri), settembre: Prima scuola estiva Erasmus 'Architettura di pietra'
Realizzazione di una volta 'alla leccese' (cantiere sperimentale)
 - 1997, Bari, Fiera del Levante, febbraio
SITEP, Salone internazionale tetti e pareti
Claudio D'Amato e Ing. Amedeo Vitone: realizzazione di prototipo di volta a botte in pietra armata
 - 2003, maggio-giugno
Studi sperimentali sulle trompes
Claudio D'Amato e Giuseppe Fallacara, progettazione del Belvedere Locus finis terrae per Punta Ristola a S. Maria di Leuca (Lecce)
2. I caratteri contrapposti della ricerca architettonica contemporanea
E' noto che il carattere dell'architettura 'moderna' sia essenzialmente determinato dalla dicotomia forma-struttura, ovvero dalla separazione fra le strutture portanti e non chiudenti, e le parti portate e chiudenti, destinate al tamponamento della gabbia strutturale. Tale carattere, sviluppatosi

'Stage trompes' de formation initiale et continue pour jeunes tailleurs de pierre
Participation de Giuseppe Fallacara avec le Compagnon Luc Tamborero.

Recherches appliquées

- 1994, Cursi (Lecce) / Carrière de Serpentane, Septembre, Polytechnique de Bari (Prof. Claudio D'Amato Guerrieri)
Première école d'été Erasmus 'Architecture en pierre'. Réalisation d'une voûte 'à la leccese' (chantier expérimental)
 - 1997, Bari/Fiera del Levante, Février
SITEP, Salone International Tetti et Murs)
Claudio D'Amato et l'Ingénieur Amedeo Vitone: réalisation d'un prototype de voûte en berceau en pierre armée.
 - 2003, Punta Ristola à Santa Maria di Leuca (Lecce), Mai-juin
Etudes expérimentales sur des trompes
Claudio D'Amato et Giuseppe Fallacara, projet du Belvedere Locus Finis terrae pour Punta Ristola à Santa Maria di Leuca (Lecce)
2. Les caractères opposés de la recherche dans l'architecture contemporaine
Chacun sait que le caractère de l'architecture moderne est essentiellement déterminé par la dichotomie forme-structure, c'est-à-dire par la séparation entre les structures portantes et non fermantes et les parties portées et fermantes qui servent au remplissage de la cage structurale. Ce

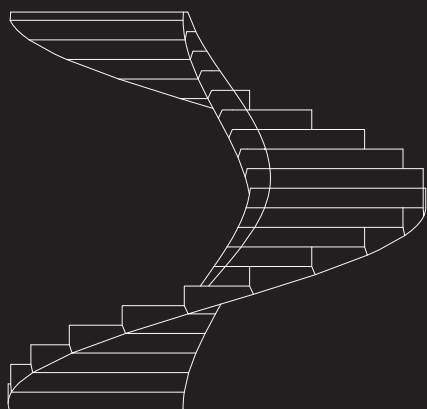
storicamente in quelle aree culturali (nordeuropee e nordamericane) definite dalla letteratura specialistica 'elastico-lignee', si presenta del tutto contrapposto a quello delle cosiddette aree 'plastico-murarie' (l'Europa mediterranea), che postula l'unità di strutture portanti e al tempo stesso chiudenti. Nelle aree elastico-lignee il principio tettonico di riferimento è quello del trilithe (l'antecedente è nell'ordine codificato dell'architettura greca); in esse la ricerca tecnica e tecnologica ha portato oggi al limite estremo le sue premesse. Nelle aree plastico-murarie il principio tettonico di riferimento è quello della parete muraria continua e dell'arco (l'antecedente è nell'architettura romana realizzata con materiali lapidei e mattoni): esse, soprattutto per il ritardo accumulato nella ricerca nei primi due decenni del XX secolo, sono oggi culturalmente del tutto dipendenti da quelle elastico-lignee.

3. A differenza del giovane itinerante sul tour de France, il compagnon sedentario ha finito il suo tour de France e si è fermato in una regione a sua scelta.

caractère qui s'est développé historiquement dans les aires culturelles (nord-européennes et nord-américaines) définies par la littérature spécialisée comme 'élastiques-en bois', se présente comme totalement opposées à celui des aires dites 'plastiques-maçonneries' (l'Europe méditerranéenne) qui postule l'unité de structures portantes et, en même temps fermantes. Dans les aires 'élastiques/en bois' le principe architectonique de référence est le trilithe (l'antécédent est dans l'ordre codifié de l'architecture grecque): aujourd'hui, la recherche technique et technologique de ces aires a développé ses prémisses aux extrêmes limites. Dans les aires 'plastiques/maçonneries' le principe architectonique de référence est celui du mur maçonné continu et de l'arc (son antécédent est dans l'architecture romaine réalisées avec un appareil de pierres et des briques): celles-ci, en grande partie en raison du retard accumulé dans la recherche pendant les deux premières décennies du XXème siècle, sont aujourd'hui culturellement dépendantes de celles qui sont 'élastiques/en bois'.

3. A la différence du jeune itinérant sur le tour de France, le compagnon sédentaire a fini son tour de France et s'est arrêté dans une région de son choix.

1. Architecture en pierre



L'arte della stereotomia

L'art de la stéréotomie

2

2.1.

Il compagnonnage des tailleurs de pierre, stéréotomie et chef-d'œuvre

Richard Simonnet

Compagnonnage ed iniziazione

All'idea di compagnonnage è spesso associata quella di chef-d'œuvre, indissociabile da quella di iniziazione e di perfezionamento professionale: un insieme che va identificato nel compagnonnage, col senso di 'perfezionare il percorso della propria vita'.

La vocazione del compagnonnage risiede nella realizzazione dell'uomo tramite il suo mestiere, attraverso l'esperienza, il viaggio e l'azione di trasferimento dei valori del mestiere. Partendo da ciò, il mestiere non può essere un obiettivo. È invece uno strumento che permetterà al giovane Compagnon di incontrare se stesso per andare incontro all'altro, alla città. Concependo, trasformando la materia, mettendola in opera al servizio degli altri uomini è il Compagnon che si trasforma e trasmette.

Tale filosofia di vita è riassunta in questo verso di Joseph Dulaud, la Gaieté di Villebois, Honnête Compagnon Passant Tailleur de Pierre

du Devoir: "... E per essere ricordati bisogna donarsi agli uomini...".

È anche in questo senso che il Compagnon non si ferma finché non avrà posto le basi per creare altri Compagnons.

Questo passaggio, effettuato secondo un rito, si svolge in due momenti significativi che sono l'adozione e la ricezione.

Nel corso del tempo questa iniziazione trasmessa dai Compagnons si trasformerà in maniera o in stato d'essere.

Questa progressione che associa l'uomo al mestiere, al viaggio, alla città, aiutato in ciò dall'iniziazione, farà di questo giovane uomo un Compagnon. Come in un nuovo cammino di vita, l'iniziazione segna la sua appartenenza al gruppo, ad una famiglia. I simboli impressi sul 'colore' sono là ad attestare il suo nuovo stato, ma anche per ricordargli il suo impegno ed il suo dovere in seno alla comunità dei Compagnons ed alla più vasta comunità che è l'Umanità.

20

Le compagnonnage des tailleurs de pierre, stéréotomie et chef-d'œuvre

Richard Simonnet

Compagnonnage et initiation

A l'idée de compagnonnage est souvent associée celle de chef-d'œuvre, indissociable de celle de l'initiation et d'un perfectionnement professionnel. Cet ensemble doit être entendu, dans le compagnonnage, au sens de 'parfaire son parcours de vie'. La vocation du compagnonnage réside dans l'accomplissement de l'homme au travers son métier, par le voyage et la retransmission des valeurs véhiculées par le métier. A partir de là, le métier ne peut être une finalité. Il est un outil qui permettra au jeune Compagnon d'aller à la rencontre de lui-même pour aller à la rencontre de l'autre, de la Cité. En concevant, en transformant la matière, en la mettant en œuvre au service des autres hommes c'est le Compagnon qui se transforme et transmet. Cette philosophie de vie est résumée dans ce vers de Joseph Dulaud, la Gaieté de Villebois, Honnête Compagnon Passant Tailleur de Pierre du Devoir : '...Et pour vivre dans les mémoires il faut se donner aux humains...' C'est aussi en ce

sens que si le Compagnon passe, il n'en demeure pas moins qu'il n'aura cessé de poser des jalons pour les autres Compagnons.

Cette transmission, effectuée selon un rite, se passe lors de deux moments forts que sont l'adoption et la réception. C'est au fil du temps que cette initiation transmise par les Compagnons se transformera en façon ou en état d'être. C'est bien cette progression associant l'homme au métier, au voyage, à la cité aidé en cela par l'initiation qui fera de ce jeune homme un Compagnon. Nouveau chemin de vie, l'initiation marque son appartenance au groupe, à une famille. Les symboles frappés sur la 'couleur' sont là pour attester de son nouvel état, mais aussi pour lui rappeler son engagement et son devoir au sein de la communauté des Compagnons mais aussi de cette vaste communauté qu'est l'Humanité.

Compagnonnage et chef-d'œuvre

Le 'tour de France' permet une

Compagnonnage e chef-d'œuvre

Il 'tour de France' favorisce la raccolta di esperienze professionali ed umane per ricavarne 'conoscenza'. Conoscenza che si misura soprattutto nel momento in cui si diventa Compagnon realizzando lo chef-d'œuvre. Lo chef-d'œuvre non è fine a se stesso, ma è solo una tappa significativa del percorso.

Oltre il valore tecnico della concezione e della realizzazione propriamente detta ottenuta seguendo 'i riti del mestiere', vi è il comportamento dell'uomo di fronte alle difficoltà che supera (altro viaggio iniziatico).

Il Compagnon è valutato attraverso l'opera ed il cammino seguito per compierla.

La più bella opera, se è realizzata solo per interesse personale e vanità, lascerà i Compagnons indifferenti: essa ha il dovere di essere un dono disinteressato offerto alla comunità del mestiere.

Lo chef-d'œuvre è un mezzo per mettere i più giovani sulla via del progresso e del lavoro 'ben fatto'; è un

vettore di trasmissione di valori; e aiuta a raggiungere la dimensione iniziatica quando il giovane Compagnon prende coscienza che ha cominciato il suo reale chef-d'œuvre il giorno della sua nascita. Tappa della sua vita di Compagnon, lo chef-d'œuvre è il simbolo del suo cammino di vita. Lo chef-d'œuvre famoso per la competenza e pazienza che ci sono volute per farlo, è l'espressione materiale di questa ricerca della sapienza, del superamento e del dono di sé.

Fin dal momento della ricezione e dell'iniziazione lo chef-d'œuvre assume tutta la sua importanza per il Compagnon, poiché il suo impegno sarà quello di fare della sua vita un chef-d'œuvre. Questo è il senso che hanno alcuni modelli presenti nella mostra.

Compagnonnage dei tailleurs de pierre e stereotomia

Senza stereotomia non ci sarebbero né archi né volte in pietra da taglio. La stereotomia è la scienza che tratta il 'taglio' dei solidi. Applicata al taglio

della pietra, essa è la maniera di tagliare le pietre che rientrano nella costruzione di un edificio. Chiamata come 'art du trait', è l'insieme delle conoscenze geometriche necessarie al maestro muratore perché questi possa tracciare gli épures che gli permetteranno di ricavare i pannelli e le sagome per tagliare le pietre. La sua pratica assume sempre una considerevole posizione nella formazione professionale elargita dai Compagnons Tailleurs de Pierre. Il suo insegnamento si è saputo conservare oltre la 'l'Ecole Royale du Génie de Mézières'² probabilmente perché esisteva prima della codificazione che ne ha fatto Gaspard Monge. Se, dallo stretto punto di vista professionale, può sembrare talvolta desueta e non essere percepita che come un insegnamento 'conservatore' o, meglio ancora, un 'dovere di memoria' che contrappone gli antichi ai moderni o, piuttosto, tradizione ed innovazione, essa è innanzitutto uno dei fondamenti della cultura e della pratica del mestiere.

accumulation des expériences professionnelles et humaines pour en tirer la 'connaissance'. Cette connaissance se mesure notamment au moment de devenir Compagnon dans la réalisation du chef-d'œuvre. Le chef-d'œuvre n'est pas une fin en soi, mais un regard porté sur une étape du parcours.

Au-delà la valeur technique de la conception et de la réalisation proprement dite, suivant 'les rites du métier', c'est le comportement de l'homme face aux difficultés qui prime ; autre voyage initiatique. Le Compagnon est considéré à travers l'œuvre et le chemin suivi pour l'accomplir. La plus belle œuvre, si elle n'est réalisée que dans l'intérêt personnel et la vanité, laissera les Compagnons indifférents, elle se doit d'être un don désintéressé offert à la communauté du métier. Le chef-d'œuvre est alors un moyen de mettre les plus jeunes sur la voie du progrès et du travail 'bien fait'. Il devient un vecteur de transmission. Le chef-d'œuvre rejoint

la dimension initiatique de l'adoption et de la réception lorsque que le jeune Compagnon prend conscience qu'il a commencé son véritable chef-d'œuvre le jour de sa naissance. Etape de sa vie de Compagnon, le chef-d'œuvre est le symbole de son chemin de vie. Si le chef d'œuvre est souvent perçu au travers des œuvres de compétences et de patience que nous ont léguées des générations de compagnons, le chef-d'œuvre est l'expression matérielle de cette quête de la Compétence, du dépassement et du don de soi. C'est à partir de la réception, de l'initiation, que le chef-d'œuvre prend toute sa dimension, car l'engagement du Compagnon est d'espérer faire de sa vie un chef-d'œuvre. C'est le sens qu'ont certaines des maquettes qui vous sont présentées aujourd'hui.

Compagnonnage des tailleurs de pierre et stéréotomie

Sans stéréotomie, il n'y aurait ni arcs, ni voûtes en pierres de taille. La stéréotomie est la science qui traite

de la 'coupe' des solides. Appliquée à la taille de pierre, elle est la façon de tailler les pierres qui entrent dans la construction d'un édifice. Appelée aussi 'art du trait', elle est l'ensemble des connaissances géométriques nécessaires à l'appareilleur pour que celui-ci puisse tracer les épures qui lui permettront alors de sortir les panneaux et gabarits afin de faire couper et tailler les pierres. Son apprentissage tient toujours une place conséquente dans la formation professionnelle dispensée par les Compagnons Tailleurs de Pierre. Son enseignement a su perdurer au-delà 'l'Ecole Royale du Génie de Mézières'² probablement parce qu'elle existait bien avant la codification qu'en a fait Gaspard Monge en inventant ce qui sera la géométrie descriptive. Si du strict point de vue professionnel, elle peut sembler parfois désuète et n'être perçu que comme un enseignement 'conservatoire' ou bien encore un 'devoir de mémoire' ou elle opposerait anciens et modernes ou plutôt tradition

Così come è necessario saper tagliare un blocco³ servendosi degli strumenti manuali, è anche necessario, per lo scalpello, saper ricavare l'elevazione dalla pianta.

Vero strumento di un pensiero costruttivo⁴, essa è il legame per l'uomo di mestiere tra la nascita del progetto e la sua realizzazione. Essa fa sì che il Compagnon esca dalla dicotomia manuale/intellettuale. Strumento di percezione spaziale, è indissociabile dalla concezione e dalla messa in opera. A tal proposito, il suo insegnamento non può essere circoscritto alla semplice ripetizione o copia di pezzi degli antichi trattati. Il suo apprendimento non esiste se non in una visione pragmatica della costruzione e passa attraverso l'acquisizione dei saperi fondamentali che daranno all'uomo di mestiere ciò per cui la stereotomia esiste, e cioè una risposta geometrica ad un problema costruttivo. In ciò resta innovativa poiché vivente. Strutturata come un linguaggio,

procede con lo stesso passo concettuale universale che consente alla bozza di divenire libro, ma sempre restando ancorata alla realtà. Essa diventa così lo strumento che trasforma l'esecutore in artefice e gli insegna come vanno ordinate e assemblate le pietre di un'opera che sarà percepita come unitaria. Perciò l'insegnamento della geometria e della stereotomia presso i Compagnons non è concepibile senza che il disegno o l'épure siano seguiti dalla realizzazione del modello. Questo modello permette di concretare il pensiero e di confrontarlo con la realtà costruttiva.

22

et innovation, elle est d'abord un des fondements de la culture et de l'apprentissage du métier. Comme il est nécessaire de savoir tailler à l'aide des outils manuels un parpaing³, il est aussi nécessaire pour le tailleur de pierre de savoir 'tirer l'élévation du plan' sur son aire d'épure.

Véritable outil d'une pensée constructive⁴, elle est le lien pour l'homme de métier entre la naissance du projet et sa réalisation. C'est elle qui fait que le Compagnon sort de la dichotomie manuel / intellectuel. Outil de perception spatiale, elle est indissociable de la conception puis de la mise en œuvre. A ce titre, son enseignement ne peut être figé dans la simple répétition ou copie des pièces des anciens traités. Son apprentissage n'existe que dans une vision pragmatique de la construction et passe par l'acquisition des savoirs fondamentaux qui donneront à l'homme de métier ce pour quoi la stéréotomie existe à savoir : une réponse géométrique à un problème

constructif. C'est en cela qu'elle reste innovante puisque vivante. Structurée comme un langage, elle procède d'une démarche conceptuelle universelle qui permet de traduire l'esquisse en volume ; mais en restant toujours attachée à une réalité tangible. Elle devient ainsi l'outil qui transforme l'exécutant en concepteur et lui permet de s'ordonner et s'assembler comme il va ordonner et assembler les pierres dans un ouvrage dont il en percevra l'ensemble, la globalité. C'est pourquoi l'enseignement de la géométrie et de la stéréotomie chez les Compagnons n'est concevable que si le dessin ou l'épure sont suivis de la réalisation d'une maquette. Cette maquette permet de concrétiser la pensée et de la confronter à une réalité constructive.

I capolavori e i modelli

Les chef-d'œuvres et les modèles

Arco obliquo del Pont Neuf a Parigi

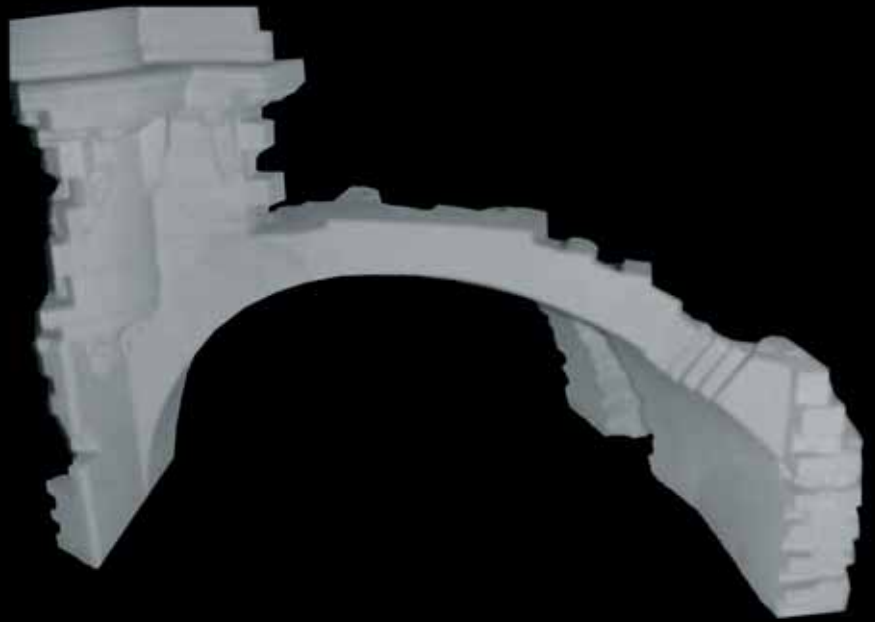
Rodez

Dimensioni

Lunghezza: 129 cm, Profondità: 131 cm,
Altezza: 118 cm

Descrizione geometrica

Paradossalmente, il Pont Neuf è il più vecchio ponte di Parigi. Fu iniziato sotto Henry III nel 1578. Il passaggio dell'arco, invece di essere ortogonale al paramento esterno, è disposto in senso obliquo, in direzione della Senna. L'apparecchiatura di questi tipi di ponti, per la sua grande resistenza, è stata impiegata frequentemente dagli ingegneri delle linee ferroviarie.



24

Arche biaise du Pont Neuf à Paris

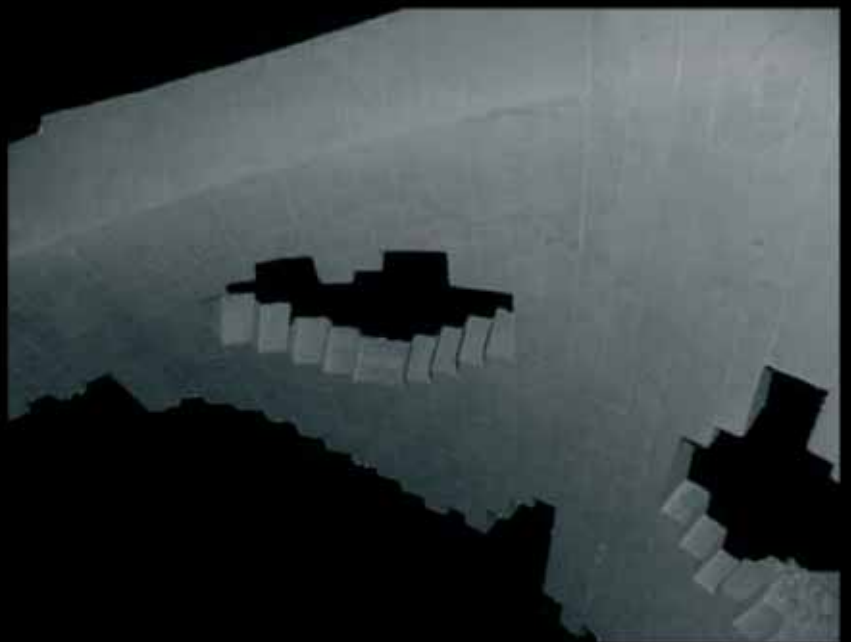
Rodez

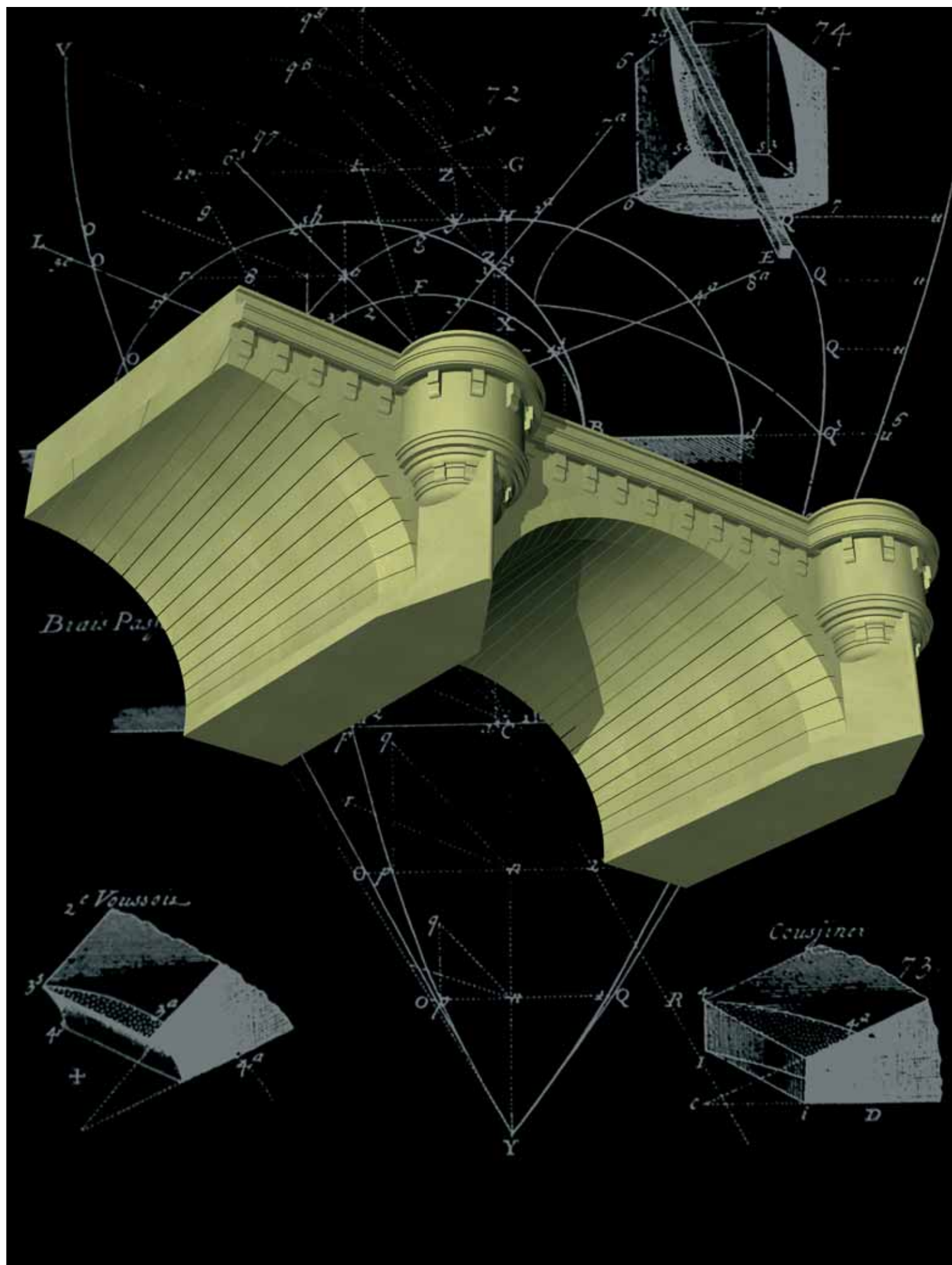
Encombrement:

Longueur: 129 cm, Profondeur: 131 cm,
Hauteur: 118 cm.

Description géométrique:

Paradoxalement, le Pont Neuf est le pont le plus vieux de Paris. Il fut commencé sous Henry III en 1578. L'ouverture de l'arc, au lieu d'être d'équerre sur le parement extérieur, est dirigée dans un sens oblique, en direction de la Seine. L'appareil de ces sortes de ponts, pour sa grande résistance, a été employé fréquemment par les ingénieurs de lignes de chemins de fer.





Quarto di volta sferica ribassata

Rodez

Dimensioni

Lunghezza: 154 cm, Profondità: 111 cm,

Altezza: 173 cm

Descrizione geometrica

Le volte sferiche sono generate da un semicerchio che gira intorno ad un'asse coincidente con il suo diametro.

Questa volta sferica è circolare sul piano orizzontale, mentre nella sezione verticale si presenta come un arco di cerchio, con apparecchiatura complessa del tipo detto pennacchio di Valenza.



26

Quart de voûte sphérique surbaissée

Rodez

Encombrement :

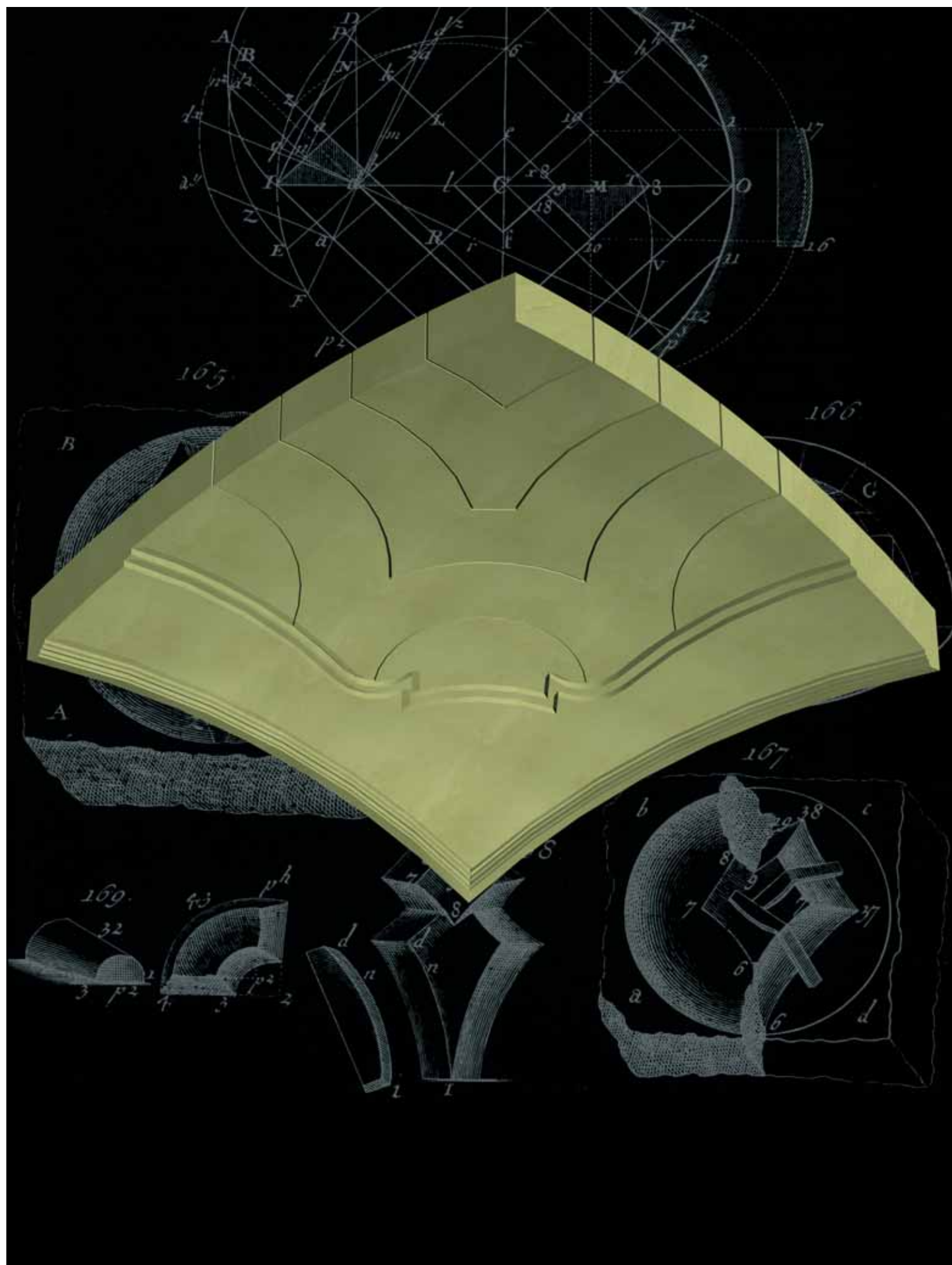
Longueur: 154 cm, Profondeur: 111 cm,

Hauteur: 173 cm.

Description géométrique:

Les voûtes sphériques sont engendrées par un demi-cercle tournant autour de son diamètre comme axe. Cette voûte sphérique est circulaire dans son plan horizontal et arc de cercle dans sa coupe vertical, avec appareil complexe du type dite pendentif de Valence.





Trompe cilindrico-conica sotto una torre

Rodez

Dimensioni

Lunghezza: 56 cm, Profondità: 59 cm,

Altezza: 29 cm

Descrizione geometrica

La trompe è una porzione di volta a sbalzo che serve a portare l'angolo o parte di una qualunque costruzione che sembra sospesa in aria. Questa trompe è data dall'intersezione di un cilindro verticale (la torre) con un cono (intradosso della volta).



28

Trompe cylindro-conique sous tourelle

Rodez

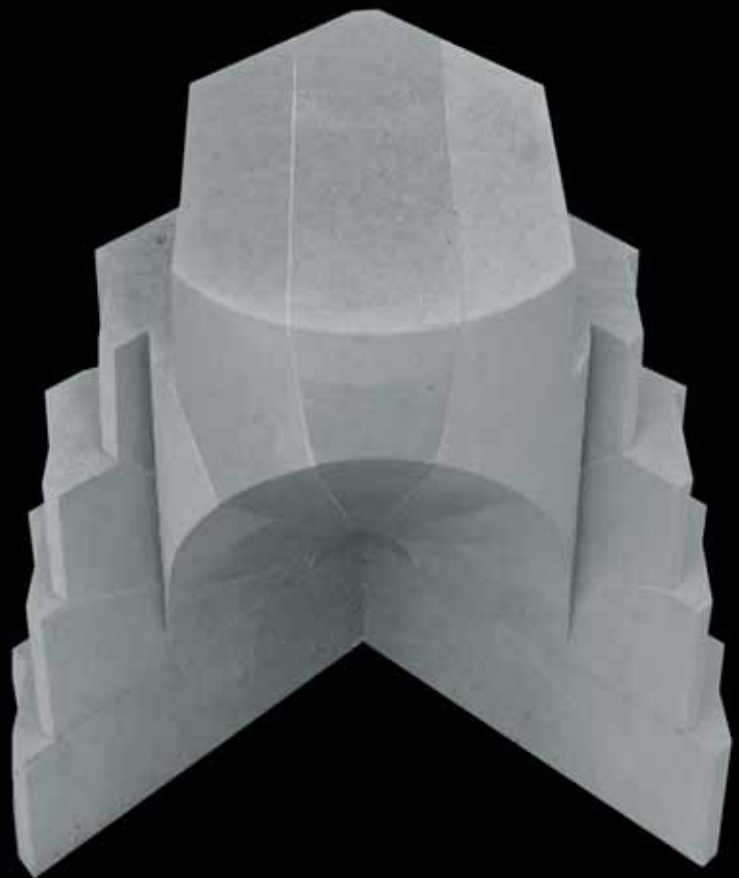
Encombrement

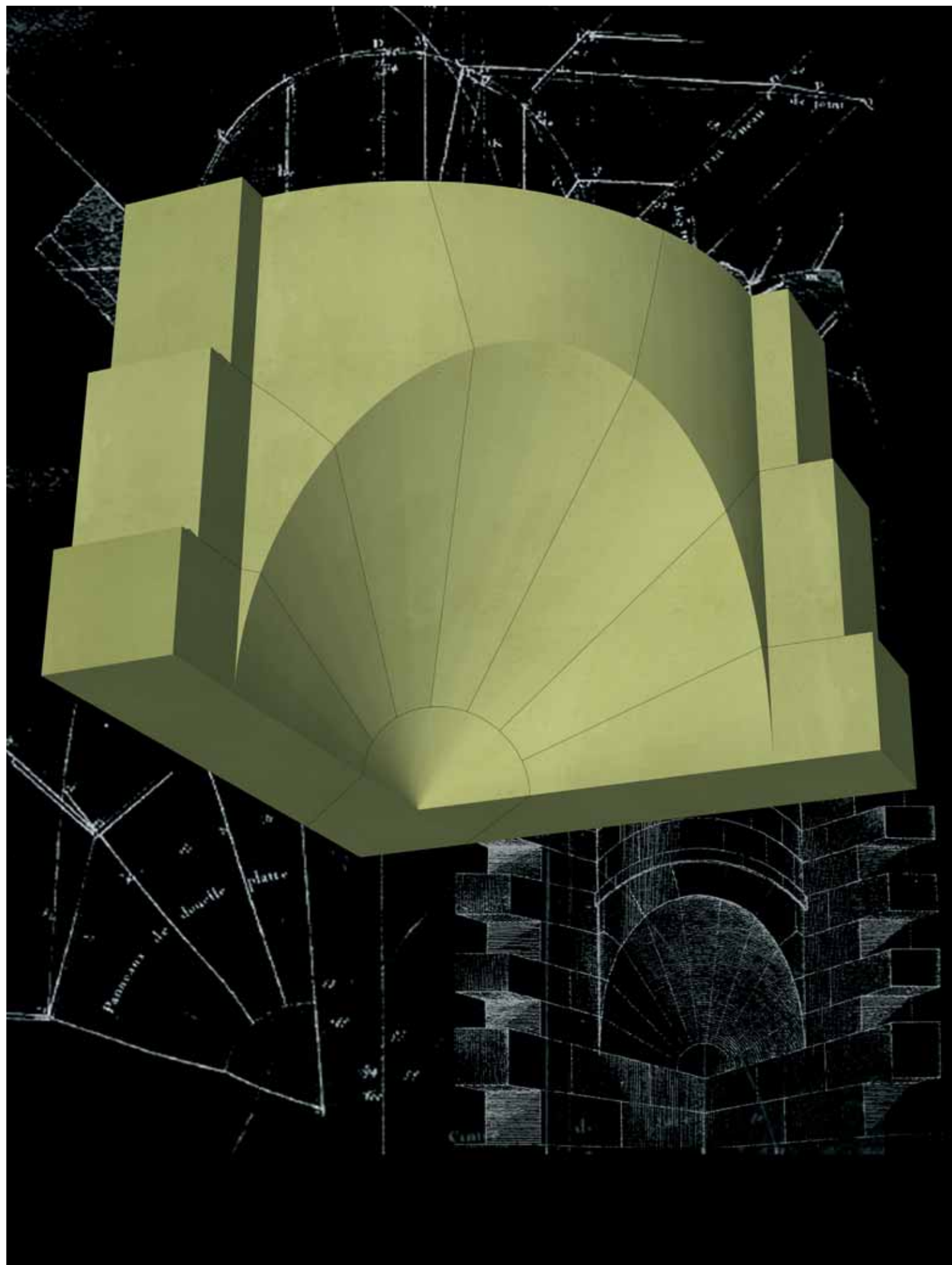
Longueur: 56 cm, Profondeur: 59 cm,

Hauteur: 29 cm.

Description géométrique:

La trompe est un portion de voûte en saillie servant à porter l'angle ou partie d'une construction quelconque qui semble se soutenir en l'air. Cette trompe est formée par l'intersection d'un cylindre verticale (la tourelle) avec un cône (intrados de la voûte).





Trampe sferica sotto l'angolo

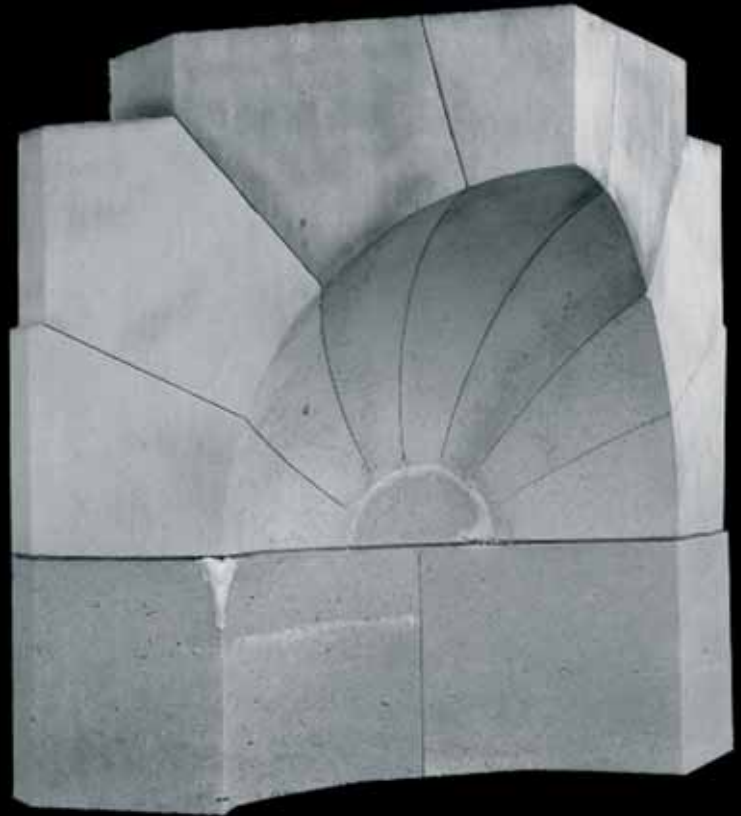
Rodez

Dimensioni

Lunghezza: 57 cm, Profondità: 33 cm,
Altezza: 35 cm

Descrizione geometrica

Le trompes sferiche o a semicatino sull'angolo non sono altro che volte sferiche tagliate obliquamente sulle loro facce in due parti che formano un angolo sporgente. Quando l'angolo è retto, come in questo caso, vengono dette trompes à l'angle droit.



30

Trompe sphérique sous le coin

Rodez

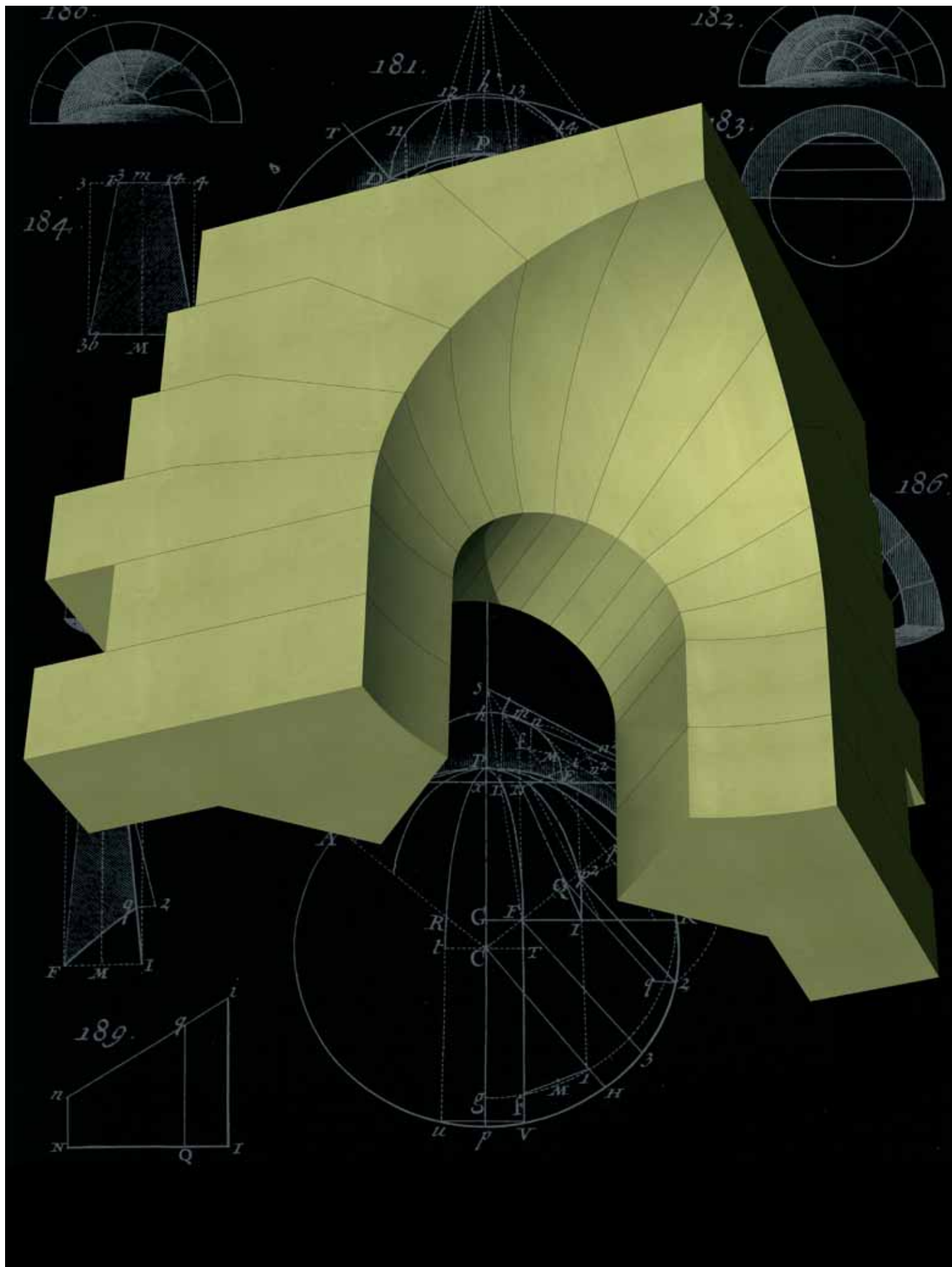
Encombrement

Longueur: 57 cm, Profondeur: 33 cm,
Hauteur: 35 cm.

Description géométrique:

Les trompes sphériques ou en cul-de-four sur l'angle ne sont autres que des voûtes sphériques coupées obliquement sur leurs faces en deux parties qui forment un angle saillant. Lorsque l'angle est droit, comme dans ce cas, on les appelle trompe à l'angle droit.





**Scala elicoidale a doppia rivoluzione,
una ad anima e l'altra a cosciale
centrale**

Parigi

Dimensioni

Lunghezza: 126 cm, Profondità: 126 cm,
Altezza: 113 cm

Descrizione geometrica

Questo modello è formato da due scale elicoidali, una dentro l'altra, in una gabbia ottagonale di pilastri e piattabande rampanti. Una ha l'anima compresa in ogni gradino, l'altra è a cosciale. Il cosciale è un elemento in pietra che sostiene una delle estremità dei gradini di una scala. Le scale a cosciale possono essere di due tipologie: con il cosciale indipendente o appartenente al gradino.



32

**Escalier hélicoïdal à double révolution,
l'une à noyau et l'autre à limon central**

Paris

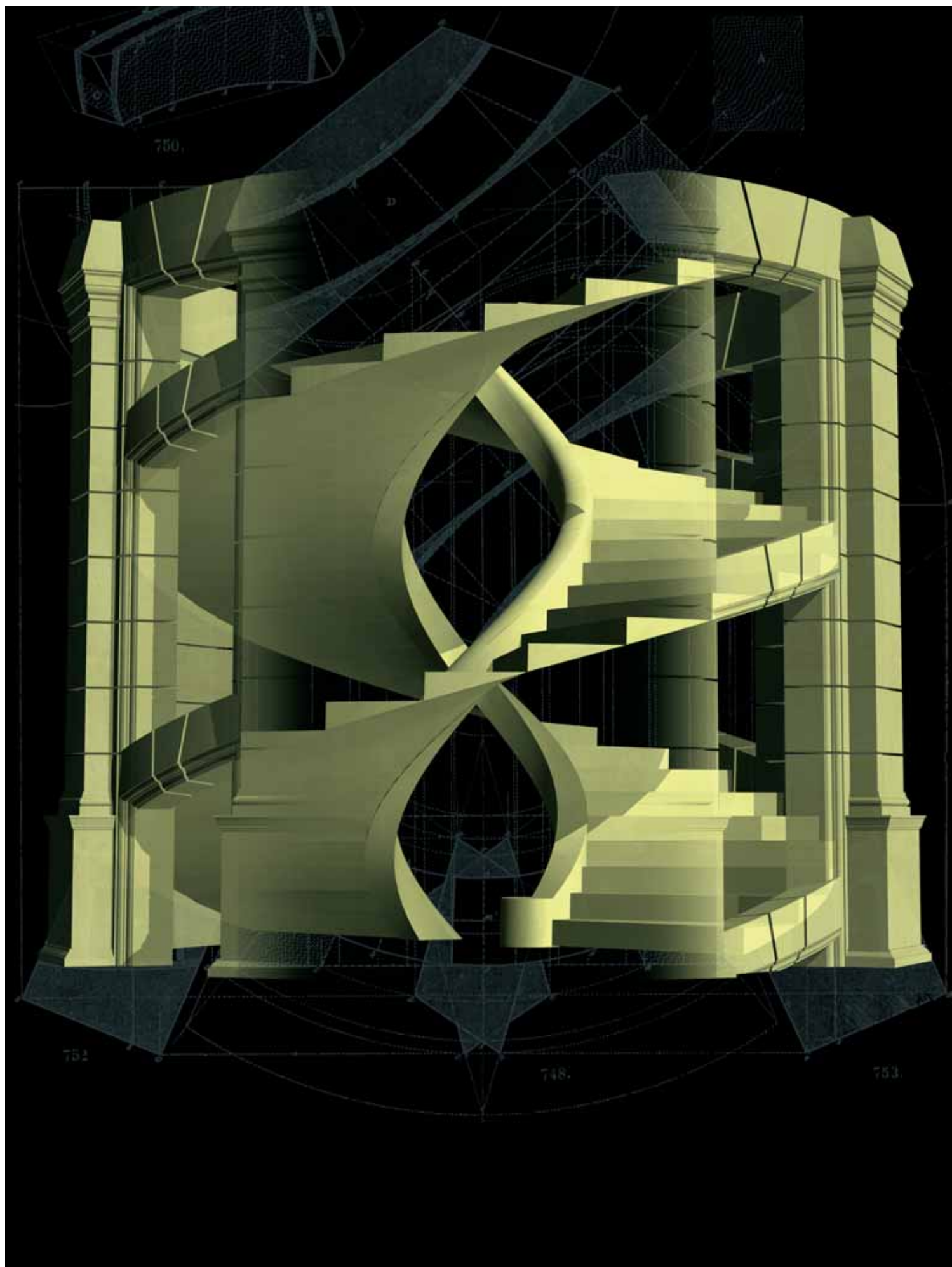
Encombrement

Longueur: 126 cm, Profondeur: 126 cm,
Hauteur: 113 cm.

Description géométrique:

Cette maquette est formée de deux escaliers hélicoïdaux, l'une dans l'autre, dans une cage octogonale de poteaux et plates-bandes rampantes. L'une est à noyau (pas plein) intégrée dans chaque marche, et l'autre est à limon. Le limon est une partie en pierre qui supporte l'une des extrémités des marches d'un escalier. Les escaliers à limon peuvent être de deux typologie: avec le limon indépendant ou faisant partie de la marche.





Trompe dello studio del Re, castello d'Anet

Parigi

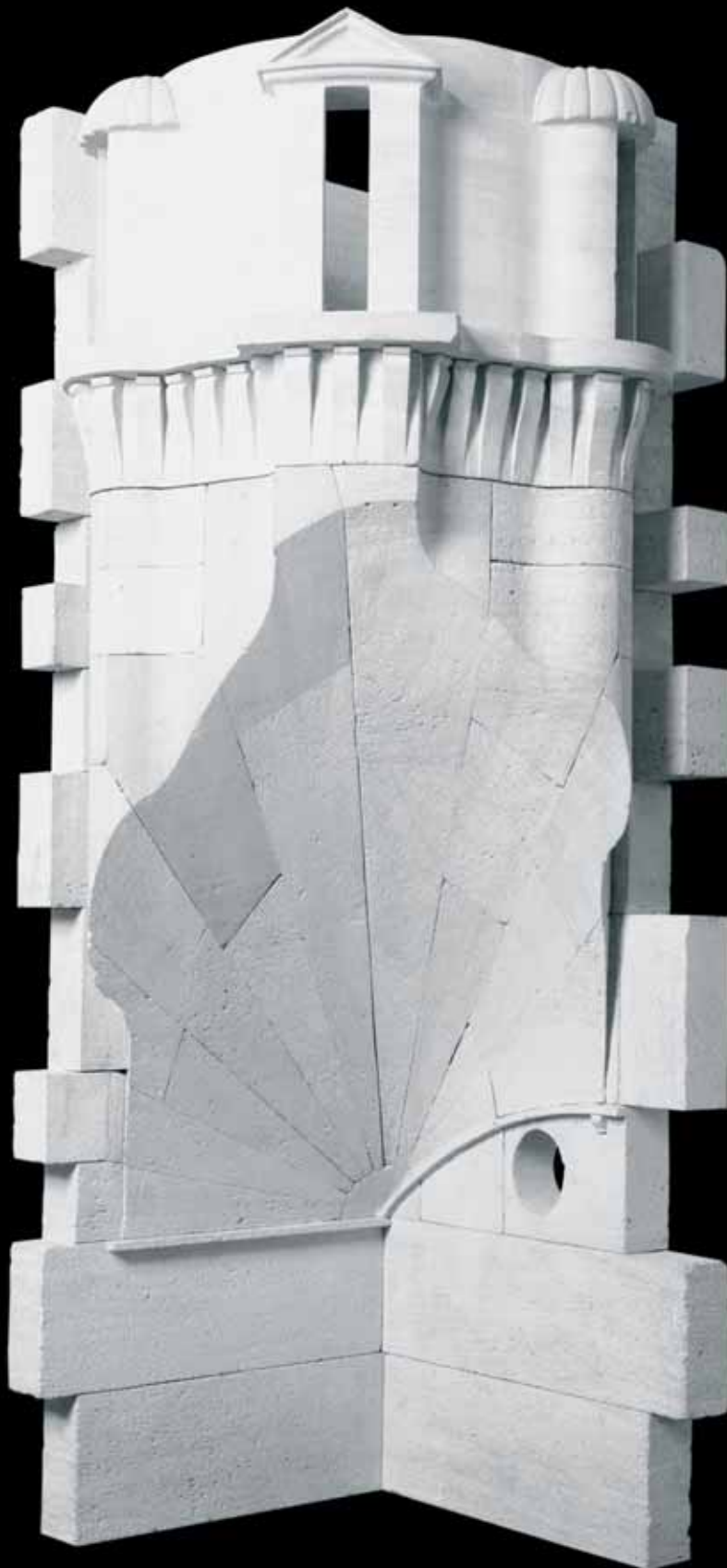
Dimensioni

Lunghezza: 100 cm, Profondità: 90 cm,

Altezza: 170 cm

Descrizione geometrica

La trompe dello studio del Re, del castello d'Anet, è considerata il paradigma della stereotomia francese, ideata da Philibert de l'Orme per Diane de Poitiers, amante del re Henry II. La trompe doveva essere terminata nel 1552, ma fu distrutta durante la Rivoluzione. Tale trompe è data dall'intersezione di un cilindroide verticale (la torre con la superficie increspata) a direttrice ondulata con un cono (intradosso della volta) la cui direttrice è un arco ribassato e rampante.



34

Trompe du cabinet du Roi, château d'Anet

Paris

Encombrement

Longueur: 100 cm, Profondeur: 90 cm,

Hauteur: 170 cm.

Description géométrique:

La trompe du cabinet du Roi, du château d'Anet, est considérée le paradigme de la stéréotomie française, inventée par Philibert de l'Orme pour Diane de Poitiers, amant du roi Henry II. La Trompe devait être terminée en 1552, mais elle fut détruite pendant la Révolution. Cette trompe est formée par l'intersection d'un cylindroïde verticale (la tourelle avec surface ondulée) de directrice ondulée avec un cône (intrados de la voûte) dont la directrice est un arc surbaissé et rampant.



Le plan et traict de la
crompe d'Annet



Arco a tutto sesto a scarpa su pianta circolare

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 88 cm, Profondità: 43 cm,

Altezza: 58 cm

Descrizione geometrica

Questa apertura è un cilindro che penetra in un muro il cui paramento è da una parte a piombo e dall'altra a scarpa su pianta circolare o conica.



36

Arc plein cintre en talus sur plan circulaire

Nîmes

Encombrement

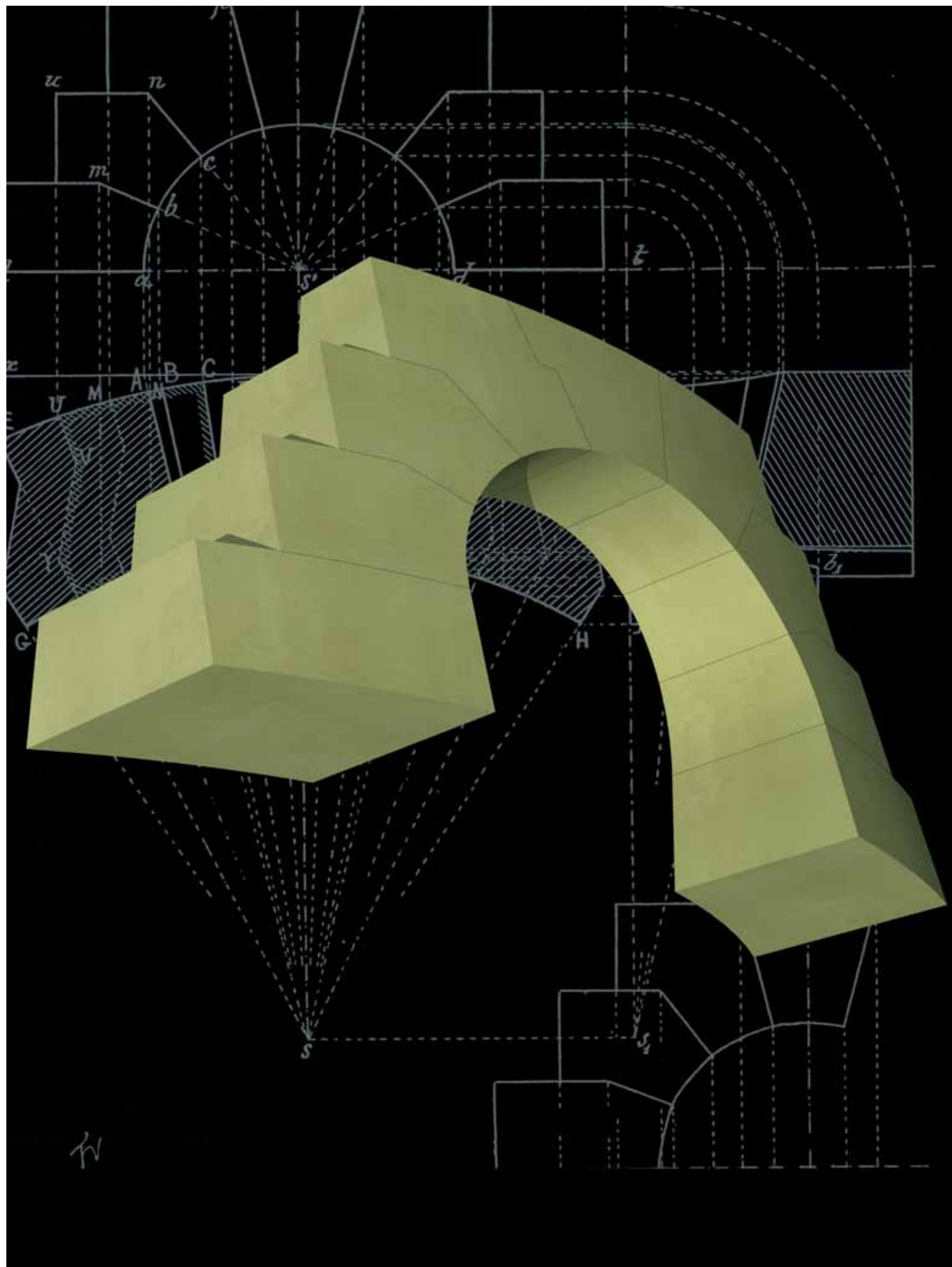
Longueur: 88 cm, Profondeur: 43 cm,

Hauteur: 58 cm.

Description géométrique:

Cette ouverture c'est un cylindre venant de pénétrer dans un mur, dont un parament est à plomb et l'autre en talus sur plan circulaire ou conique.





Arrière-Voussure di Marsiglia

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 92 cm, Profondità: 35 cm,
Altezza: 39 cm

Descrizione geometrica

Le arrière-voussures sono delle volte realizzate dietro una porta o una finestra per incorniciare il vano o aprirle più facilmente. Le arrière-voussures più note, rispetto alla geometria, sono: quella di Marsiglia, quella di Montpellier e quella di Saint-Antoine. La volta dell'arrière-voussure di Marsiglia è compresa tra un semicerchio ed un arco di cerchio (arco ribassato).



38

Arrière-Voussure de Marseille

Nîmes

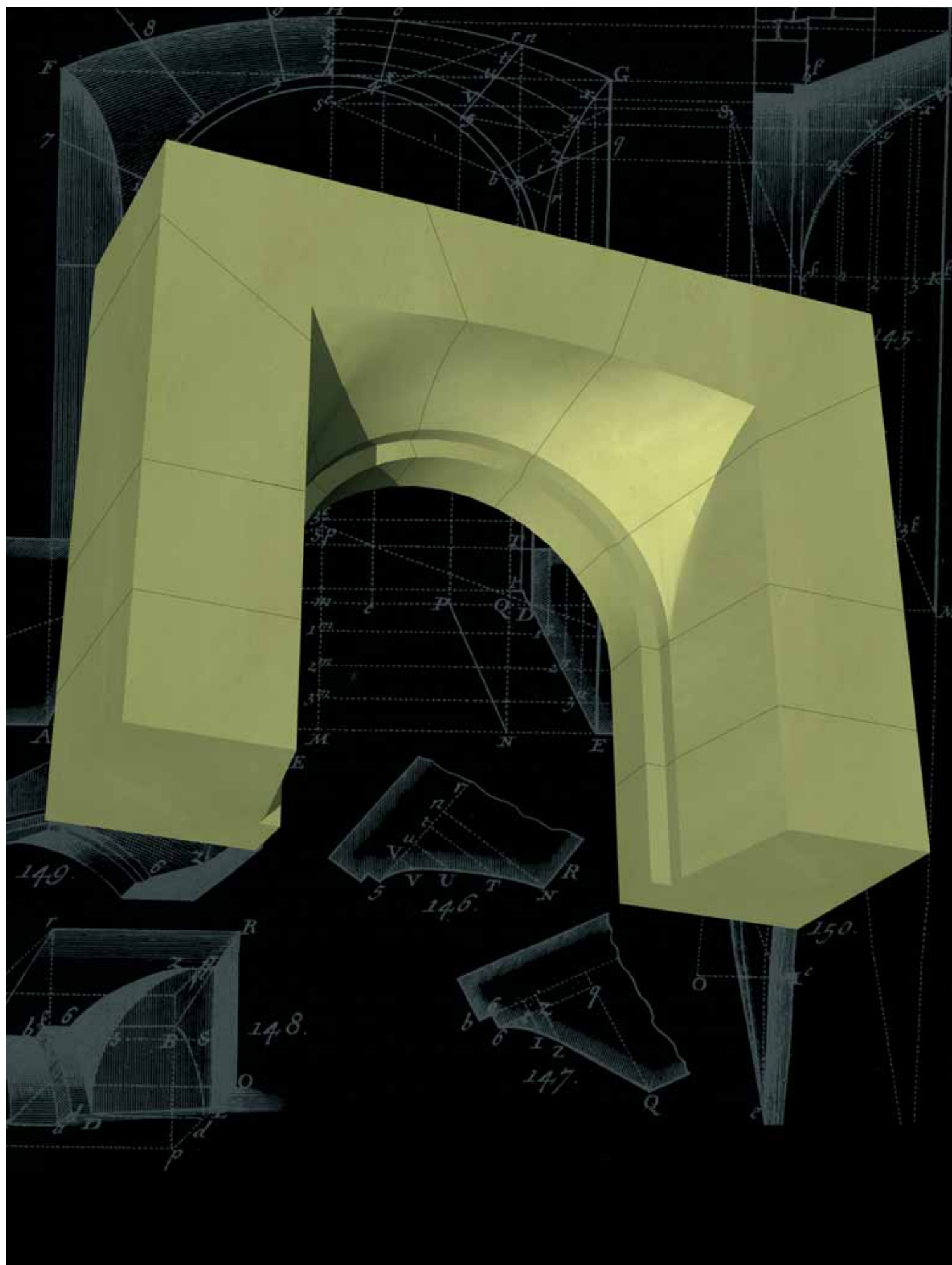
Encombrement

Longueur: 92 cm, Profondeur: 35 cm,
Hauteur: 39 cm.

Description géométrique:

Les arrière-voussures sont des voûtes pratiquées derrière une porte ou une fenêtre pour couronner l'embrasure ou les ouvrir avec plus de facilité. Les arrière-voussures les plus connues, par rapport à la géométrie, sont: celle-là de Marseille, celle-là de Montpellier et celle-là de Saint Antoine. La voussure de l'arrière-voussure de Marseille est comprise entre un demi-cercle et un arc de cercle (un arc surbaissé).





Arrière-Voussure di Montpellier

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 82 cm, Profondità: 20 cm,
Altezza: 40 cm

Apertura dell'arco: 40 cm, Apertura
sulla strombatura: 53 cm

Descrizione geometrica

La volta dell'arrière-voussure di
Montpellier è compresa tra un
semicerchio ed una linea retta; cioè la
faccia esterna è un arco a tutto sesto
e la faccia interna è apparecchiata a
piattabanda.



40

Arrière-Voussure de Montpellier

Nîmes

Encombrement

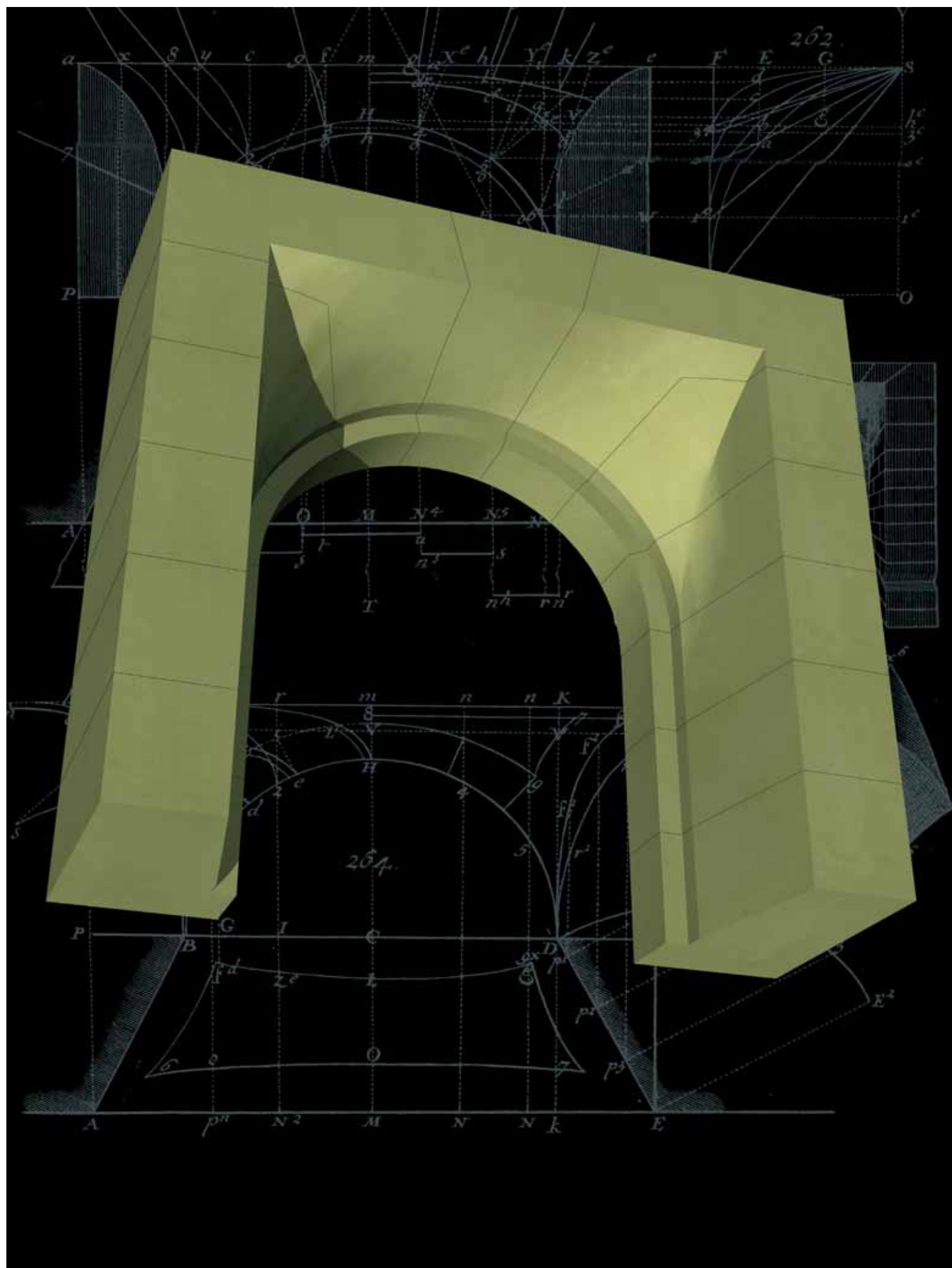
Longueur: 67 cm, Profondeur: 26 cm,
Hauteur: 31 cm

Ouverture de l'arc: 40 cm, Ouverture
sur l'ébrasement: 53 cm.

Description géométrique:

La voussure de l'arrière-voussure de
Montpellier est comprise entre un
demi-cercle et une ligne droite; c'est-
à-dire que la face extérieure est un
arc plein-cintre et la face intérieure est
appareillée en plate-bande.





Arrière-Voussure di Saint Antoine

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 82 cm, Profondità: 20 cm,
Altezza: 40 cm, R: 5,5 cm

Descrizione geometrica

La volta dell'arrière-voussure di Saint-Antoine è una specie di nicchia a semicatino, il cui obiettivo è piuttosto il decoro che l'utilità. Essa è stata immaginata da Clement Metezeau, architetto di Louis XIII, per decorare la facciata della porta Saint Antoine verso la città. Questa arrière-voussure serve a raccordare un arco a tutto sesto con una piattabanda.



42

Arrière-Voussure de Saint Antoine

Nîmes

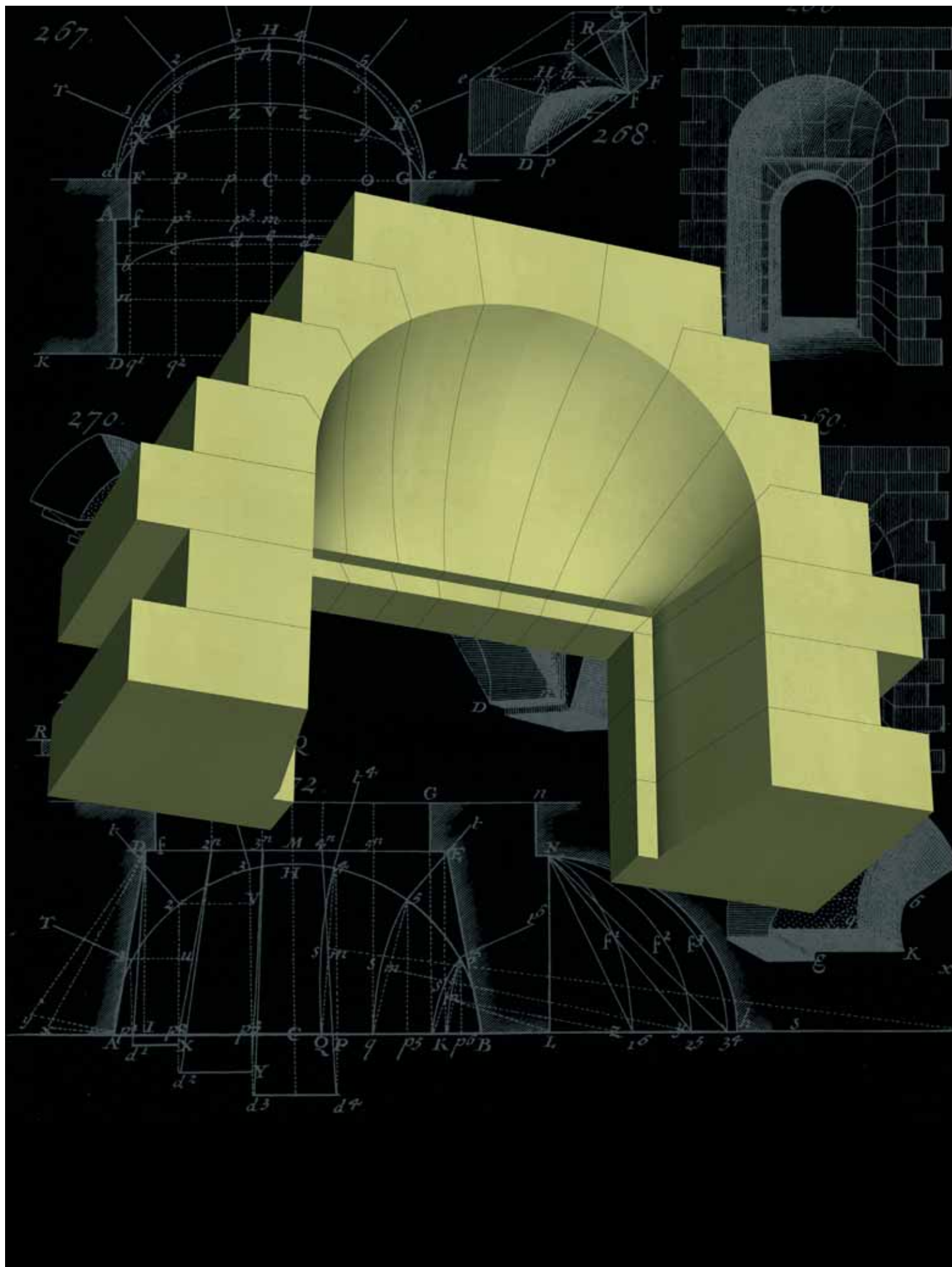
Encombrement

Longueur: 82 cm, Profondeur: 20 cm,
Hauteur: 40 cm, R: 5,5 cm.

Description géométrique:

La voussure de l'arrière-voussure de Saint Antoine est un espèce de niche en cul-de-four, dont l'objet est plutôt la décoration que l'utilité. Elle a été imaginée par Clement Metezeau, architecte de Louis XIII, pour décorer la face de la porte Saint Antoine qui regardait la ville. Cette arrière-voussure sert à raccorder un arc plein-cintre avec une plate-bande.





Passaggio obliquo il cui arco di testa forma un arco policentrico (3 centri)

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 70 cm, Profondità: 28 cm,

Altezza: 37 cm

Apertura dell'arco: 40 cm, Freccia: 16 cm, Angolo: 120°

Descrizione geometrica

L'apertura di quest'arco è disposta in senso obliquo rispetto al paramento esterno. L'arco detto anse de panier è una curva ribassata la cui altezza è minore del suo semi-diametro orizzontale. Un arco obliquo è detto biais passé o corne de vache double (parché le proiezioni verticali interna ed esterna hanno la forma di un corno di vacca tronco).



44

Biais passé dont l'arc de tête forme une anse de panier (3 centres)

Nîmes

Encombrement

Longueur: 70 cm, Profondeur: 28 cm,

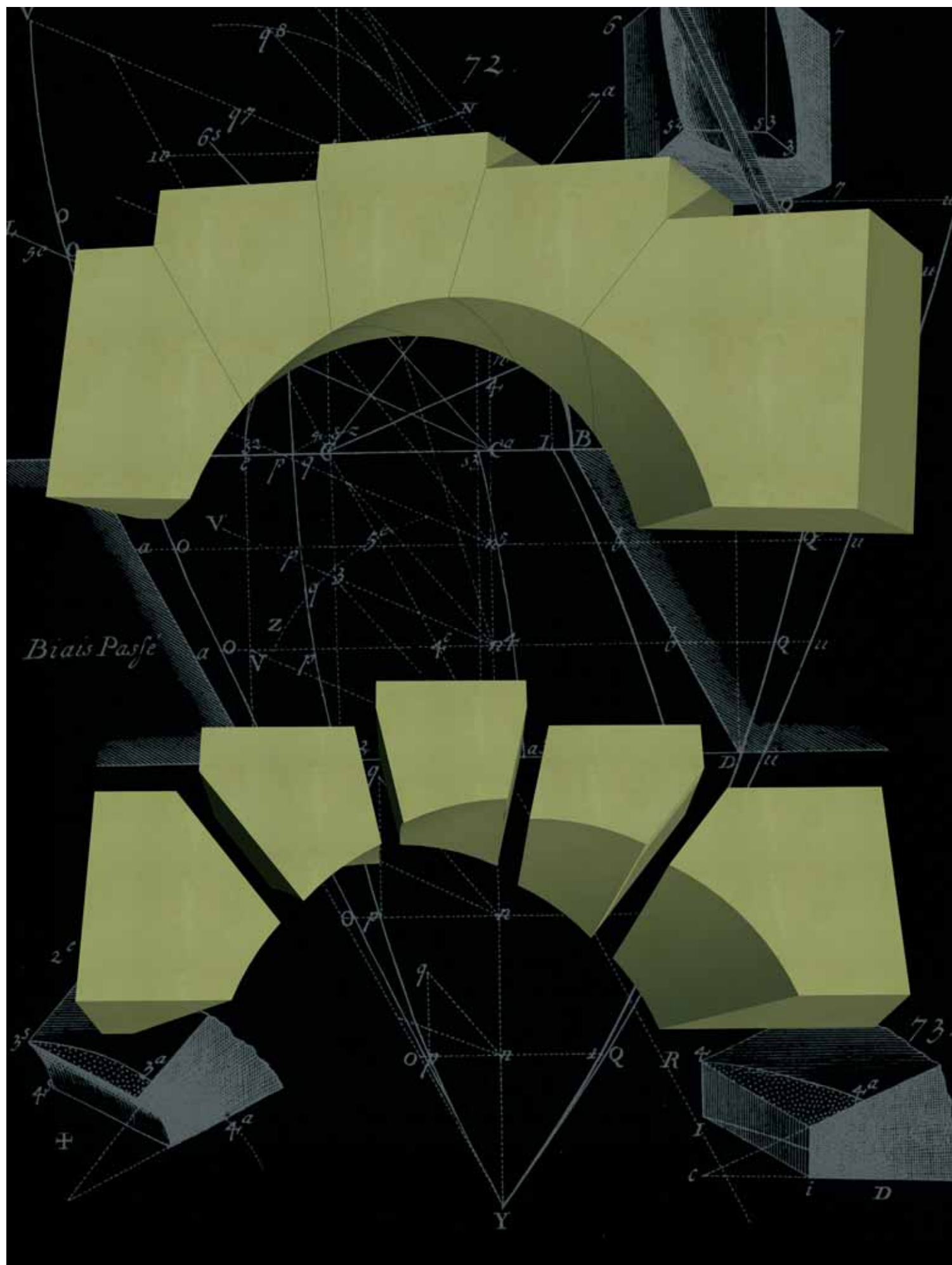
Hauteur: 37 cm.

Ouverture de l'arc: 45 cm, Flèche: 16 cm, Angle: 120°

Description géométrique:

L'ouverture de cet arc est dirigée dans un sens oblique sur le parement extérieur. L'arc dit anse de panier est un courbure surbaissée dont la hauteur est moindre que son demi-diamètre horizontal. Un arc biais est dit biais passé ou corne de vache double (parce que les projections verticales intérieure et extérieure ont la forme d'une corne de vache tronquée).





Lunetta conica all'interno di una torre rotonda

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 93 cm, Profondità: 46 cm,

Altezza: 40 cm

Apertura maggiore: 43 cm, Apertura minore: 31 cm

Descrizione geometrica

La lunetta è un piccolo foro voltato praticato nella volta a botte o in un muro. Questa apertura è un cono che penetra in un muro i cui paramenti, interno ed esterno, sono cilindrici.



46

Lunette conique dans une tour ronde

Nîmes

Encombrement

Longueur: 93 cm, Profondeur: 46 cm,

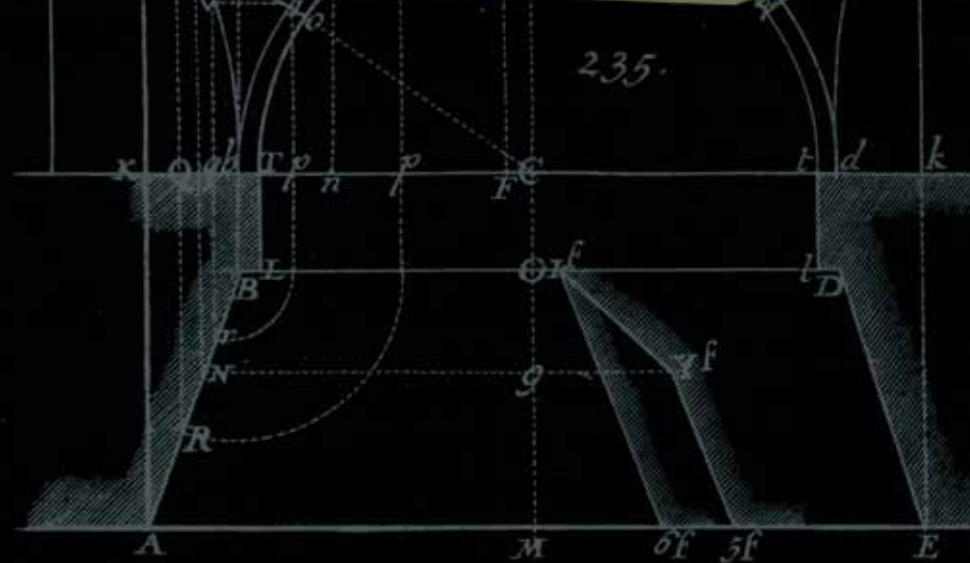
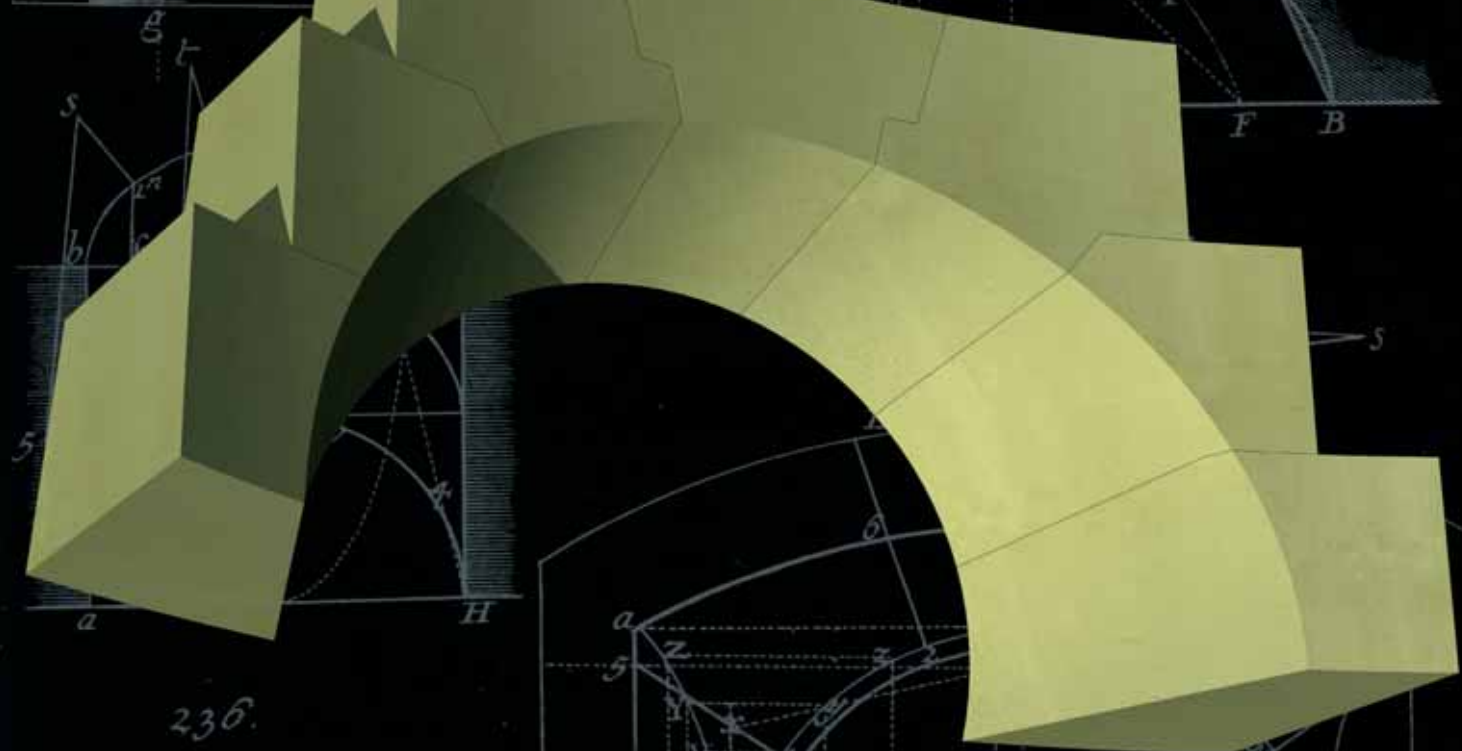
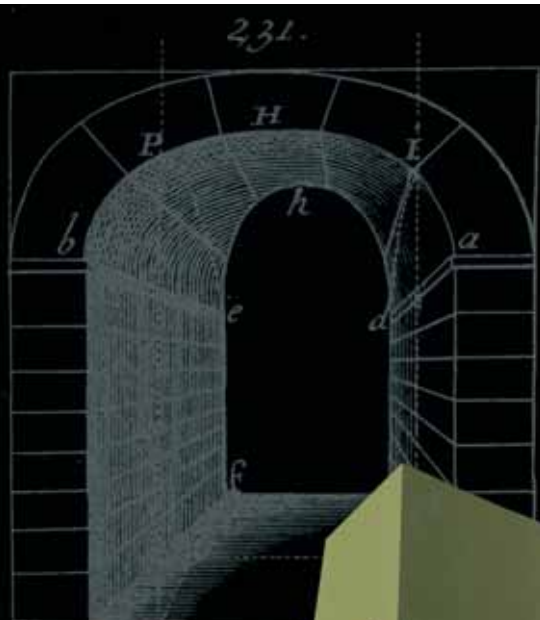
Hauteur: 40 cm

Grande ouverture: 43 cm Petite ouverture: 31 cm

Description géométrique:

La lunette est un petite baie voûtée pratiquée dans le berceau d'un voûte ou d'un mur. Cette ouverture c'est un cône venant de pénétrer dans un mur, dont les parements, intérieur et extérieur, sont cylindriques.





Piattabanda sull'angolo

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 107 cm, Profondità: 450 cm,

Altezza: 52 cm

Apertura: 50 cm, Angolo: 120°

Descrizione geometrica

La piattabanda è una volta retta e piana, orizzontale o rampante, che serve da architrave e da chiusura ad una porta, finestra o a qualsiasi altro foro, come architrave sulle colonne.

In questo caso la piattabanda è un'apertura su un angolo di 120° in un muro a piombo.



48

Plate-bande sur le coin

Nîmes

Encombrement

Longueur: 107cm, Profondeur: 50 cm,

Hauteur: 52 cm.

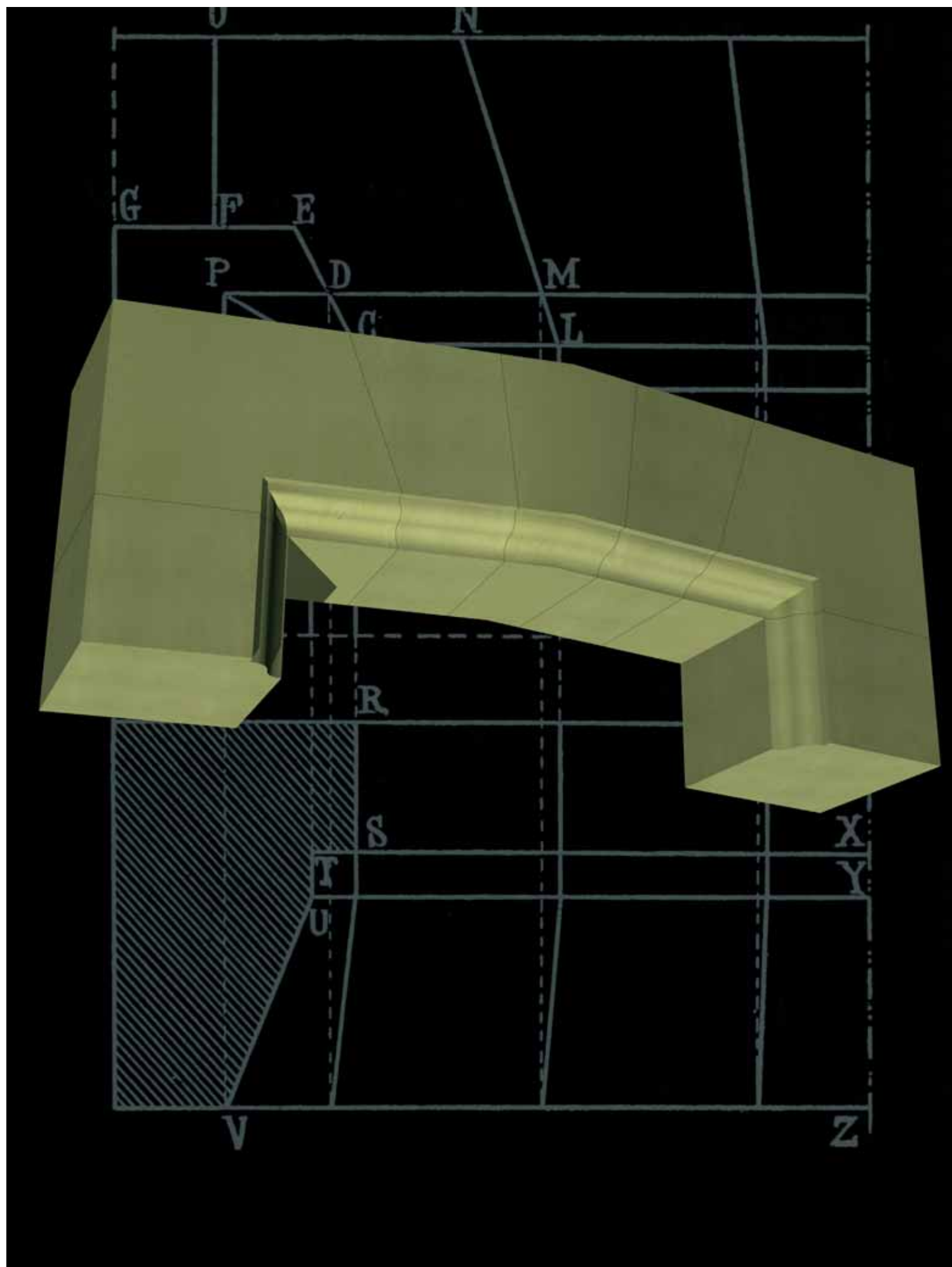
Ouverture: 50 cm Angle: 120°

Description géométrique:

La plate-bande est un voûte droite et plane, de niveau ou rampante, qui sert de linteau et de fermeture à un porte, fenetre ou à quelconque baie, comme architrave sur les entrecolonnements.

Dans ce cas la plate-bande est une ouverture sur un angle de 120° dans un mur à plomb.





Lunetta cilindrica all'interno di un muro conico

Nîmes

Dimensioni

Lunghezza: 75 cm, Profondità: 40 cm,

Altezza: 60 cm

Diametro dell'apertura: 26 cm,
diametro della base del cono: 80 cm

Descrizione geometrica

La lunetta è un piccolo foro voltato praticato nei fianchi di una volta o in un muro. Questa apertura è un cilindro che penetra in un muro i cui paramenti, interno ed esterno, sono conici.



50

Lunette cylindrique dans un mur conique

Nîmes

Encombrement

Longueur: 75 cm, Profondeur: 40 cm,

Hauteur: 60 cm.

Diamètre ouverture : 26 cm Diamètre du
cône à la base: 80 m Petit diamètre du
cône: 56

Description géométrique:

La lunette est un petite baie voûtée pratiquée dans les cotés d'un voûte ou d'un mur. Cette ouverture c'est un cylindre venant pénétrer dans un mur, dont les paramentes interieur et exterieur sont coniques.





2.2.

Tradizione e innovazione nella progettazione/costruzione dell'architettura: ruolo del 'modello' e attualità della stereotomia

Claudio D'Amato
Giuseppe Fallacara

Parigi, il 4 dicembre 1643.
Con la grazia ed il privilegio del Re è permesso a Jacques Curabelle, di far stampare, e vendere presso l'Editore e Libraio che gli sembrerà adatto, un Corso d'Architettura da lui composto, diviso in quattro tomi, il primo dei quali contiene la stereotomia, o sezione dei solidi, applicata al taglio delle pietre. (J. Curabelle, 1643)

De l'Orme, Courabelle, Desargues, Frézier

L'arte del taglio della pietra applicata all'architettura, atta alla determinazione rigorosa della conformazione geometrica dei concii in un sistema voltato, fu indicata per la prima volta da Jacques Courabelle in quest'opera col termine stereotomia. Probabilmente mutuata dall'unione di due parole greche (στερεο'ς solido e τομή' taglio), la stereotomia rappresentò per Curabelle l'astrazione colta di quella che per secoli si era tramandata come 'arte del tracciato geometrico'. Il metodo e la definizione del trait géométrique risalgono a circa un secolo prima, ad opera di Philibert de l'Orme che, nel 1567, denunciò la paternità di questo nuovo metodo

grazie “.. alla Geometria e a un gran lavoro d'ingegno...” [fig. 5, fig. 6] Curabelle, stimato come primo maestro tra gli 'apparecchiatori' e apprendisti dell'arte del taglio delle pietre nei cantieri, è passato alla storia quasi esclusivamente per aver severamente criticato il 'brogliaccio' (Brouillon project, Paris 1640, andato perso) del grande Girard Desargues, che teorizzando la possibilità d'individuare un metodo 'universale' per la soluzione di questioni proiettive legate sia alla pratica della prospettiva, che alla gnomonica e alla stereotomia, screditò di fatto tutta la serie di infinite 'ricette di cantiere' legate a forme massoniche di apprendimento iniziatico, utili alla costruzione. Con la disputa tra Desargues e Curabelle, tra teoria e pratica, l'accento si spostò sulla legittimità dei metodi e di conseguenza sullo status di chi li perseguiva. Per Curabelle era determinante il criterio di fattibilità, mentre per Desargues contava unicamente l'esattezza del ragionamento geometrico. Ma in realtà

52

Tradition et innovation dans le projet/construction d'architecture: rôle des 'modèles' et actualité de la stéréotomie

Claudio D'Amato
Giuseppe Fallacara

Paris, le 4 décembre 1643
Par grace & privilege du roy il est permis à Jacques Curabelle, de faire imprimer, & vendre par tel Imprimeur & Libraire que bon luy semblera, un Cours d'Architecture par luy composé, diuisé en quatre Tomes; Le premier desquels contient, La Stéréotomie, ou Section des solides, appliquée à la coupe des pierres, Et son appendix des quadrans, tant par rayon d'incidence, que de fraction & réflexion. (J. Curabelle, 1643)

De l'Orme, Curabelle, Desargues, Frézier

C'est dans cet ouvrage que Jacques Curabelle désigne, pour la première fois, l'art de la coupe des pierres appliquée à l'architecture par le terme de stéréotomie. Cet art avait pour but de déterminer rigoureusement la conformation géométrique des voussoirs dans un système voûté. Probablement composé de deux mots grecs (στερεο'ς solide et τομή' coupe) le terme 'stéréotomie' représenta pour Curabelle l'abstraction savante pour indiquer ce qui, pendant des siècles, avait été connu comme "art du trait géométrique". La méthode et la définition du trait géométrique remontait à environ un siècle avant, quand Philibert

de l'Orme, en 1567, s'attribua la paternité de cette nouvelle méthode : "l'en trouuay le traict & inuentay l'artifice en la dicte année mil cinq cens trentefix, par le moyen & ayde de Géométrie, & grand trauail d'esprit: le quel ie n'ay plainct depuis, ains pluftoft loué Dieu grandement, de ce que d'un seul traict, & seule façon de trompe, on les peult faire toutes. (P. de l'Orme, op. cit.. L. IV, cap. II, f. 91 r.)".

Curabelle, considéré comme premier maître par les "appareilleurs" et les apprentis de l'art de la coupe des pierres sur les chantiers est passé à la postérité presque exclusivement pour avoir critiqué sévèrement le "brouillon" (Brouillon project, Paris 1640, perdu) du grand Girard Desargues lequel, en théorisant la possibilité de déterminer une méthode "universelle" pour la solution des problèmes de projection liés aussi bien à la pratique de la perspective qu'à la gnomonique et à la stéréotomie, avait discrédité, dans les faits, les innombrables "recettes de chantier", utiles à la construction, transmises par

2. L'arte della stereotomia

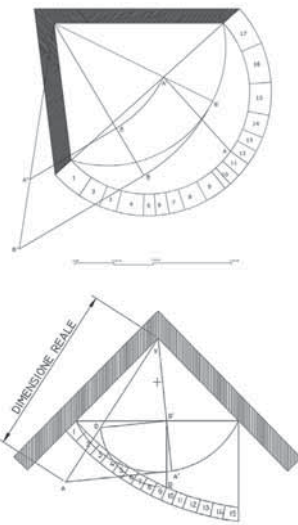
la stereotomia è di fatto figlia legittima sia della Teoria che della Pratica, entrambe al servizio dell'Architettura; ed è ormai storicamente acquisito che nella speculazione progettuale di Philibert de l'Orme, l'arte del taglio delle pietre assunse un valore colto universalmente riconosciuto. Ed è a Philibert de l'Orme che infatti si fa risalire l'origine dello studio della stereotomia, il cui seme, piantato nei libri terzo e quarto de Le Premier tome de l'architecture, si sviluppò costantemente sino alla metà del XVIII secolo. [fig. 7, fig. 8]

Tanto 'l'arte di tracciare linee' definita da de l'Orme, quanto 'l'arte stereotomica' codificata da Curabelle, pur non contenendo in sé riferimenti a materiali da costruzione, rappresentarono metodologie geometriche atte alla 'conquista' dello spazio tridimensionale, alla sua comprensione e rappresentazione razionale ai fini della costruzione dell'architettura. Le tecniche stereotomiche, che si sostanziano

les formes maçonniques d'apprentissage initiatique.

Avec la controverse entre Desargues et Curabelle, entre théorie et pratique, l'accent se déplaça sur la légitimité des méthodes et, en conséquence, sur le statut de celui qui les appliquait. Pour Curabelle, c'était le critère de faisabilité qui était déterminant tandis que pour Desargues ne comptait que l'exactitude du raisonnement géométrique.

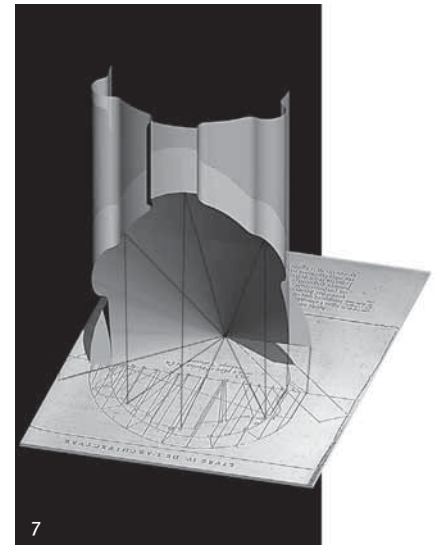
Mais, en réalité, la stéréotomie est de fait la fille légitime aussi bien de la Théorie que de la Pratique, mises ensemble au service de l'Architecture; et il est désormais historiquement acquis que c'est dans la spéculation conceptuelle de Philibert de l'Orme, que l'art de la coupe des pierres prit une connotation savante universellement reconnue. C'est en effet à Philibert de l'Orme qu'on fait remonter l'origine de l'étude de la stéréotomie, dont le germe, planté dans les livres III et IV du Premier tome de l'architecture, se développa de façon constante jusqu'à la moitié du XVIIIème siècle. [fig. 7, fig. 8] Aussi bien " l'art de tracer des



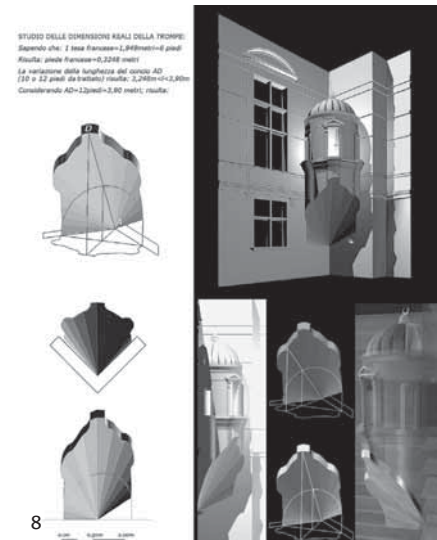
5



6



7



8

5. Le trompe della galerie de l'hôtel Bullioud (P. Delorme, 1536) a Lione, Francia: traits géométriques delle due trompe di sinistra (in alto) e di destra (in basso)
Les trompes de la galerie de l'hôtel Bullioud (P. Delorme, 1536) à Lyon, France: traits géométriques des deux trompes à gauche (en haut) et à droite (en bas)
6. Le trompe della galerie de l'hôtel Bullioud (P. Delorme, 1536) a Lione, Francia: modello di insieme, sovrapposizione virtuale-reale
Le trompe de la galerie de l'hôtel Bullioud (P. Delorme, 1536) à Lyon, France: modèle d'ensemble, superposition virtuelle-réelle

7. Trompe d'Anet (P. Delorme, 1552): modello della trompe con convergenza in un punto delle superfici intra/estradosale della volta
Trompe d'Anet (P. Delorme, 1552): modèle de la trompe avec convergence dans un point des surfaces intra/extradosale de la voûte
8. Trompe d'Anet e Cabinet du Roi (P. Delorme, 1552): modello d'insieme e rappresentazione proporzionale
Trompe d'Anet et Cabinet du Roi (P. Delorme, 1552): modèle d'ensemble et représentation proportionnel

2. L'art de la stéréotomie

nell'asportazione di materia, contribuirono alla migliore definizione dell'architettura sia in legno che in pietra. [fig. 9]

Con l'apparizione de *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois...* di Amédée-François Frézier, il processo evolutivo teorico sulla stereotomia, partito dalla realtà costruttiva del cantiere rinascimentale, raggiunse il suo compimento. L'impianto scientifico della disciplina stereotomica assimilò ed implementò le categorie tecniche vitruviane che, nel lavoro di Frézier, furono strutturate in: tomomorfia, tomografia, stereografia (ichnografia, ortografia, epipedografia, goniografia); e tomotecnia, ovvero: studio delle curve ottenute come sezioni di solidi mediante superficie piana o curva; rappresentazione delle curve su superfici piane o curve; rappresentazione, misurazione e sviluppo, e infine determinazione delle sezioni più convenienti al taglio dei materiali da costruzione.

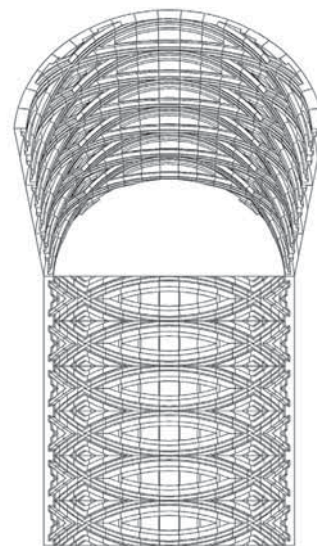
Natura dell'architettura stereotomica

La stereotomia si fonda su tre 'principi-invarianti' caratterizzanti e imprescindibili nella definizione d'architettura stereotomica:

- invariante prefigurativo, ovvero la capacità di suddividere un continuo architettonico in opportune parti (apparecchiatura);
- invariante tecnico-geometrico, ovvero la capacità di definizione geometrica puntuale dell'elemento concio (tecnica proiettiva);
- invariante statico, ovvero la capacità di assicurare l'equilibrio meccanico del sistema architettonico giuntato a secco (meccanica dei corpi rigidi).

In base all'esistenza di questi tre parametri (combinabili in ordine casuale) è possibile definire un filtro selettivo, atto a discernere le generiche architetture in pietra da quelle di natura stereotomica, viste come speculazione estrema dell'architettura in pietra. [fig. 10, fig. 11]

L'invariante meccanico fu enfatizzato da Charles Perrault secondo la definizione



9



10

lignes” défini par de l’Orme, que “l’art stéréotomique” codifié par Curabelle, bien que ne faisant aucune référence spécifique aux matériaux de construction, constituèrent des méthodologies géométriques en mesure de “conquérir” l’espace tridimensionnel, sa compréhension et sa représentation rationnelle aux fins de la construction de l’architecture. Les techniques stéréotomiques, concrétisées par la soustraction de matériau, concoururent à définir aussi bien l’architecture en bois qu’en pierre. [fig. 9]

Avec la parution de *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois...* d’Amédée-François Frézier, le processus d’évolution théorique de la stéréotomie, parti de la réalité constructive du chantier de la Renaissance, atteignit son apogée. Fondée scientifiquement sur les catégories techniques Vitruviennes, la stéréotomie était organisée dans l’ouvrage de Frézier dans les parties suivantes: tomomorphie, tomographie, stéréographie (ichnographie,

orthographie, épipédographie, goniographie) ; et tomotecnie, c’est-à-dire : étude des courbes obtenues comme sections de solides au moyen des surfaces planes ou courbes ; représentation des courbes sur des surfaces planes et courbes ; représentation, mesures et développement et, enfin, détermination des sections les plus utiles à la coupe des matériaux de construction.

Nature de l'architecture stéréotomique

Pour définir une architecture stéréotomique, trois “principes-invariants” sont indissociables:

- l’invariant préfiguratif, c’est-à-dire la capacité de subdiviser un continu architettonique en parties opportunes (appareillage);
- l’invariant technico-géométrique, c’est-à-dire la capacité de définition géométrique ponctuelle de l’élément voussoir (technique de projection) ;
- l’invariant statique, c’est-à-dire la capacité d’assurer l’équilibre mécanique du système architettonique joint à sec

9. Volta a botte con motivo intradosale ad intreccio (P. Delorme): vista prospettica e ipografia

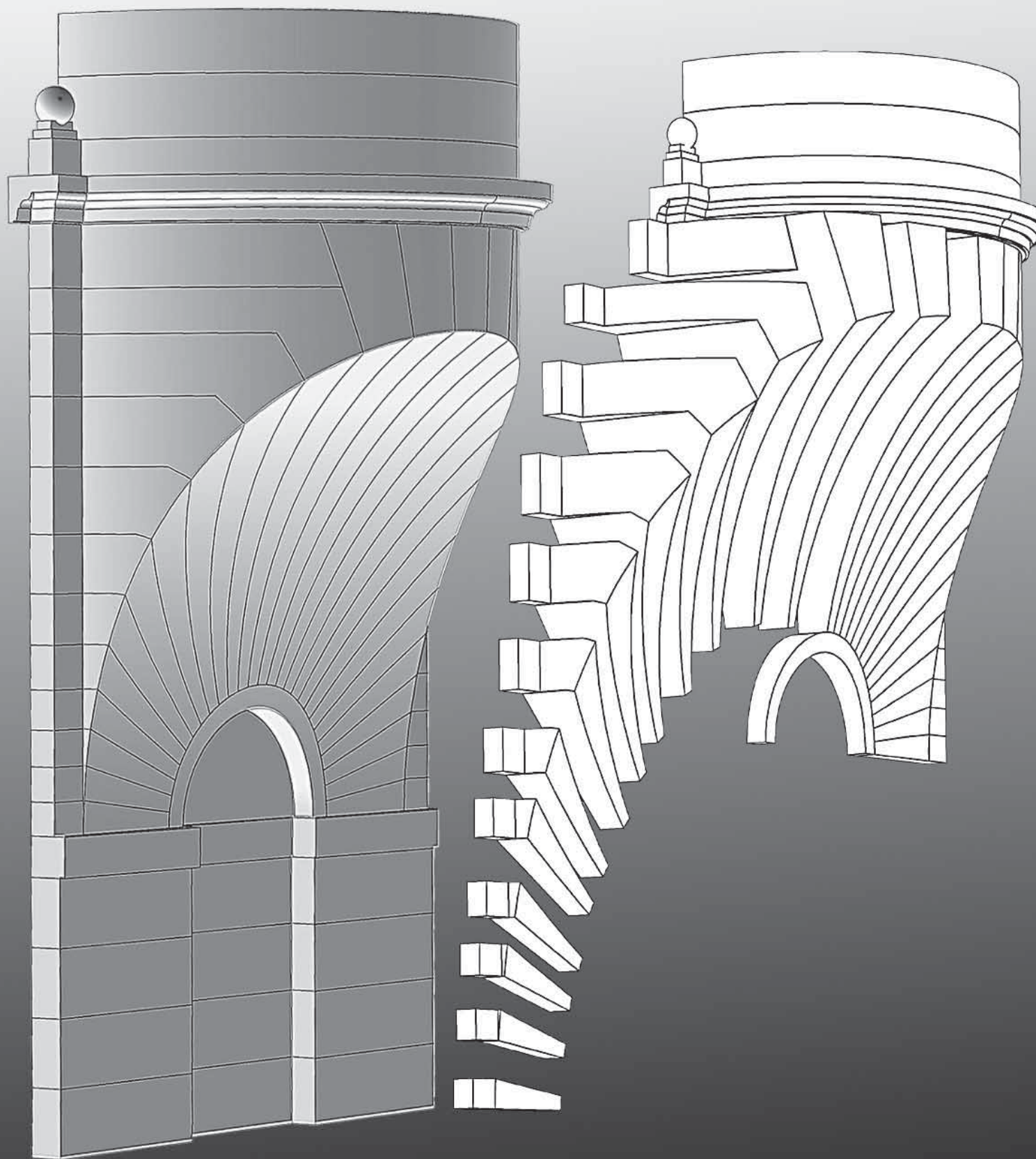
Voûte en berceau avec motif intradosal à entrelacs (P. Delorme): vue en perspective et hypographie

10. Trompe nell'abside della chiesa del Saint-Sulpice (Charles de Wailly, 1774), Parigi

Trompe dans l'abside de l'église Saint-Sulpice (Charles de Wailly, 1774), Paris

11. Trompe nell'abside della chiesa del Saint-Sulpice (Charles de Wailly, 1774), Parigi: modello di insieme e apparecchiatura

Trompe dans l'abside de l'église Saint-Sulpice (Charles de Wailly, 1774), Paris: modèle d'ensemble et appareillage



a lui attribuita (così come riferito da Jean-Marie Pérouse de Montclos⁵), per cui la stereotomia è l'arte "...di servirsi del peso stesso della pietra per farla sostenere in alto dalla stessa forza che la farebbe cadere in basso..." ("...de se servir de la pesanteur de la pierre contre elle-même et de la faire soutenir en l'air par le même poids qui fait tomber...").

C. F. A. Leroy⁶ è illuminante a tal proposito: "Tuttavia non bisogna credere che quest'arte si riduca al lavoro manuale del compagno che taglia la pietra o il legno, al fine di realizzare dei pezzi il cui unico scopo è quello di unirsi ad altri, perché in prima istanza, l'ingegnere o l'architetto devono esaminare i vantaggi e gli svantaggi di una predeterminata volta, le possibilità di raccordarsi con opere preesistenti o composizioni complesse, le modalità di suddivisione in conci più convenienti atte ad assicurare la stabilità della costruzione e ad evitare gli effetti di spinte multiple; si dovrà inoltre comporre i diversi elementi

di una carpenteria in maniera da rendere gli assemblaggi invariabili, e soprattutto evitare che i carichi producano spinte nel vuoto. Non si intende, qui, il calcolo delle dimensioni degli elementi, e neanche dei piedritti o alle reni delle volte, considerando che queste ultime condizioni rientrano nei corsi di costruzione e non nei problemi di stereotomia propriamente detta".

La visione analitica di Gaspard Monge

Dalla prima impostazione delormiana della disciplina fortemente legata alla prefigurazione architettonica, attraverso una serie di aggiustamenti teorico-metodologici circa l'ordine degli argomenti da esporre ed il metodo scientifico più opportuno da utilizzare, si giunse alla codifica analitica ad opera di Gaspard Monge, autore del volume *Géométrie descriptive. Leçons données aux École Normales l'an 3 de la République*, Paris. Monge, pur avendo il merito di aver sistematizzato teoricamente la tecnica della rappresentazione, pose le basi di una

visione specialistica ed autonoma della disciplina stereotomica, lontana dalla visione organica delormiana in cui architettura, scienza e costruzione non erano mai scisse. J. Chaix⁷ sostiene che: "La stereotomia è l'arte di tagliare i corpi solidi e, più specificamente, la pietra ed il legno. Essa si divide quindi molto semplicemente in due parti: la stereotomia della pietra o taglio delle pietre; la stereotomia del legno o carpenteria. Essa si basa sui metodi generali della geometria descrittiva, benché, in realtà, questa ultima nasce dalla prima. Prima che Monge creasse la geometria descrittiva, i carpentieri e gli apparecchiatori utilizzavano, in effetti, il metodo proiettivo per determinare le forme e le dimensioni degli assemblaggi di pezzi di legno o i letti di contatto di conci di pietra". Questo brano riporta ciò che in maniera più diretta qualche anno prima riferiva C. F. A. Leroy, ossia: "È molto probabile che gli antichi costruttori, e soprattutto i carpentieri, a cui l'uso frequente del filo a piombo restituisce un'idea più

56

(mécanique des corps rigides). L'existence de ces trois paramètres, qu'on peut combiner dans n'importe quel ordre, constitue le critère sélectif afin de distinguer les architectures stéréotomiques de celles en pierres en général, dont la première représente la spéculation extrême. [fig. 10, fig. 11] Charles Perrault, selon la définition que Jean-Marie Pérouse de Montclos⁵ lui a prêtée, mit l'accent sur l'invariant mécanique dans sa définition de la stéréotomie puisqu'elle serait l'art "(de se servir de la pesanteur de la pierre contre elle-même et de la faire soutenir en l'air par le même poids qui fait tomber)".

Mais à ce propos, C. F. Leroy⁶ est clair: "Toutefois, il ne faut pas croire que cet art se réduise au travail manuel du compagnon qui taille la pierre ou le bois, pour en tirer des pièces qui n'ont plus qu'à être assemblées ou disposées les unes au-dessus des autres; car, auparavant, l'Ingénieur ou l'Architecte doit examiner les avantages et les inconvénients de telle forme de

voussure, les raccords qu'elle devra présenter avec d'autres ouvrages préexistants ou simultanés, le mode de division en voussoirs qui sera le plus propre à assurer la stabilité des constructions et à empêcher les effets du tassement; il doit encore combiner les diverses pièces d'une charpente de manière à rendre les assemblages invariables, et à éviter que la charge ne produise de poussée au vide. Je ne parle pas du calcul des dimensions qu'il faut donner à ces pièces, non plus qu'aux pieds-droits ou aux reins d'une voûte, attendu que ces dernières conditions peuvent être regardées comme plus spécialement relatives à un cours de constructions qu'au problème de stéréotomie proprement dit."

La vision analytique de la discipline de Gaspard Monge

De la première organisation delormienne fortement liée à la préfiguration architectonique, en passant par un

ensemble d'ajustements théorico-méthodologiques concernant l'ordre des arguments à exposer et la méthode scientifique la plus pertinente à employer, on arrive à la codification analytique de Gaspard Monge, auteur de l'ouvrage *Géométrie descriptive. Leçons données aux écoles normales l'an 3 de la République*, Paris. Ce dernier, tout en ayant le mérite d'avoir organisé théoriquement la technique de la représentation, posa les bases d'une vision spécialiste et autonome de la discipline stéréotomique, antinomique de la vision organique delormienne dans laquelle architecture, science et construction n'étaient jamais disjointes. J. Chaix⁷ explique que: "La stéréotomie est l'art de tailler les corps solides et, plus spécialement, la pierre et le bois. Elle se divise donc tout naturellement en deux parties:

La stéréotomie de la pierre ou coupe des pierres;

La stéréotomie du bois au charpente. Elle est basée sur les méthodes générales de la géométrie descriptive,

esatta delle linee proiettanti, abbiano per primi utilizzato il metodo delle proiezioni per determinare la forma esatta degli assemblaggi lignei o delle facce dei conci lapidei...”

La disciplina stereotomica: sue origini e codificazioni

La disciplina stereotomica, sorta da processi di scambio diacronico e sincronico tra le lavorazioni del legno e della pietra, si affermò come sapere autonomo e ben codificato solo con lo sviluppo della geometria proiettiva. Charpentérie e Stéréotomie sono declinazioni di un mestiere fondato sull'arte del tracciato geometrico, vera anima dell'arte del costruire. In tutti i trattati storici della disciplina, l'art du trait géométrique è sinonimo di taglio della pietra o del legno. Quindi più che parlare di termini dialetticamente opposti nell'arte del costruire, bisognerebbe parlare di esiti rappresentativi differenti. La stereotomia, come la carpenteria, dà luogo ad architetture formalmente

differenti ma legate da un sentire comune, da pari regole, da una geometria imprescindibile. Varie ipotesi sono state fatte circa l'origine della stereotomia: taluni sostengono il primato autoctono in Francia; altri la sua 'importazione' da culture orientali. Secondo l'opinione di Viollet-le-Duc, la sua nascita nel mondo occidentale si deve all'ammirazione dei viaggiatori cristiani per i modelli della costruzione siriana, portati dall'Oriente all'Occidente dai Crociati. C. J. Toussaint⁸ sostiene che: “Esistono poche opere moderne sul taglio delle pietre; l'antichità non ne ha lasciate alcuna. I Greci ed i Romani hanno ignorato questa arte; il medioevo, che ha prodotto delle bellissime opere gotiche, l'ha praticata, ma nessun autore di quei tempi ha avuto l'idea di riunire i dati messi in pratica dai suoi grandi artisti, inconsci della loro geniale fantasia, al fine di determinare in maniera precisa le regole della stereotomia. È al Rinascimento che siamo

riconoscenti di aver posto i principi che, dal sedicesimo secolo in poi, hanno diretto gli sforzi dei nostri grandi architetti moderni in una via certa e fertile di grandi concetti...”.

Secondo Jean-Marie Pérouse de Montclos⁹ la stereotomia moderna francese assorbì l'insegnamento delle 'antichità nazionali' della Francia provenzale: il Pont du Gard, il tempio di Diana e le arene di Nîmes e Arles ne rappresentarono il moderno epicentro stereotomico (vale la pena ricordare che la volta a botte elicoidale, la famosa vis de Saint-Gilles fu una specialità locale). [fig. 12, fig. 13]

La tipologia 'moderna' dello spazio voltato si rifece quasi totalmente alle architetture lapidee del periodo romanico, epoca di transizione a cavallo tra il mondo antico e quello gotico. Nell'architettura romanica è infatti possibile riconoscere tutti i proto-modelli dell'architettura stereotomica moderna (volte a botte, a crociera, volte elicoidali, ecc.), che introdusse attraverso il disegno la capacità di

bien que, en réalité, celle-ci soit née de celle-là. Avant que Monge eut créé la géométrie descriptive, les charpentiers et les appareilleurs employaient, en effet, la méthode des projections pour déterminer les formes et dimensions des assemblages des pièces de bois ou des faces des pierres.”.

Ce passage reprend de façon plus directe ce que C. F. Leroy affirmait quelques années auparavant : “Il est bien probable que les anciens constructeurs, et surtout les charpentiers, à qui l'usage fréquent du fil à plomb donne des idées plus justes sur les lignes projetantes, avaient employé dès l'origine la méthode des projections pour déterminer la forme exacte que devaient offrir les faces des voussoirs ou les assemblages des pièces de bois; mais ce n'était que d'une manière instinctive, et par des procédés particuliers à chaque question”.

La discipline stéréotomique : ses origines et ses codifications

La discipline stéréotomique, issue d'un processus d'échange diachronique et

synchronique entre le travail du bois et celui de la pierre, s'affirma comme savoir autonome et bien codifié seulement avec le développement de la géométrie des projections. Charpenterie et stéréotomie sont les déclinaisons d'un métier fondé sur l'art du trait géométrique, âme véritable de l'art de construire. Dans tous les traités historiques de la discipline, l'art du trait géométrique est synonyme de coupe de la pierre ou du bois. Il vaudrait donc mieux parler de résultats représentatifs différents plutôt que de termes dialectiquement opposés dans l'art de construire. La stéréotomie, comme la charpenterie, donnent lieu à des architectures formellement différentes mais liées par une façon de sentir commune, par les mêmes règles, par une géométrie indispensable. Différentes hypothèses ont été émises sur l'origine de la stéréotomie : certains soutiennent un primat autochtone français ; d'autres son importation depuis les cultures orientales. Selon l'opinion de Viollet-le-Duc, sa naissance dans le monde occidental est due à

l'admiration des voyageurs chrétiens pour les modèles de construction syriens, rapportés d'Orient à l'Occident par les croisés. C. J. Toussaint⁸ soutient que : “Il existe peu d'ouvrages modernes sur la Coupe des pierres ; les Anciens ne nous en ont laissé aucun. Les Grecs et les Romains ont ignoré cet art ; le moyen âge, qui a produit de si beaux spécimens gothiques, l'a pratiqué, mais aucun auteur de ce temps n'a eu l'idée de rassembler les données mises en pratique par ses grands artistes, inconscients de leur génie fantaisiste, pour déterminer d'une manière précise les règles de la stéréotomie. C'est à la Renaissance que nous sommes redevables d'avoir enfin posé des principes qui, depuis le XVIe, ont dirigé les efforts de nos grands architectes modernes dans une voie certaine, si fertile en grandes conceptions”. Selon Jean-Marie Pérouse de Montclos⁹, la stéréotomie moderne française absorba l'enseignement des “antiquités nationales” de la France provençale : le Pont du Gard, le temple de Diane

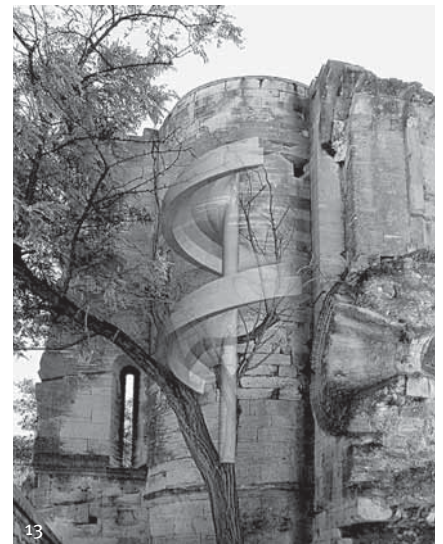
razionalizzare il processo costruttivo eliminando le approssimazioni medioevali.

La stereotomia in epoca moderna

La relazione tra periodo moderno e romanico fu garantita, almeno in Francia, dalla sopravvivenza in area provenzale sino al XIV secolo delle tradizioni costruttive romaniche. Le necessarie e inevitabili operazioni di restauro integrativo-ricostruttivo avallarono il perpetrarsi di una tecnica costruttiva rinvigorita da affinamenti tecnico-speculativi. I più grandi esponenti della stereotomia moderna francese si cimentarono in opere di restauro alternando soluzioni mimetiche a ricostruzioni identiche all'originale. Al fine di un'esatta comprensione della distanza tecnico-concettuale con l'arte gotica, risulta importante riflettere sulla natura ontologica dell'elemento cardine della sua architettura: la nervatura ogivale. La ricerca di uno stile nazionale, raggiungibile attraverso l'adozione

delle tecniche stereotomiche, emerge nella plasticità dei volumi, esplicitato nelle piegature e nelle curve spaziali nate da intersezioni di volumi.

L'organismo architettonico non risulta scomposto in nervature. Il concetto di continuità della superficie è in qualche modo negato dall'architettura gotica che si caratterizza nell'adozione della 'nervatura costolonata'. Questa rappresenta la negazione della soluzione stereotomica della curva spaziale letta specialmente nell'accostamento degli spigoli nei singoli conci. In luogo di un esatto disegno lapideo spaziale della curva d'intersezione (ad esempio, tra due o più volte a botte) esiste la nervatura costolonata piana (la cui traccia al suolo è sempre retta, di contro a quella curvilinea dell'intersezione spaziale) che 'cela' ogni problematica di natura stereotomica, creando la scissione tra elemento portato ed elemento portante. Attraverso i volumi di cui si costituiscono, gli spazi stereotomici moderni esaltano la plasticità delle



58

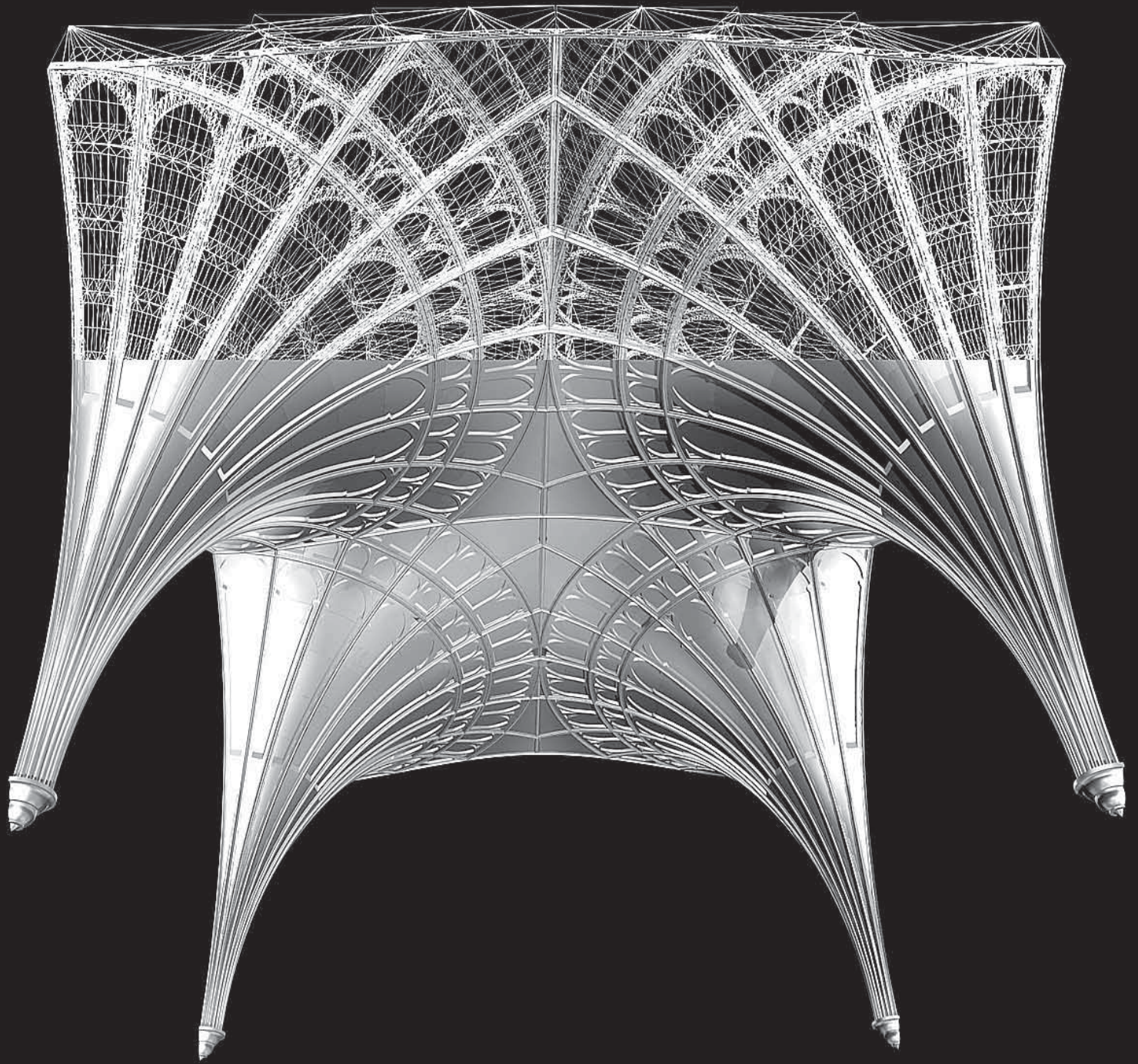
et les arènes de Nîmes et d'Arles représentèrent l'épicentre stéréotomique moderne (il vaut la peine de rappeler que la voûte en berceau hélicoïdale, la fameuse vis de Saint-Gilles fut une spécialité locale). [fig. 12, fig. 13] La typologie moderne de l'espace voûté s'inspire presque totalement des architectures en pierres de la période romane, époque de transition à cheval sur les mondes antique et gothique. C'est en effet dans l'architecture romane qu'il est possible de reconnaître tous les protomodèles de l'architecture stéréotomique moderne (voûtes en berceau, d'arêtes, hélicoïdales, etc.) qui introduisit, grâce au dessin, la possibilité de rationaliser les processus constructifs en éliminant les approximations médiévales.

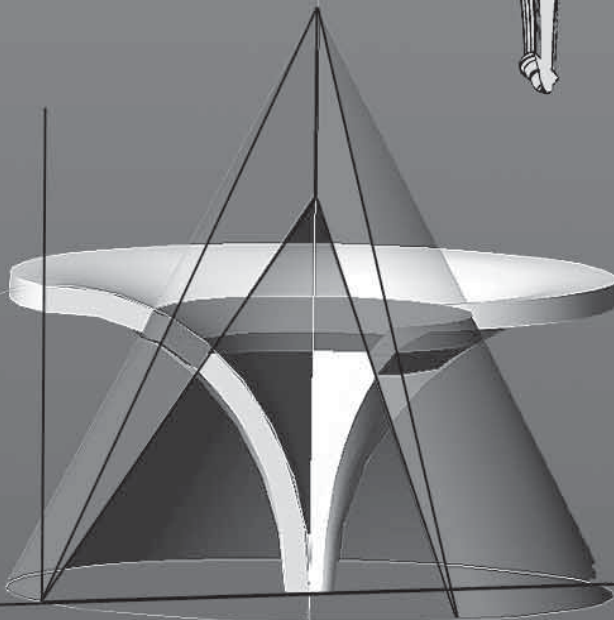
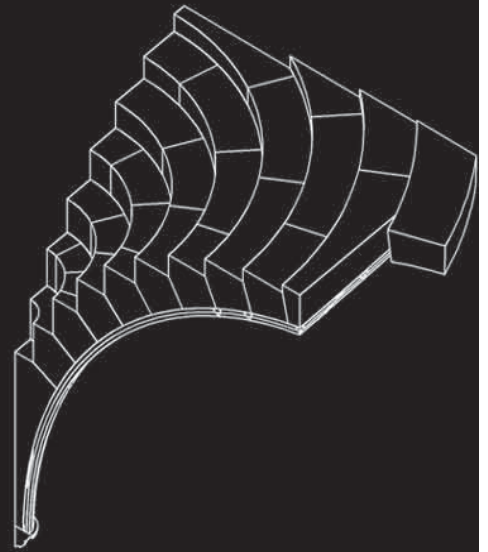
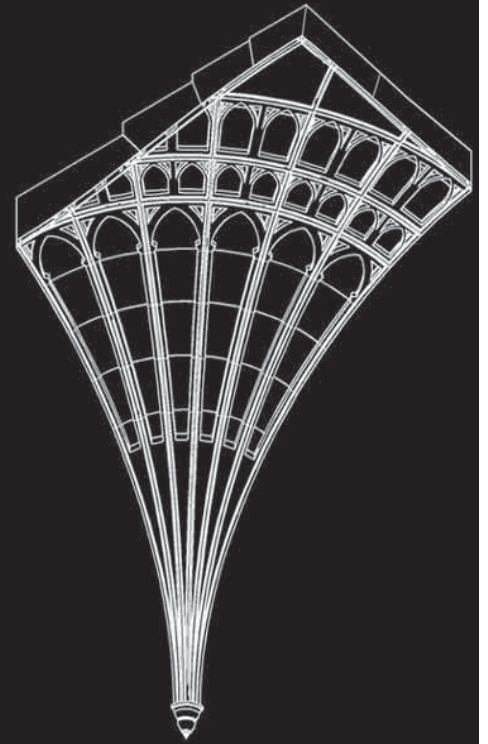
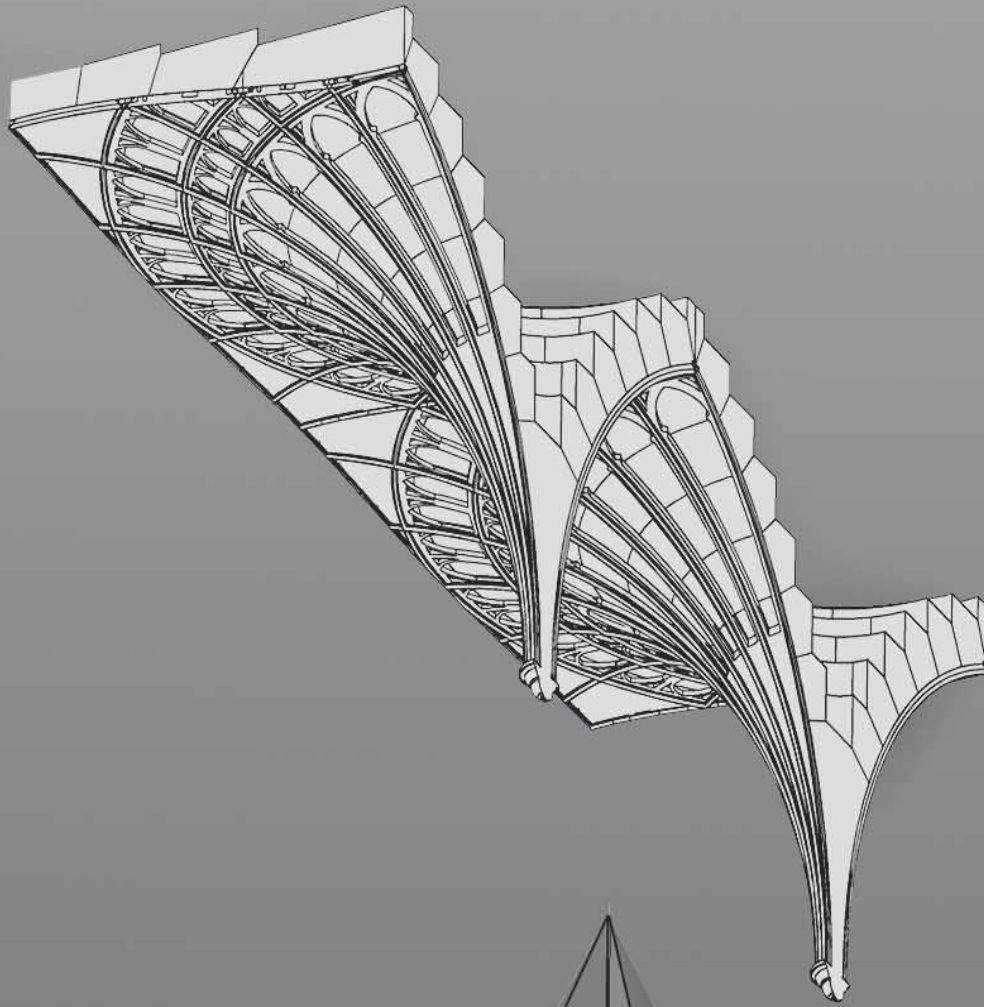
La stéréotomie à l'époque moderne

Le passage de la période romane à l'époque moderne fut assuré, du moins en France, par la survivance dans le Sud provençal, jusqu'au XIV siècle, des traditions constructives romanes. Les

opérations de restauration-réfection, nécessaires et inévitables perpétuèrent des techniques de construction enrichies par des affinements technico-spéculatifs. Les plus grands représentants de la stéréotomie moderne française firent leurs premières armes dans des œuvres de restauration qui alternent les solutions mimétiques aux reconstructions à l'identique. Afin de comprendre exactement la distance technico-conceptuelle de l'art gothique, il est important de réfléchir sur la nature ontologique de l'élément cardinal de son architecture : la nervure ogivale. La recherche d'un style national, atteint par l'adoption des techniques stéréotomiques émerge dans la plasticité des volumes, que les plis et les courbes spatiales nées des intersections de volumes expriment. L'organisme architectonique ne semble pas décomposé en nervures. Le concept de continuité des surfaces est, en quelque sorte, nié par l'architecture gothique qui se caractérise par l'adoption de la "croisée d'ogive". Celle-ci représente la

12. Scala elicoidale a nucleo centrale e perimetrale continuo: la "vis de Saint-Gilles" - modello 1
Escalier hélicoïdal à noyau central et périmétrale continu: la "vis de Saint-Gilles" - modèle 1
13. Scala elicoidale a nucleo centrale e perimetrale continuo: la "vis de Saint-Gilles" - modello 2
Escalier hélicoïdal à noyau central et périmétrale continu: la "vis de Saint-Gilles" - modèle 2
14. Volta a ventaglio decorata: la mesh della decorazione
Voûte en éventail ornée: la mesh de la décoration





superfici: così la continua ricerca concettuale della riduzione degli spessori, compatibilmente all'esigenza statica del manufatto, trova sempre posto nell'analisi speculativa delle forme. Il valore percettivo dello spazio stereotomico moderno è di duplice natura: l'insieme e la parte. Il primo si basa sull'assoluta plasticità organica dei nodi spaziali (verticale, obliquo, orizzontale) quale risultato di un'assoluta comprensione-composizione dei luoghi geometrici solidi. Il secondo si basa sull'effetto (anch'esso fortemente organico) della suddivisione razionale del suddetto spazio: l'apparecchiatura. Quest'ultima è sia risposta statica che decorazione congruente del suo spazio. [fig. 14, fig. 15]

Nell'architettura gotica, il problema del nodo di intersezione fra i volumi, fu rinviato a pochi elementi monolitici-tipo (le giunzioni tra i vari costoloni) che elidono empiricamente la comprensione dell'esatta natura geometrica degli elementi-conci

négation de la solution stéréotomique de la courbe spatiale exprimée surtout par la jonction des arêtes de chaque voussoir. Au lieu de décrire au moyen des voussoirs une courbe d'intersection exacte (par exemple entre une ou plusieurs voûtes), les nervures de la croisée d'ogive plate (dont le tracé au sol est toujours droit, comparé au tracé curviligne de l'intersection spatiale) "masquent" toute problématique de nature stéréotomique en créant une rupture entre élément porté et élément portant.

A travers les volumes dont ils se composent, les espaces stéréotomiques modernes exaltent la plasticité des surfaces : ainsi la recherche conceptuelle continue de la réduction des épaisseurs, en tenant compte de l'exigence statique de l'ouvrage, trouve toujours place dans l'analyse spéculative des formes. La valeur perceptive des espaces stéréotomiques modernes est de nature double : l'ensemble et la partie. La première repose sur l'absolue plasticité organique des nœuds spatiaux

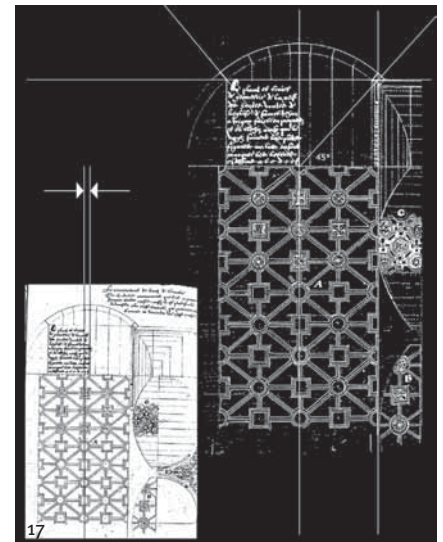
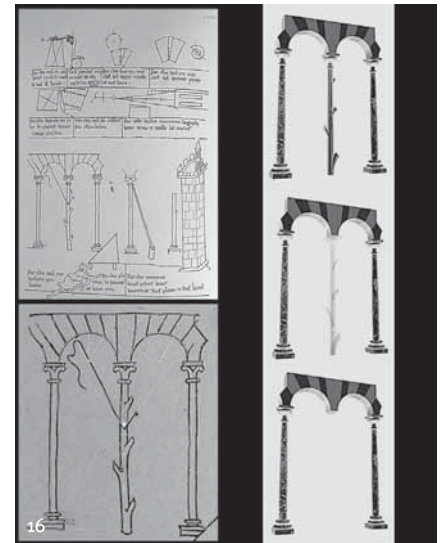
nell'operazione compositiva. Come si può dedurre, l'architettura gotica, pur nella sua complessità, non risponde concettualmente a specifiche esigenze della ragione. Ad essa, però, va riconosciuto il merito di aver indagato le complesse relazioni grafiche intercorrenti tra pianta e alzato ed i ribaltamenti dei piani di costruzione, così come dimostra nel taccuino di Villard de Honnencourt. [fig. 16]

Teorie e tecniche della stereotomia in epoca moderna

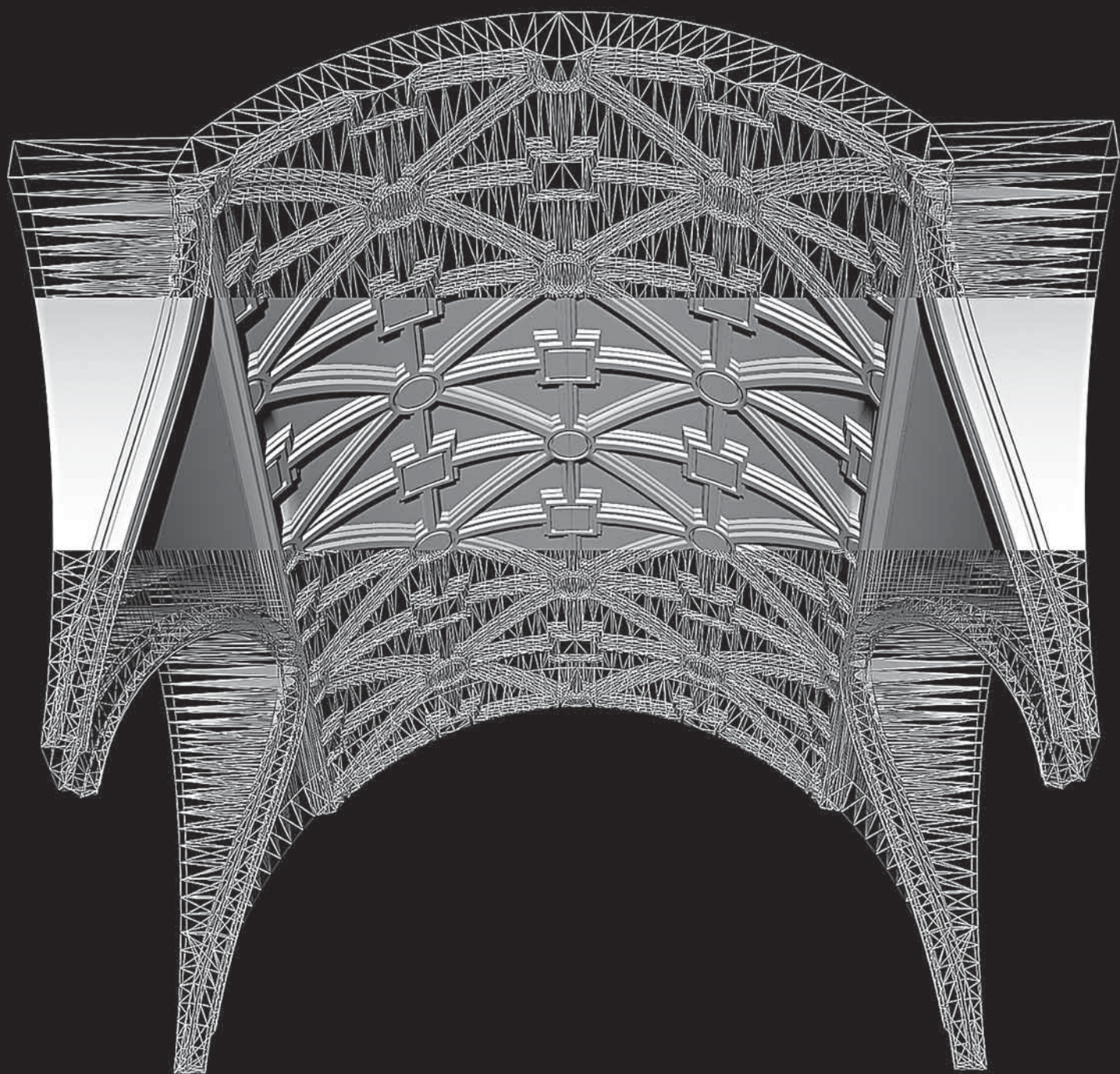
La trasmissione al blocco lapideo dell'esatta configurazione geometrica da ottenere, al fine di un coerente inserimento nell'organismo architettonico progettato a priori, rappresentò il più ambizioso traguardo della stereotomia moderna. La relazione biunivoca senza eccezioni tra il tutto spaziale e il pezzo congruente, tra l'insieme e la parte in movimento ciclico, costituì il *modus* innovativo dell'architettura stereotomica moderna intesa come sfida alla conformazione

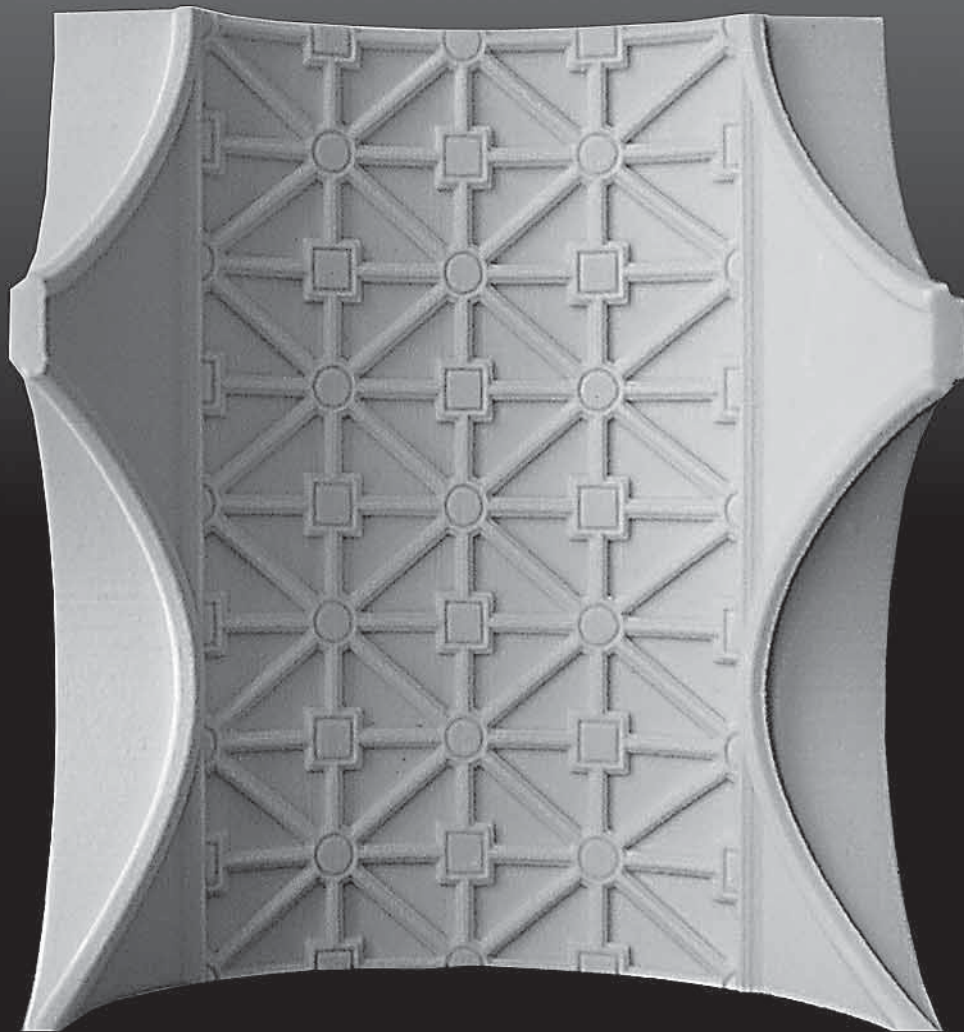
(vertical, oblique, horizontal) qui résulte de la compréhension-composition absolue des lieux géométriques solides. La seconde repose sur l'effet (fortement organique également) de la subdivision rationnelle de l'espace produite par l'appareillage. Ce dernier est à la fois la réponse statique et la décoration congruente de son espace. [fig. 14, fig. 15]

Dans l'architecture gothique, le problème du nœud d'intersection entre les volumes fut renvoyé à quelques éléments monolithique-type (les jonctions entre les différentes nervures) qui élident empiriquement la compréhension de l'exacte nature géométrique des éléments-voussoirs dans l'opération de composition. Comme on peut le déduire, l'architecture gothique, malgré sa complexité, ne répond pas conceptuellement à de spécifiques exigences de la raison. Il faut toutefois lui reconnaître le mérite d'avoir pénétré les relations graphiques complexes entre plan et projection et les renversements de plans de construction, ainsi que le



15. Volta a ventaglio decorata: apparecchiatura della volta e genesi geometrica del "concio"
Voûte en éventail orné: appareillage de la voûte et genèse géométrique du "voussoir"
16. Finta bifora, V. de Honnecourt, Carnet Fausse bifore, V. de Honnecourt, Carnet
17. Volta a botte con motivo intradosale a cassettoni (J. Chéreau)
Voûte en berceau avec motif intradosal à caisson (J. Chéreau)
18. Volta a botte con motivo intradosale a cassettoni (J. Chéreau): modello globale
Voûte en berceau avec motif intradosal à caisson (J. Chéreau): modèle global





dello spazio. [fig. 17, fig. 18, fig. 19]
La grande epoca della speculazione stereotomica, coincidente con la produzione di trattati sulla coupe des pierres, fu quella che va dal XVI a tutto il XVIII secolo, parallelamente alla produzione trattatistica rinascimentale italiana. Jean-Marie Pérouse de Montclos sostiene che la stereotomia moderna nasce dall'incontro tra la pratica romanica e l'idea ambiziosa di conquista razionale della terza dimensione: affermando che "la pratica è di casa e l'idea pellegrina" ritiene che l'incontro avvenne in terra francese all'incirca nel XV secolo. Nel suo trattato, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois...*¹⁰, Frézier afferma a proposito delle conoscenze necessarie all'architetto¹¹ che: "...nelle enunciazione che Vitruvio ha fatto sulle conoscenze necessarie per l'architetto non parla affatto di quella del taglio delle pietre; in effetti la nobile semplicità dell'architettura degli Antichi non necessitava troppo del

saper fare degli apparecchiatori, poiché si costruivano solo volte cilindriche o sferiche..." De l'Orme fu il primo a trarne i benefici. Iniziato ai segreti dei massoni francesi meridionali, egli ebbe la fortuna di studiare a fondo il Rinascimento [fig. 20, fig. 21]. Nel 1642 nell'introduzione ai suoi *Segreti d'Architettura*, Mathurin Jousse¹², onorando i grandi eruditi e le loro eccellenti opere nell'arte architettonica da Vitruvio a Leon Battista Alberti, Vincenzo Scamozzi, Andrea Palladio, Pietro Cattaneo, Sebastiano Serlio e Vignola, a proposito dell'arte del *trait géométrique*, sostiene "...Voi vedrete che tutti questi grandi Uomini non ci hanno detto una parola sul modo di disegnare i tracciati Geometrici necessari al taglio delle Pietre: quindi vi dirò che non ho mai visto un solo Autore che ne abbia parlato, tranne il Maestro Philibert de l'Orme, che ci ha lasciato, nei suoi Libri terzo e quarto, qualche dimostrazione che non giudico errate, ma solamente di avere testo ed immagini comprensibili ai Dotti ... Se

démontre Villard de Honnencourt dans son carnet. [fig. 16]

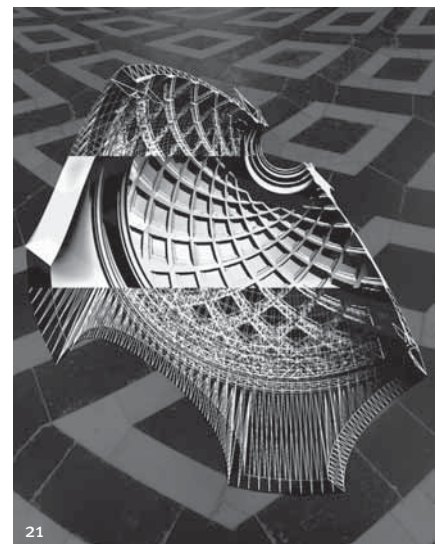
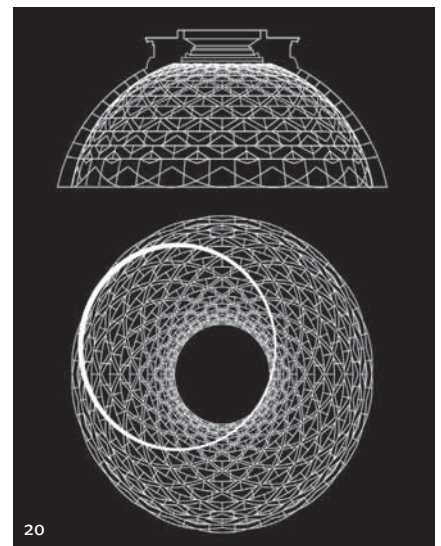
Théorie et techniques de la stéréotomie à l'époque moderne

Le transfert au bloc de pierre de l'exakte configuration géométrique à obtenir afin de l'introduire de façon cohérente dans l'organisme architectonique conçu a priori, représente le défi le plus ambitieux de la stéréotomie moderne. La relation biunivoque sans exceptions entre le tout spatial et la partie congrue, entre l'ensemble et la partie en mouvement cyclique, constitue le *modus innovateur* de l'architecture stéréotomique moderne entendue comme défi à la conformation de l'espace. [fig. 17, fig. 18, fig. 19]
La grande époque de la spéculation stéréotomique qui coïncide avec la production de traités sur la coupe des pierres se situa du XVI à tout le XVIII siècle, parallèlement à la production des traités de la Renaissance italienne. Jean-Marie Pérouse de Montclos soutient que la stéréotomie moderne naît de la

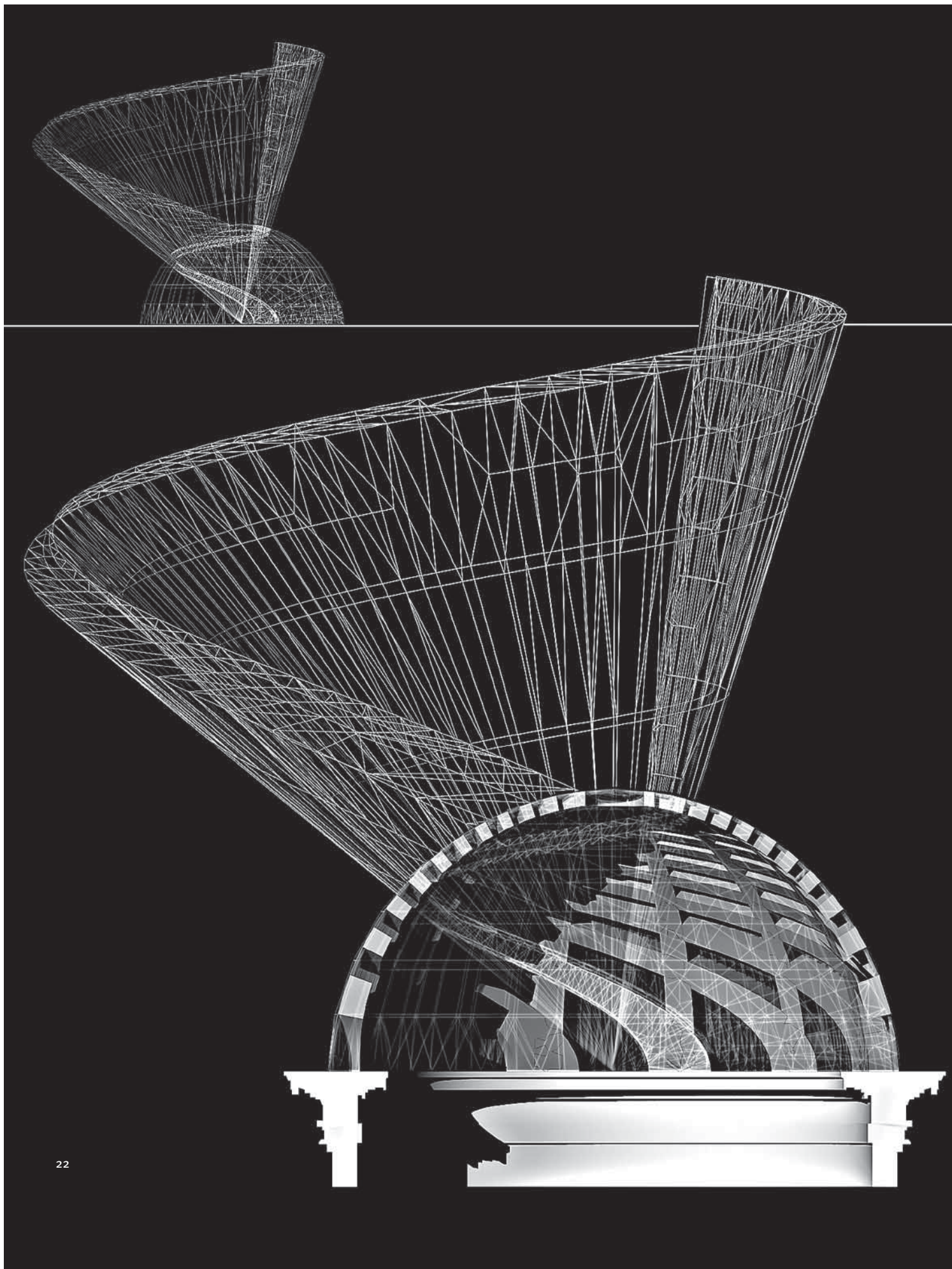
conjonction entre la pratique romane et l'idée ambitieuse de conquête rationnelle de la troisième dimension : affirmant que "la pratique était casanière et l'idée voyageuse", il estime que cette rencontre advint en terre de France à peu près au Xvème siècle.

Dans son traité, *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois...*¹⁰, Frézier affirme à propos des connaissances nécessaires à l'architecte que : "Ma raison est, qu'outre qu'il ne nous reste pas de Monuments antiques où il ait été mis en usage, que pour des traits assez simples, c'est que dans l'énumération que Vitruve fait des connoissances nécessaires à un Architecte¹¹, il ne parle point de celle de la Coupe des Pierres ; en effet la noble simplicité de l'Architecture des Anciens n'exerçoit pas beaucoup le sçavoir-faire des Appareilleurs, qui n'avoient presque que des Voûtes Cylindriques ou Sphériques à conduire".

De l'Orme fut le premier à en tirer les bénéfices. Initié aux secrets des maçons français méridionaux, il eut la



19. Volta a botte con motivo intradosale a cassettone (J. Chéreau): prototipo di gesso
Voûte en berceau avec motif intradosal à caisson (J. Chéreau): prototype en plâtre
20. Cupola cassettonata (Anet): proiezioni cilindriche tra pavimento/intradosso della volta
Coupole à caisson (Anet): projection cylindrique entre pavement/intrados de la voûte
21. Cupola cassettonata (Anet): modello della volta, foto del pavimento
Coupole à caisson (Anet): modèle de la voûte, photo du pavement



questi grandi Uomini avessero lasciato riposare nei loro scritti, così bene come perfettamente comprendevano, quello che hanno riportato nelle opere costruite, non ci sarebbero tutti gli errori che noi commettiamo in diverse parti della costruzione”. Appare qui evidente la coscienza della supremazia francese nell’impostazione teorica della coupe des pierres. Tutti i trattatisti successivi a Mathurin Jousse concordano sul merito e sul primato che Philibert De l’Orme ebbe nell’elevare i segreti secolari delle corporazioni massoniche al rango speculativo anche attraverso la diffusione a stampa. [fig. 22, fig. 23, fig. 24]

Jean Baptiste De La Ruë

Raccogliendo l’eredità del padre Derand¹³, Jean Baptiste De La Ruë¹⁴, nel suo trattato, di poco antecedente alla magistrale opera di Frézier affermò a proposito dello stato dell’arte della disciplina: “...Tra le scienze che l’architettura comprende, quella del Taglio delle Pietre è senza

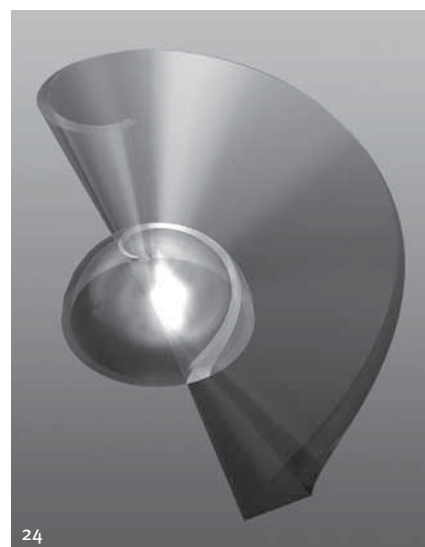
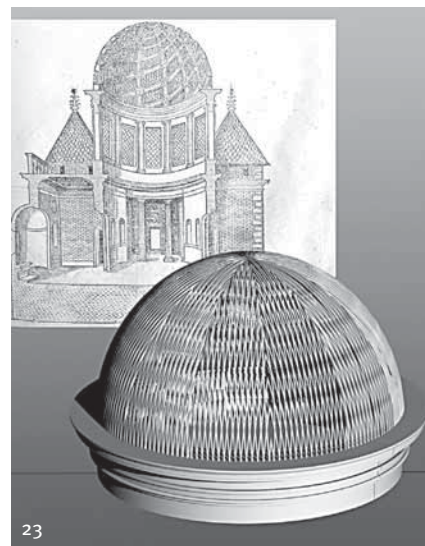
contraddizione da tenere in maggior considerazione e delle più utili: grazie a questa perveniamo a trovare i tagli delle volte e di tutti i conci, e a condurre, in ordine conveniente, l’apparecchiatura dei conci, dal quale dipende la stabilità, e la bellezza delle facciate e degli edifici. Questa scienza, che chiamiamo ordinariamente il Trait, è una invenzione modernissima. Philibert de l’Orme è il primo che ha dato alcune regole. La trompe che fece costruire ad Anet, per sostenere il cabinet di Enrico II è una prova della sua capacità; ma oltre ad una non chiara spiegazione, nel trattato sono presenti pochi esempi. Mathurin Jousse ha lasciato molti più esempi di trait, ma non si è reso più intelligibile. Questi due autori non hanno riportato nulla riguardante la maniera di tracciare le pietre. Sembra che Desargues, di cui l’incisore Bosse abbia messo a giorno l’opera, prevede di comunicare agli altri la scienza del Taglio delle Pietre, attraverso i principi che egli stesso stabilisce, pieno di novità nella terminologia e

chance d’étudier à fond la Renaissance italienne. [fig. 20, fig. 21] En 1642, Mathurin Jousse¹², dans l’introduction à ses Secrets d’architecture, rendant hommage aux grands érudits et à leurs excellents ouvrages dans l’art architectonique, de Vitruve à Leon Battista Alberti, Vincenzo Scamozzi, Andrea Palladio, Pietro Cattaneo, Sebastiano Serlio et Vignola, à propos de l’art du trait géométrique, affirme : “Vous verrez que tous ces grands Hommes ne nous ont dicté mot de la façon de tirer les traits Géométriques nécessaires à la coupe des pierres : bref ie vous diray que ie n’ay pas vu vn seul Auteur qui en ait aucunement parlé, excepté Maître Philibert de Lorme, qui en a laissé en son 3 & 4 Liure quelques démonstrations, lesquelles ie n’accuseray point de fausseté : mais seulement d’estre enveloppées sous tant de lignes & de paroles, que quoy qu’elles fussent bonnes pour les Doctes... Sices grands Hommes l’eussent aussi bien couchée dans leurs écrits comme ils l’entendoient parfaitement, ceux qui

ont dans leurs ouvrages appris à bastir n’eussent jamais fait les fautes que nous sçauons y auoir en plusieurs lieux”. Ici, la conscience de la suprématie française dans l’approche théorique de la coupe des pierres semble claire. Tous les auteurs de traités qui ont succédé à Mathurin Jousse s’accordent sur le mérite et le primat de Philibert de l’Orme qui, bénéficiant de la diffusion de l’imprimerie, avait su élever les secrets séculaires des corporations maçonniques au rang de spéculation. [fig. 22, fig. 23, fig. 24]

Jean-Baptiste De La Ruë

Recueillant l’héritage du Père Derand¹³, dans son traité de peu antérieur à l’ouvrage magistral de Frézier, Jean-Baptiste De La Ruë¹⁴ affirma à propos de l’état de l’art de la discipline : “Entre les Sciences que l’Architecture comprend, celle de la Coupe des Pierres est sans contredit une des plus considérables & des plus utiles : c’est par elle qu’on parvient à trouver les coupes des voûtes de toutes espèces, & à conduire, dans un



22. Cupola a costoloni elicoidali e tamponamento vitreo: costoloni e superficie sferica
Coupole à nervures hélicoïdales et remplissage en verre: nervures et surface sphérique
23. Cupola a costoloni elicoidali e tamponamento vitreo: modello dell’estradosso
Coupole à nervures hélicoïdales et remplissage en verre: modèle de l’extrados
24. Cupola a costoloni elicoidali e tamponamento vitreo: genesi geometrica del costolone-tipo
Coupole à nervures hélicoïdales et remplissage en verre: genèse géométrique de la nervure-type

di singolarità dei suoi trait. Jacques Curabelle ha fatto un esame delle opere di Desargues, ove rileva esattamente tutti gli errori. Si sarebbe auspicato che Curabelle avesse lasciato qualche opera sul Trait. Pare, da quello che ci resta di lui, che possedesse ugualmente la teoria e la pratica. Il padre Derand, Gesuita, è riuscito meglio di chi lo precedeva a spiegare e sviluppare l'art du trait; ma bisogna convenire, che al posto di iniziare, come ha fatto, dalle volte a botte in discesa, che come tipo di trait sono le più difficili, avrebbe dovuto trattare in primo luogo, le botti rette, quindi le volte maestre, ecc. avremmo avuto una migliore impostazione dell'ordine e nella disposizione delle parti della sua opera, come dichiara nella sua prefazione, che bisogna pensare prima con conoscenze semplici e facili, per giungere passo dopo passo fino a quelle che sono più difficili da concepire. Siccome i libri che trattano della Coupe des Pierres, sono rarissimi oggi, e comunque, tra quelli apparsi sino al presente,

non ci sono di semplice portata, sia per principianti che per operai, ho creduto utile presentare questa opera al Pubblico. Non ho dimenticato niente al fine di renderlo istruttivo ed intelligibile; e per esserne più sicuro, ho unito alla maggior parte di epure, la loro elevazione e i punti dei centri; in più la rappresentazione di molti concetti disegnati gradualmente, per supplire alla debole idea che se ne può avere dal complesso intreccio di linee degli epure: cosa che sino a questo momento non era mai stata fatta...”.

Il trattato di Amédée-François Frézier
Frézier, direttore delle fortificazioni sotto il regno di Luigi XV, pubblicò nel 1737 *La theorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois* (Teoria e Pratica del Taglio delle Pietre e del Legno) in tre volumi. Nel trattato, raccolse tutto il sapere sull'argomento, arricchendolo con un gran numero di soluzioni pratiche sino a quel momento sconosciute. Spinse inoltre la scienza e le

dimostrazioni matematiche fino al loro limite estremo, denunciando parimenti la scarsa conoscenza scientifico-matematica degli architetti coevi: “Philibert de Lorme, consigliere di Enrico II, è considerato il primo ad aver riportato in scrittura l'art du trait, anche se non espressamente, in occasione del suo Trattato di Architettura che pubblicherà nel 1567: si vede che questa data non è molto tarda; Maturin Jousse ha prodotto alcuni Traits nel suo Libro intitolato Segreti d'Architettura stampato a la Flèche nel 1642; il Padre Derand, l'anno seguente ripropone quest'arte, secondo la sua intenzione, a beneficio degli operai; Bosse, (nello stesso anno) darà un sistema totalmente differente, appartenente a Desargues, il quale, a causa della sua oscurità ed estrema novità del suo linguaggio, non fu gradito. In fine M. De La Ruë nel 1728 ha rivisto una parte dei Traits del padre Derand con qualche altra novità. Tutti questi autori hanno prodotto una semplice parte priva di tutte le dimostrazioni. Il

67

ordre convenable, l'appareil des pierres, duquel dépend la solidité, aussi bien que la beauté des façade des édifices. Cette science, qu'on appelle ordinairement le Trait, est d'une invention très moderne. Philibert de Lorme est le premier qui en ait donné des règles. La trompe qu'il a fait construire au château d'Anet, pour porter le cabinet de Henri II, est une preuve de sa capacité; mais outre qu'il ne s'est pas expliqué clairement, il n'a donné qu'un très petit nombre de pièces.

Mathurin Jousse a laissé un plus grand nombre de traits, mais il ne s'est pas rendu plus intelligible. Ces deux Auteurs n'ont rien dit touchant la manière de tracer les pierres.

Il semble que Desargues, dont le graveur Bosse a mis les ouvrages au jour, ait eu vue de dérober aux autres la science de la Coupe des Pierres, par les principes mêmes qu'il en donne, tant il affecte de nouveauté dans ses termes, & de singularité dans ses traits.

Jacques Curabelle a fait un examen des œuvres de Desargues, dont il relève

exactement toutes les fautes. Il seroit à souhaiter que Curabelle eût fait part de ses lumières au public, en nous laissant quelque ouvrage sur le Trait. Il paroît, dans ce qui nous reste de lui, qu'il en possédoit également la théorie & la pratique.

Le R.P.F. Derand, Jésuite, a mieux réussi que ceux qui l'ont précédé dans le développement & dans l'explication de ses traits; mais il faut convenir, qu'au lieu de commencer, comme il a fait, par les descentes, qui sont au rang des traits les plus difficiles, il auroit dû placer en premier lieu, les berceaux droits, ensuite les maîtresses voûtes, &c. On étoit d'autant mieux fondé à attendre cet ordre, dans la disposition des parties de son ouvrage, qu'il déclare dans sa Préface, que l'on doit faire marcher à la tête les connaissances simples & faciles, pour introduire peu à peu jusqu'à celles qui sont les plus difficiles à concevoir. Comme les livres qui traitent de la Coupe des Pierres, sont très rares aujourd'hui, & que d'ailleurs, entre ceux qui ont paru jusqu'à présent, il n'y en a pas

un qui soit assez à la portée, soit des commençans ou des ouvriers, j'ai cru qu'il ne seroit point inutile de présenter celui-ci au Public. Je n'ai rien négligé pour le rendre aussi instructif qu'intelligible; & afin d'y parvenir plus sûrement, j'ai accompagné la plus grande partie des épures, de leur élévation & de leur ceintre; j'y ai joint la représentation de plusieurs pierres tracées dans des degrés différens, pour suppléer à la foible idée qu'en donne une épure embarrassée des lignes qui la composent: ce qu'on n'avoit pas encore fait jusqu'ici”.

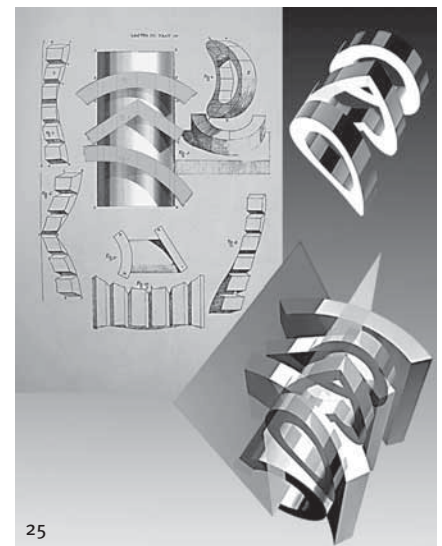
Le traité d'Amédée-François Frézier
Frézier, directeur des fortifications sous le règne de Louis XV, publia en 1737 *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois* en trois volumes. Dans ce traité, il réunit tout le savoir sur ce sujet, l'enrichissant d'un grand nombre de solutions pratiques inconnues jusqu'alors. Il poussa la science et les démonstrations mathématiques jusqu'à leurs limites extrêmes, dénonçant à

padre Dechalles nel 1672 fu il primo, e il solo fino ad ora, che ne ha aggiunto le Dimostrazioni; ma il suo Trattato de Lapidum Sectione, inserito nel suo grande corso di Matematica in Latino, non è che un estratto del P. Deran, di cui spesso ne ricopia anche gli errori, come dimostreremo al momento opportuno. Dopo aver analizzato tutte queste Opere diverse, mi è sembrato che restasse ancora qualcosa di meglio da fare. In primo luogo, fornire una conoscenza esatta della natura delle Linee Curve, che si formano agli spigoli delle volte, sia alle loro facce che all'intersezione degli intradossi, di quelle che sono composte da più parti che si intersecano, al fine di saperle tracciare sui piani, quando è possibile; o sulle superfici curve, quando queste linee sono a doppia curvatura. In questo consiste la prima novità di questo Trattato. In secondo luogo, procedere alla correzione degli errori di diversi Traits di chi mi ha preceduto. In terzo luogo, fornire la costruzione

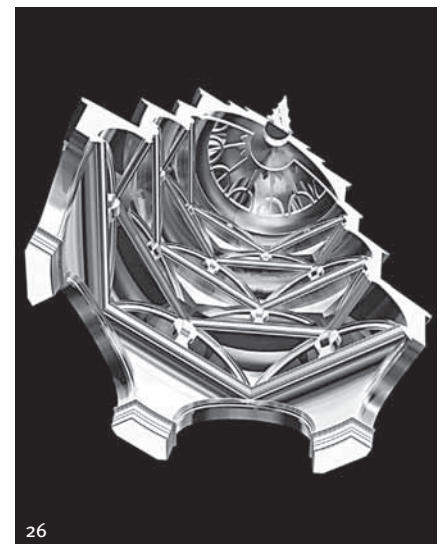
geometrica di diversi Traits modificati, e di qualcuno non ancora apparso. E infine come ultima novità, presentare le Dimostrazioni dei Traits. Infatti Padre Dechalles mi ha preceduto in Latino, ma non in Francese: e per servirmi dell'espressione di Jousse, i segreti dell'Architettura (in latino) non vengono per niente disvelati..."

Guarino Guarini

Come abbiamo già detto parlando di Jousse, nella trattatistica architettonica italiana, la stereotomia è praticamente assente ad eccezione dei lavori di Guarino Guarini, che nei suoi poderosi trattati di matematica e gnomonica¹⁵, operò una rigorosissima analisi scientifica quasi in relazione osmotica col mondo francese. La stereotomia di Guarino Guarini, nella sua fase matura, sembra più aderente alla matematica che all'architettura da cui nasce. [fig. 25, fig. 26, fig. 27, fig. 28] Scrive Werner Muller¹⁶: "...Nei grandi trattati di architettura (la stereotomia) viene menzionata solo di passaggio o



25



26

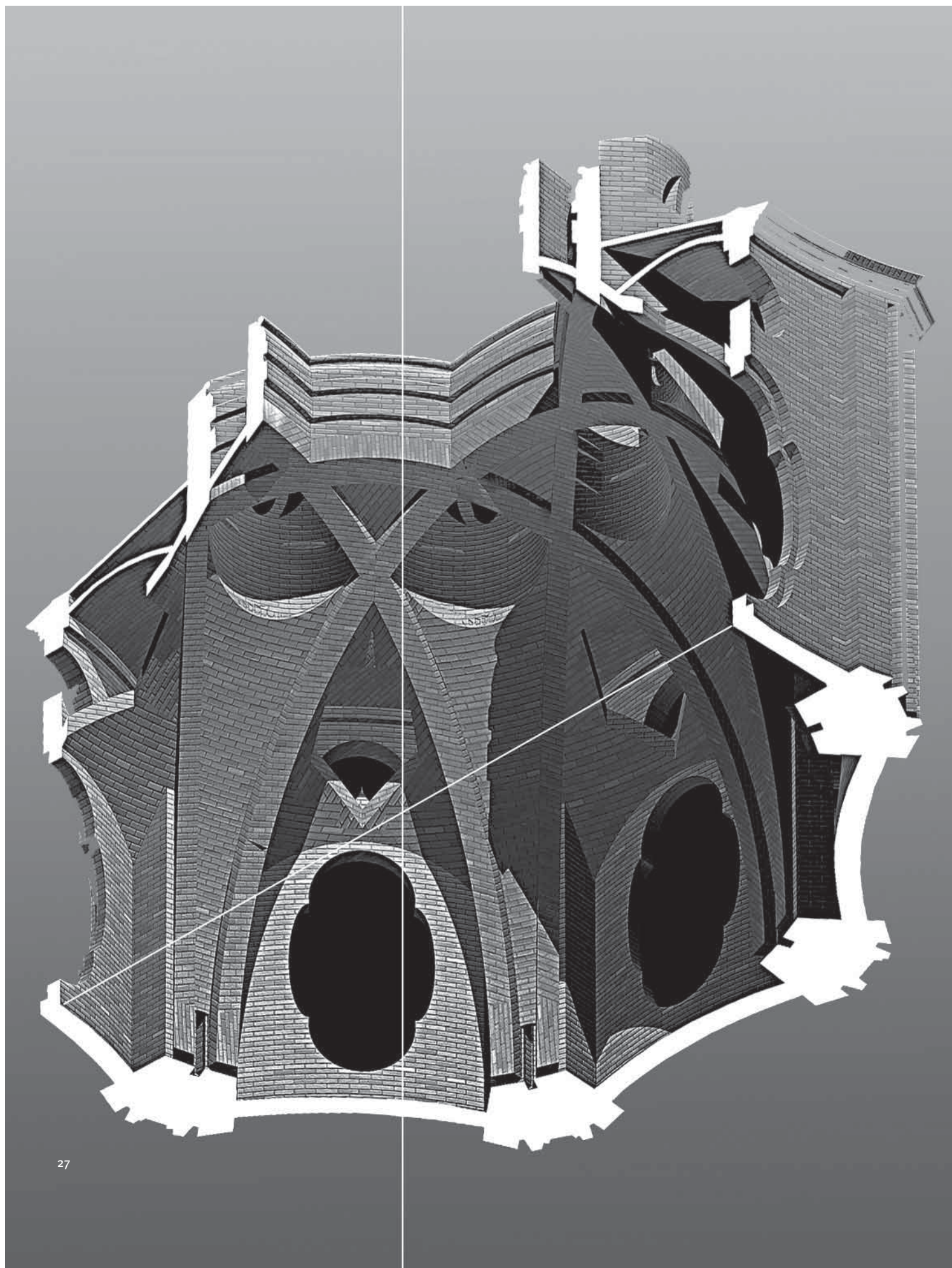
l'occasion le manque de connaissances scientifique-mathématiques des architectes contemporains : "Philibert de Lorme, Aumônier d'Henri II, est, dit-on, le premier qui en ait écrit, non pas exprès, mais par occasion dans son Traité d'Architecture, qu'il publia en 1567 on voit que cette date n'est pas fort ancienne ; Maturine Jousse produisit quelques Traits dans son Livre intitulé Secrets d'Architecture, imprimé à la Flèche en 1642 le P. Deran, l'année suivante mit cet Art dans toute son étendue pour les Ouvriers ; Bosse, (la même année) donna un système tout différent, qu'il tenoit de Desargues, lequel, par son obscurité & la nouveauté de son langage, ne fut pas goûté. Enfin M. de la Rue en 1728 a redonné une partie des Traits du P. Deran, avec quelques autres nouveaux. Tous ces Auteurs n'ont produit qu'une simple pratique dénuée de toutes preuves. Le P. Dechalles en 1672 sut le premier, & a été le seul jusqu'à présent, qui y ait ajouté des Démonstrations ; mais son Traité de Lapidum Sectione, inséré dans son grand cours de Mathématiques en Latin, n'est

presque qu'un extrait du Deran, dont il a quelquefois copié jusqu'aux fautes, comme nous le ferons voir dans son lieu. Après avoir vu tous ces différents Ouvrages, il m'a paru qu'il restoit encore quelque chose de mieux à faire. Premièrement, qu'il étoit à propos de donner une connoissance exacte de la nature Lignes Courbes, qui se forment aux arêtes des voûtes, tant à leurs Faces qu'à l'intersection des Doëles, de celles qui sont composées de plusieurs parties qui se croisent, pour sçavoir les tracer sur des plans, lorsqu'il est possible, ou sur des surfaces courbes, lorsque ces lignes sont à double Courbure, en quoi consiste la première nouveauté de ce Traité La seconde sera la Correction des erreurs de plusieurs des anciens Traits. La troisième celle de la Construction de plusieurs Traits changez, & de quelques-uns qui n'ont pas encore paru. Je puis compter pour quatrième nouveauté les démonstrations des Traits, parce que le P. Dechalles ne m'a précédé qu'en Latin, mais non pas en François, de sorte que pour me servir de l'expression

25. Archi spaziali ad intradosso cilindrico: processo generativo
Arcs spatiaux à intrados cylindrique: procédé générateur

26. Volta composta a sviluppo verticale: gli archi sovrapposti di S. Sindone a Torino
Voûte composée à développement vertical: les arcs superposés de S. Sindone à Turin

27. Volta composta a sviluppo verticale: gli archi intrecciati di S. Lorenzo a Torino
Voûte composée à développement vertical: les arcs entrelacés de S. Lorenzo à Turin





per niente; e ciò dimostra il fatto che non c'era posto per essa nella teoria estetica del tempo... Per esempio F. Blondel, matematico lui stesso, non ha concesso nessun posto alla 'coupe des pierres' nel suo grande Cours d'Architecture¹⁷. Daviler tratta questa materia solo in poche pagine...¹⁸ Probabilmente considerando la lezione di Jousse sui 'Grandi Uomini italiani', Muller prosegue:

"...Dopo quanto detto, sarebbe veramente una eccezione notevole se in un Trattato di Architettura, alla Stereotomia venisse data la stessa importanza dell'insegnamento degli ordini di colonne. Noi conosciamo soltanto due opere nelle quali si verifica ciò. Esse sono: Le premier Tome de l'Architecture de Philibert de l'Orme e l'Architettura Civile di Guarini..."

In realtà, escludendo il caso spagnolo di Alonso de Vandelvira, lo sviluppo dell'argomento stereotomico all'interno di una più ampia trattazione di Architettura è presente nel Livre d'architecture di Jean Chéreau¹⁹.

de Jousse, les Secrets d'Architecture y sont tout à fait dévoilés".

Guarino Guarini

Ainsi que nous l'avons déjà dit en parlant de Jousse, dans les traités d'architectoniques italiens, la stéréotomie est plutôt absente à l'exception des travaux de Guarino Guarini qui, dans ses forts volumes de mathématique et de gnomonique¹⁵, effectua une analyse scientifique rigoureuse, quasiment en osmose avec le monde français. La stéréotomie de Guarino Guarini, dans sa phase de maturité, semble adhérer davantage aux mathématiques qu'à l'architecture dont elle est issue. [fig. 25, fig. 26, fig. 27, fig. 28]

Werner Mueller¹⁶ écrit : " Dans les grands traités d'architecture (la stéréotomie) n'est guère mentionnée si ce n'est au passage; et cela démontre qu'il n'y avait pas place pour elle dans la théorie esthétique de ce temps ... Par exemple F. Blondel, mathématicien lui-même, n'a ménagé aucune place à

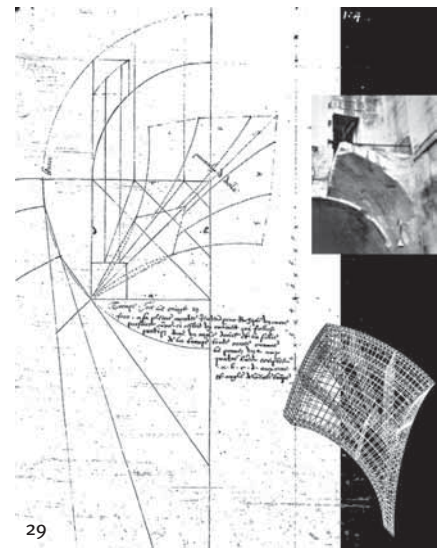
Si tratta di un manoscritto poco analizzato anche a causa della difficile lettura del testo. [fig. 29, fig. 30]

Le conoscenze stereotomiche del Guarini, derivate dallo studio delle ricerche francesi, sono acclamate nel Trattato IV dell'Architettura Civile²⁰ denominato Dell'ortografia gettata, pubblicato postumo. In realtà, la prima fonte scientificamente attendibile è il Tractatus XXXII: De Superficiebus corporum in planum redigendis, presente nell'Euclide adauctus..., opera stampata dallo stesso autore, dove egli sostiene: " ...Questa Ortografia, siccome è opposta nel suo titolo all'antecedente, così anche nel suo modo di operare; perché là dove in quella le superficie piane s'innalzano con linee perpendicolari, per dare a loro corpo, e formare la Fabbrica, questa per lo contrario i corpi in alto sospesi con linee perpendicolari riduce in piano per istendere la loro superficie: Non è però questa di quella meno utile, anzi ch'è assolutamente necessaria all'Architetto, abbenchè

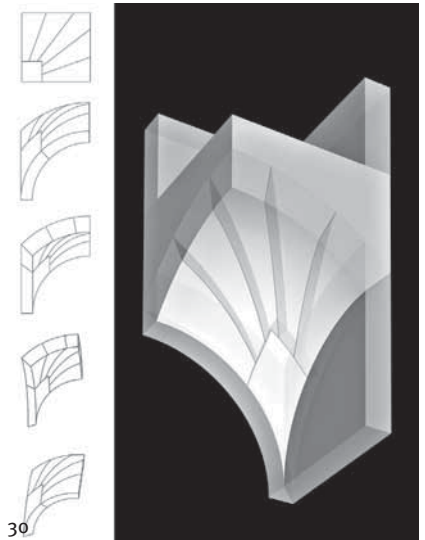
la "coupe des pierres" dans son grand Cours d'Architecture¹⁷. Daviler ne traite cette matière qu'en quelques pages ...¹⁸ Considérant probablement la leçon de Jousse sur les "Grands Hommes italiens", Mueller poursuit : "Après ce qui a été dit, ce serait une exception remarquable si dans un Traité d'architecture, on donnait à la stéréotomie la même importance qu'à l'enseignement des ordres de colonnes. Nous ne connaissons que deux ouvrages où cela se produit. Ce sont : le premier Tome de l'Architecture de Philibert de l'Orme et l'Architecture Civile de Guarini ..."

En réalité, si l'on exclut le cas espagnol d'Alonso de Vandelvira, on peut trouver développement de la discipline stéréotomique au sein d'un plus ample traité dans l'ouvrage d'architecture de Jean Chéreau¹⁹. Il s'agit d'un manuscrit peu analysé, en partie en raison de sa lecture difficile. [fig. 29, fig. 30]

Les connaissances stéréotomiques de Guarini, issues de l'études des recherches françaises sont visibles dans



29



30

- 28. Volta composta a sviluppo verticale: gli archi sovrapposti de S.Sindone a Torino
Voûte composée à développement vertical: les arcs superposés de S.Sindone à Turin
- 29. Trompe (sferica)(J. Chéreau)
Trompe (sphérique)(J. Chéreau)
- 30. Trompe (sferica)(J. Chéreau): viste del modello solido
Trompe (sphérique)(J. Chéreau): vue du modèle solide

poco conosciuta dalla italiana architettura, solamente dalla francese in molte occasioni egregiamente adoperata. Perché adunque per tagliare le pietre e ritrovare le giuste forme è necessario sapere quali sieno le loro superficie, acciòchè fatte e tagliate secondo quelle, quando si pongono in opera, si assetino al suo luogo, e convengano colle altre, perciò è stata ritrovata questa ortografia, che appunto mette le superficie in piano, e le forma, come sono in alto, e sarebbero nel proprio loro luogo, di questa abbiamo a ragionare...”

Nell’Ortografia gettata, Guarini evidenzia la necessità per l’architetto di conoscere le regole teorico-tecniche proprie della disciplina stereotomica, trattate al fine di sviluppare le superfici per i panneaux e determinare i concì che lo scalpellino dovrà tagliare esattamente nel blocco lapideo. Va detto in proposito che la maggior parte delle architetture di Guarino Guarini sono costruite in mattoni: quindi se di stereotomia bisogna parlare, si deve

far riferimento al precipitato solutivo-formale che da questa ne discende e non dall’esplicita opera lapidea ed dal suo taglio.

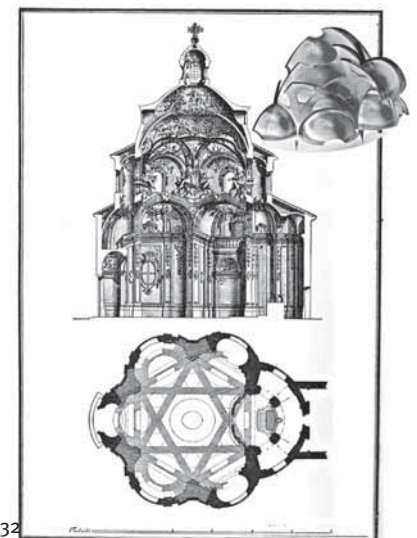
Le opere di Guarini manifestano tutta la complessità del costruire: un articolato sistema di spazi con l’uso della sola intersezione fra solidi elementari geometrici. Esse, a nostro avviso, possono essere viste come soluzioni formali che affondano le loro radici nella cultura architettonica italiana implementata, corretta e ottimizzata dagli studi approfonditi della disciplina in terra francese.

Bernardo Vittone

Queste tematiche progettuali furono comuni anche allo sviluppo architettonico dell’opera di Bernardo Vittone, a cui si deve la raccolta e la redazione della summa dell’opera guariniana, l’Architettura Civile, pubblicata postuma nel 1737. La composizione plastica dei sistemi voltati di Vittone, anch’essi costruiti in mattoni e stucco, induce ad offuscare



31



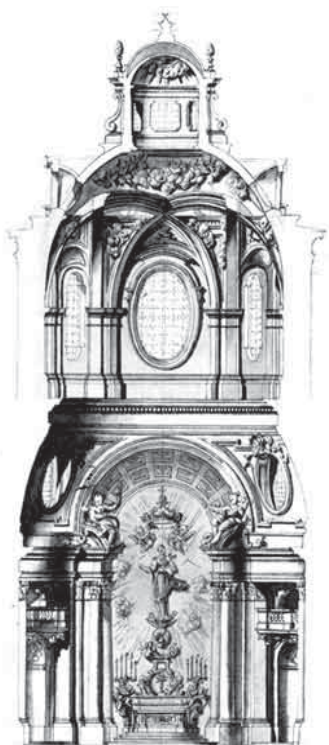
32

le *Traité IV de l’Architecture Civile*²⁰, intitulé *De l’orthographie jetée*, publié posthume. En réalité la première source scientifiquement fondée est le *Tractatus XXXII : De superficieibus corporum in planum redigendis* présente dans l’*Euclide adauctus*, œuvre imprimée par son auteur qui explique: “Cette orthographe, de même qu’elle est opposée dans son titre à l’antécédent, lui est opposée dans sa façon de procéder ; car là où, dans la première, les surfaces planes s’élèvent par des lignes perpendiculaires, pour leur donner corps et former l’ouvrage, la seconde, au contraire, pour étendre leur surface, réduit en plans les corps suspendus en l’air, au moyen de lignes perpendiculaires. Mais celle-ci n’en est pas moins utile que l’autre. Au contraire, elle est absolument nécessaire à l’Architecte mais elle est peu connue de l’architecture italienne alors que la française l’emploie remarquablement en de nombreuses occasions. Car en effet, pour couper les pierres et trouver les formes exactes, il faut savoir quelles

sont leurs surfaces, de façon à ce que réalisées et coupées conformément à elle, quand on les assemble, elles se placent en leur lieu et s’accordent avec les autres. C’est pourquoi cette orthographe a été retrouvée car elle met les surfaces à plat et les modèles, telles qu’elles sont en l’air, et seraient à leur place. Voilà ce dont nous devons raisonner...”

Dans l’*Orthographie jetée*, Guarini met en évidence la nécessité pour l’architecte de connaître les règles théorico-techniques propres à la discipline stéréotomique, traitées afin de développer les surfaces pour les panneaux et déterminer les voussoirs que le tailleur de pierres devra couper avec précision dans le bloc de pierre. Il convient toutefois de remarquer que la plupart des architectures de Guarino Guarini sont réalisées en briques et que donc, si c’est de stéréotomie qu’il faut parler, elle concerne le précipité formel de solutions qui en est issu et non spécifiquement l’ouvrage en pierre et sa coupe.

31. Volta composta a sviluppo verticale: gli archi intrecciati - modello della prototipazione rapida
Voûte composée à développement vertical: les arcs entrelacés - modèle de la prototypation rapide
32. Volta composta a sviluppo verticale: gli archi intrecciati e le cupole sferoidali (B. Vittone, Istruzioni Diverse)
Voûte composée à développement vertical: les arcs entrelacés et les coupoles sphéroïdales - traité
33. Volta composta a sviluppo verticale: gli archi intrecciati - trattato e modello
Voûte composée à développement vertical: les arcs entrelacés - traité et modèle



la nostra riflessione sulla reale matrice stereotomica della sua architettura. A ragion veduta, Werner Mueller ha parlato di un 'modo stereotomico' nella progettazione architettonica di Vittone, intendendo quest'ultima una forma di creazione artistica originata dalla stereotomia. La formazione di Vittone è ampia e ben articolata: oltre ai numerosi trattati italiani, la sua biblioteca ospita trattati importanti come quello di Bosse. [fig. 31, fig. 32, fig. 33, fig. 34]

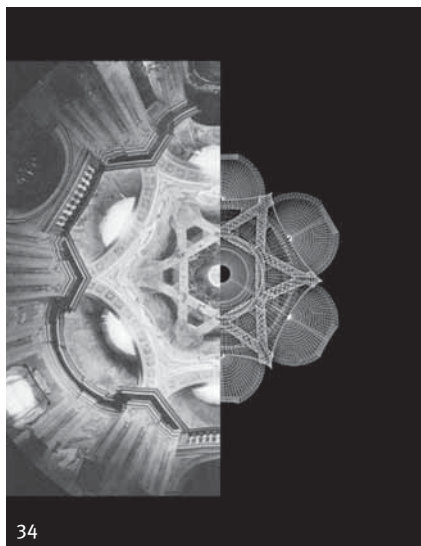
Nelle Istruzioni elementari dedica un capitolo alle volte, citando Frézier come 'scrittore assai valente ed erudito in questa facoltà', e nelle Istruzioni diverse, alla tavola 18 presenta il Progetto di una scala che si allarga verso l'alto per ricevere più luce, ovvero il progetto della doppia scalinata a spirale conica di Nicolas Le Camus de Mézières presso le Halle au Blé a Parigi costruita tra i 1762 e 1766, poi demolita. [fig. 35, fig. 36, fig. 37]

74

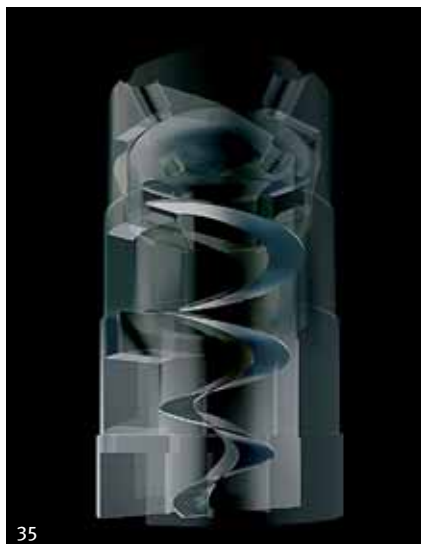
Les ouvrages de Guarini manifestent toute la complexité de l'acte de construire : un système articulé d'espaces avec l'emploi de la seule intersection entre solides élémentaires géométriques. A notre avis, elles peuvent être vues comme des solutions formelles qui plongent leurs racines dans la culture architectonique italienne, enrichie, corrigée et optimisée par des études approfondies de la discipline en France.

Bernardo Vittone

C'est sur les mêmes thématiques conceptuelles que repose le développement architectonique de l'œuvre de Bernardo Vittone, auquel on doit la collation et la rédaction de la somme de Guarini, l'Architecture Civile, publiée posthume en 1737. La composition plastique des systèmes voûtés de Vittone, eux aussi construits en briques et stuc, pourrait détourner notre réflexion de la réelle matrice stéréotomique de son architecture. A juste titre, Werner Mueller a parlé d' "une manière stéréotomique" dans

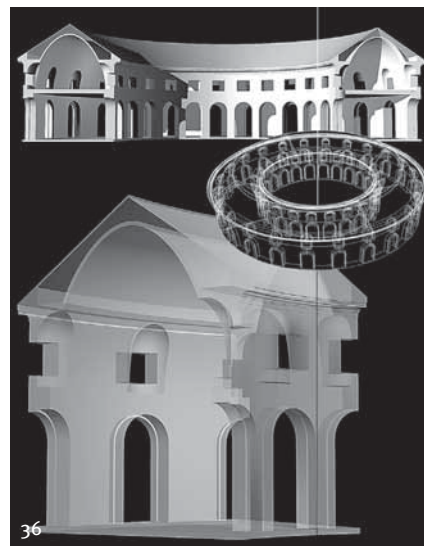


34

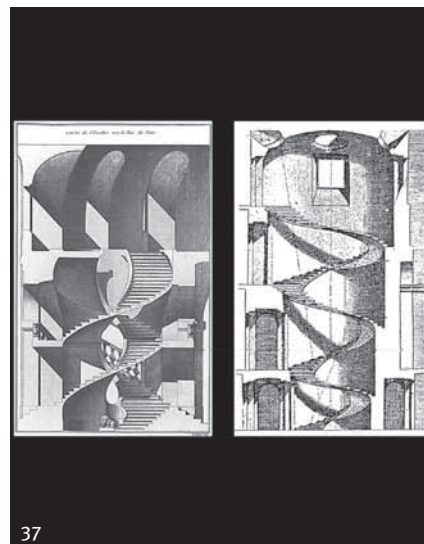


35

34. Volta composta a sviluppo verticale: gli archi intrecciati e le cupole sferoidali - ipografia
Voûte composée à développement vertical: les arcs entrelacés et les coupôles sphéroïdales - hypographie
35. Scala elicoidale a nucleo perimetrale continuo inscritta in due superfici coniche: rampa singola, modello - l'ingombro
Escalier hélicoïdal à noyau périmétrale continu inscrit dans deux surfaces coniques: rampe simple, modèle - l'encombrement



36



37

36. Volta a botte anulare con direttrice parabolica della Halle au Blé (N. Le Camus de Mézières), Parigi: modello di insieme e della parte
Voûte en berceau annulaire à directrices paraboliques de la Halle au blé (N. Le camus de Mézières) Paris: modèle d'ensemble et de la partie
37. Scala elicoidale a nucleo perimetrale continuo inscritta in due superfici coniche: rampa doppia e singola
Escalier hélicoïdal à noyau périmétrale continu inscrit dans deux surfaces coniques: rampe double et simple

Modelli culturali differenti per l'architetto francese e l'architetto italiano in epoca moderna

In Francia la pratica stereotomica fu elevata al rango speculativo grazie all'opera di Philibert de l'Orme: la sua grandissima esperienza di cantiere iniziata sotto la guida del padre maestro-muratore, intrecciata con i segreti massonici, consentirono la formazione del nuovo architetto rinascimentale francese profondamente diverso per cultura e formazione da quello italiano. Accanto ad una sensibilità mutuata dall'estetica classica e dalle rivoluzioni teoriche delle leggi della prospettiva, l'architetto francese innervò nello 'stile nazionale' gli apporti 'segreti' della costruzione e della coupe des pierres. Nella coeva cultura architettonica italiana, dominata dalle teorie di Leon Battista Alberti, la capacità progettuale dell'architetto era valutata soprattutto in base alla tecnica del disegno, mentre della costruzione erano responsabili solo le maestranze: il tentativo di

Brunelleschi di unificare nella sola figura dell'architetto le competenze proprie della progettazione e della costruzione non ebbe seguito in Italia. Per Leon Battista Alberti il progetto fu essenzialmente un prodotto dell'intelletto: visualizzazione e raffigurazione dell'idea nel disegno finito, impostato sull'uso della scala metrica, dove la misurabilità conferiva all'opera un carattere matematico-scientifico.

Il processo progettuale così come si definì in Francia in epoca moderna prevedeva al contrario che la traduzione di un'idea in forma visibile e completamente strutturata dovesse attraversare diversi livelli di astrazione. All'inizio i trattati di stereotomia furono strutturati con altissimi gradi di astrazione. Nei traits géométrique si cercava l'estrema sintesi grafica, la comprensione dell'intero apparato costruttivo attraverso un unico gesto. La cripticità derivante dall'adozione di questo metodo fu per molto tempo ostacolo alla sua diffusione. La logica

evoluzione grafico-comunicativa, percorsa in due secoli a partire dalla formulazione delormiana, permise che si squarciasse il velo settario in cui la disciplina era stata avvolta, consentendone la corretta diffusione scientifica.

Il primo disegno esatto di un elemento stereotomico in prospettiva si ebbe per la prima volta col trattato di Abraham Bosse nel 1643²¹. L'impaginazione e la capacità comunicativa venne a Bosse dalla sua personale formazione da incisore, usata anche per la sistemazione dei disegni con la tecnica dell'acquaforte nei trattati di Desargues e di de la Hire. A proposito delle difficoltà della rappresentazione stereotomica, conviene ricordare che Philibert de l'Orme, nel IV capitolo dedicato alla stereotomia, riporta una sola incisione prospettica della trompe con il cabinet du roi del castello di Anet lamentando l'imperizia dei suoi incisori.

E' con Desargues che la prospettiva assume un valore completamente

la conception architectonique de Vittone, la considérant comme une forme de création artistique issue de la stéréotomie. La formation de Vittone est vaste et bien articulée : outre les nombreux traités italiens, sa bibliothèque recèle des traités importants comme celui de Bosse. [fig. 31, fig. 32, fig. 33, fig. 34] Dans les Instructions élémentaires, il consacre un chapitre aux voûtes et cite Frézier comme "auteur très habile et érudit en cet art". Dans les Instructions diverses, à la planche 18, il présente le projet d'un escalier qui s'élargit vers le haut pour recevoir plus de lumière, c'est-à-dire le projet du double escalier à spirale conique de Nicolas Le Camus de Mézières à la Halle au blé à Paris, construit entre 1762 et 1766, puis démoli. [fig. 35, fig. 36, fig. 37]

Modèles culturels différents pour les architectes français et italiens à l'époque moderne

En France, la pratique stéréotomique fut élevée au rang spéculatif grâce

à l'œuvre de Philibert de l'Orme. Sa très grande expérience des chantiers commencée sous la direction de son père maître maçon, entremêlée de secrets maçonniques, permirent la formation du nouvel architecte français de la Renaissance, profondément différent par sa culture et sa formation de l'architecte italien. Alliant une sensibilité issue de l'esthétique classique et les révolutions théoriques des lois de la perspective, l'architecte français insuffla dans un "style national" les apports "secrets" de la construction et de la coupe des pierres.

Dans la culture architecturale italienne de l'époque, dominée par les théories de Leon Battista Alberti, on considérait que la capacité conceptuelle de l'architecte reposait surtout sur la technique du dessin plutôt que sur la pratique directe du chantier, la responsabilité de la construction étant confiée aux maîtres d'œuvre. La tentative de Brunelleschi d'unifier dans la seule figure de l'architecte les compétences de la conception et de la construction n'eut

pas de suite dans l'Italie humaniste. Pour Leon Battista Alberti, le projet fut essentiellement un produit de l'intellect : visualisation et représentation de l'idée dans le dessin fini, dont la mesurabilité fondée sur l'emploi de l'échelle métrique conférait à l'ouvrage son caractère mathématico-scientifique.

Au contraire, l'élaboration du projet telle qu'il s'est défini en France à l'époque moderne prévoyait que la traduction d'une idée en forme visible et complètement structurée devait traverser différents degrés d'abstraction.

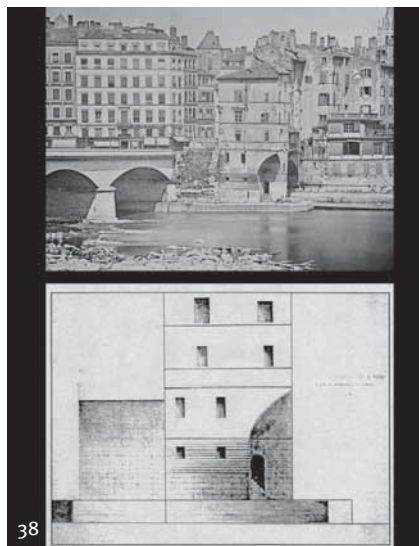
Au début, les traités de stéréotomie furent organisés selon des niveaux d'abstraction très élevés. Dans les Traits géométriques, on recherchait l'extrême synthèse graphique, la compréhension de tout l'apparat constructif à travers un seul geste. Le caractère cryptique qui dérivait de l'adoption de cette méthode fut longtemps un obstacle à sa diffusion. A partir de la formulation delormienne, l'évolution graphique et communicative logique permit au voile sectaire dont la discipline s'était enveloppée de

diverso all'interno della speculazione stereotomica. Infatti dallo status di ammalatrice dell'occhio, questa si trasforma in strumento di calcolo nelle mani del progettista. E Guarino Guarini²² inserisce fra le righe del suo trattato un lieve ammonimento a non esagerare l'effetto scenografico: " '...La Prospettiva, purchè inganni l'occhio, e faccia apparire la superficie del corpo, ottiene il suo fine, e conseguire quanto intende...non ha da riguardare alla solidità, e fermezza dell'opera, ma solamente a dilettere l'occhio. L'Architettura però pena alla sodezza dell'opera, onde non può liberamente fare quanto la Prospettiva inventarsi. ' "

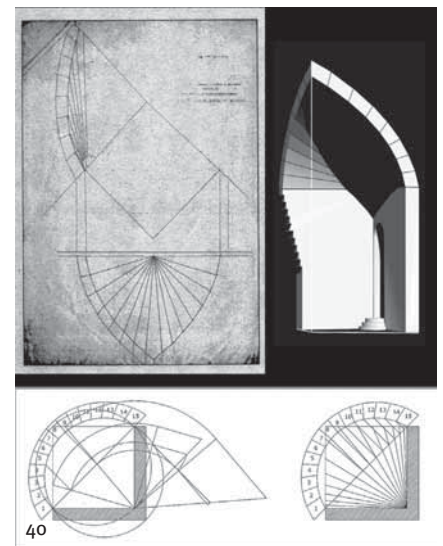
Ancora Philibert de l'Orme nel primo libro del suo trattato, mette in guardia da coloro che sanno fare bei disegni per accattivarsi il committente, e dice: " Per questo, consiglio l'Architetto e tutti coloro che lavorano nell'edilizia, di studiare a riconoscere la natura dei luoghi piuttosto che fare tanti bei ornamenti che molto spesso (i disegni

76

se déchirer et a favorisé la diffusion scientifique correcte. On eut le premier dessin exact d'un élément stéréotomique en perspective avec le traité d'Abraham Bosse en 1643²¹. Sa formation de graveur lui conféra une habileté à mettre en page et une capacité de communication qui lui servirent aussi dans la réalisation des dessins à l'eau-forte pour les traités de Desargues et de de la Hire. Sur les difficultés de la représentation stéréotomique, il faut rappeler que Philibert de l'Orme, dans son chapitre IV consacré à la stéréotomie, se plaint de l'incapacité de ses graveurs et n'insère qu'une seule gravure en perspective de la trompe du cabinet du roi du château d'Anet. Ce n'est qu'avec Desargues que la perspective prend une valeur complètement différente au sein de la spéculation stéréotomique. En effet, du statut de charmeuse de l'œil, celle-ci se transforme en instrument de calcul entre les mains du concepteur. Et Guarino Guarini²² introduit entre les lignes de son traité une mise en garde à ne pas



38. La maison Saint-Oyen sur trompe (G. Désargues, 1650-1655) a Lione, Francia: prospetto
La maison Saint-Oyen sur trompe (G. Désargues, 1650-1655) à Lyon, France: façade
39. La maison Saint-Oyen sur trompe (G. Désargues, 1650-1655) a Lione, Francia: modello globale
La maison Saint-Oyen sur trompe (G. Désargues, 1650-1655) à Lyon, France: modèle global



40. La maison Saint-Oyen sur trompe (G. Désargues, 1650-1655) a Lione, Francia: trait géométrique della trompe
La maison Saint-Oyen sur trompe (G. Désargues, 1650-1655) à Lyon, France: trait géométrique de la trompe
41. Scala elicoidale a nucleo perimetrale continuo: fonti dell'elaborazione
Escalier hélicoïdal à noyau périmétrale continu: sources de l'élaboration
42. Scala elicoidale a nucleo perimetrale continuo: modello geometrico spaziale
Escalier hélicoïdal à noyau périmétrale continu: modèle géométrique spatial

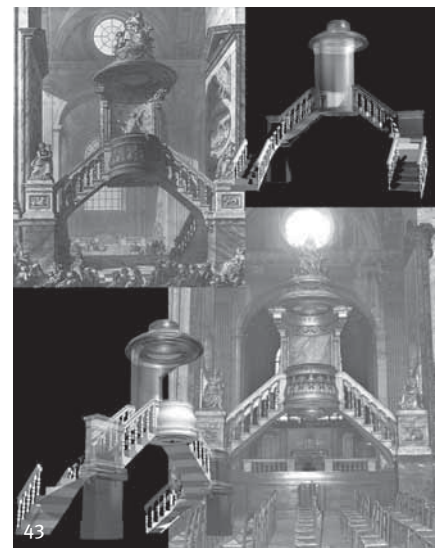


La sua regola proiettiva è affine a quella della prospettiva, con la differenza che le rette proiettive sono parallele e che il piano intersecante è la superficie di uno dei corpi. Dal contenuto del suo *Brouillon project d'une atteinte aux evenemens des rencontres du Cone avec un Plan* (Paris 1639), ispirato all'opera di Apollonio di Perga, risulta che le teorie sulle sezioni coniche possono avere diverse applicazioni: *touchant la Perspective, Touchant les Monstres de l'heure au Soleil,*

Da una parte furono costruite sempre meno opere stereotomiche per la

Alors que la perspective qui fixe la relation exacte entre les corps dans l'espace fut généralement employée comme instrument de représentation aussi bien par les peintres que par les architectes, la stéréotomie, comme

branche de la géométrie projective, se définit, de de l'Orme à Frézier, en passant par l'analyse théorique de Desargues, comme la discipline qui étudie les intersections des corps dans l'espace. Sa règle projective a des affinités avec celle de la perspective, sauf que les droites projectives sont parallèles et que le plan d'intersection est la surface d'un des corps. Du contenu de son Brouillon project d'une atteinte aux événemens des rencontres du Cone avec un Plan (Paris 1639), inspiré de l'ouvrage d'Apollonio de Perga, il apparaît que les théories sur les sections coniques peuvent avoir différentes applications : touchant la Perspective, touchant les Monstres de l'heure au soleil, touchant la coupe des pierres de taille. Desargues, dans son Brouillon project²³, soutient qu'il n'y a aucunes différences entre la manière de figurer, représenter n'importe quelle chose en perspective (centre de projection "propre" - droites convergentes) et la manière de la représenter en géométrie (centre de projection "impropre" - droites



43. Scala aerea con gradini ad incastro: pulpito a Saint-Sulpice, Parigi. Reale/virtuale
Escalier aérien à marches emboîtées: pupître à Saint-Sulpice, Paris. Réel/virtuel
44. Scala aerea con gradini ad incastro: pulpito a Saint-Sulpice, Parigi. Modello infografico
Escalier aérien à marches emboîtées: pupître à Saint-Sulpice, Paris. Modèle infographique
45. Scala aerea con gradini ad incastro: pulpito a Saint-Sulpice, Parigi. Modello infografico
Escalier aérien à marches emboîtées: pupître à Saint-Sulpice, Paris. Modèle infographique



progressiva incapacità delle maestranze di ‘leggere’ i disegni architettonici esecutivi che applicavano i principi della stereotomia (i tempi erano maturi per la rivoluzione mongiana); dall’altra il pensiero illuminista che nell’Encyclopédie (1751-1772) ebbe la sua massima codificazione, sancì il cambiamento dei rapporti tra teoria e pratica. Nella suddivisione della Storia Naturale, l’art du trait géométrique è classificata tra le arti della memoria storica, negandone così la razionalità e scientificità; e nella contemporanea pubblicazione dell’Essai sur l’architecture dell’Abate Laugier, la costruzione stereotomica si definisce come smisurata bizzarra. [fig. 43, fig. 44, fig. 45]

I trattati successivi all’opera di Frézier, seppur numerosi –Menand (1757), Simonin (1792), J.B. Rondelet (1802), J. P. Douliot (1825), L.L. Vallée (1828), J.A. Adhémar (1840), C.F.A. Leroy (1844), E. Le Jeune (1872), J. Pilliet (1887), L. Monduit (1889), A. Denis (1889), J. Chaix (1890), H. Sinaud (1890),

E. Rouché e Ch. Brisse (1893), C. J. Toussaint (1902), M. Bousquet (1912), E. Tachon (1914)– lasciano chiaramente intendere una rarefazione speculativa della disciplina che costituisce, tranne qualche rara eccezione, una riproduzione delle opere precedenti ed un allontanamento progressivo dalla Architettura. La gran parte di questi trattati, usando le regole della doppia proiezione ortogonale teorizzata da Monge, rapportano applicazioni di geometria descrittiva ad elementi di stereotomia ‘classica’. Inoltre la vocazione al virtuosismo formale dei modelli stereotomici è usata didatticamente per la formazione dei giovani allievi delle scuole politecniche. [fig. 46]

Le tecniche di taglio finalizzate alla costruzione e messa in opera degli elementi architettonici sono ormai quasi del tutto assenti, se non per le volte semplici.

Jean-Baptiste Rondelet e la trasformazione della stereotomia da ‘arte del taglio delle pietre’ a ‘scienza del taglio delle pietre’

Tra tutti i trattati, degno di nota distintiva è il *Traité théorique et pratique de l’art de bâtir* di Jean-Baptiste Rondelet, stampato a Parigi tra il 1802-17 (succ. 1827-29, 1838): J. M. Pérouse de Montclos osserva come esso conservi ancora tutte le qualità dei grandi trattati del XVIII secolo. Rondelet, fondatore dell’École Polytechnique, insegnante dal 1799 all’Institut d’Architecture, tenne dal 1806 la cattedra di Stereotomia ed Ingegneria Civile all’École des Beaux Arts. Nell’epocale separazione pedagogica tra École Polytechnique e École des Beaux Arts, la stereotomia rimase una delle pochissime aree di interesse comune tra le due scuole. La disciplina stereotomica, meglio di qualsiasi altra, è in grado di favorire nell’allievo lo sviluppo della capacità di ‘vedere’ e costruire lo spazio.

80

parallèles), parce que les deux sont les espèces d’un même genre qui peuvent être énoncées et démontrées grâce aux mêmes concepts. [fig. 38, fig. 39, fig. 40, fig. 41, fig. 42]

Le déclin des études stéréotomiques et le début de la “modernité” : d’une vision tridimensionnelle de l’espace à une vision analytique

A partir de 1750, à la suite d’un changement d’attitude culturelle, on assista peu à peu à la régression théorico-pratique de la stéréotomie et de ses applications sur les chantiers. D’un côté, on construisit moins d’ouvrages de cette sorte en raison de la progressive incapacité des maîtres d’œuvre à “lire” les dessins architectoniques d’exercice qui appliquaient les principes de la stéréotomie (les temps étaient mûrs pour la révolution mongienne) ; de l’autre, la pensée des Lumières qui dans l’Encyclopédie (1751-1772) eut sa codification la plus complète, sanctionna le changement des rapports entre théorie et pratique. Dans la subdivision

de l’Histoire Naturelle, l’art du trait géométrique est classé parmi les arts de la mémoire historique, oblitérant ainsi sa rationalité et son caractère scientifique. Au point que l’Abbé Laugier, dans une publication de la même époque, l’Essai sur l’Architecture, définit la construction stéréotomique comme mesure bizarre. [fig. 43, fig. 44, fig. 45]

Les traités qui ont succédé à l’ouvrage de Frézier, pourtant nombreux –Menand (1757), Simonin (1792), J.B. Rondelet (1802), J.P. Douliot (1825), L.L. Vallée (1828), J.A. Adhémar (1840), C.F.A. Leroy (1844), E. Lejeune (1872), J. Pilliet (1887), L. Monduit (1889), A. Denis (1889), J. Chaix (1890), H. Sinaud (1890), E. Rouché et Ch. Brisse (1893), C.J. Toussaint (1902), M. Bousquet (1912), E. Tachon (1914) – laissent clairement apparaître une rarefaction spéculative de la discipline qui, à quelques exceptions près, ne consiste qu’en une reproduction d’ouvrages précédents et s’éloigne progressivement de l’Architecture. La plupart de ces traités qui utilisent les règles de la

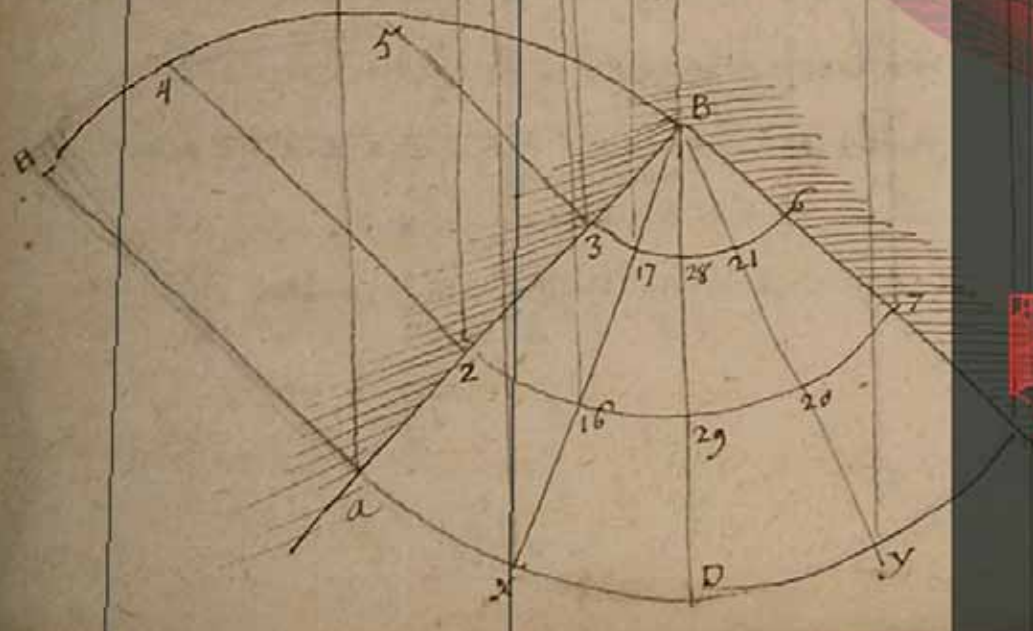
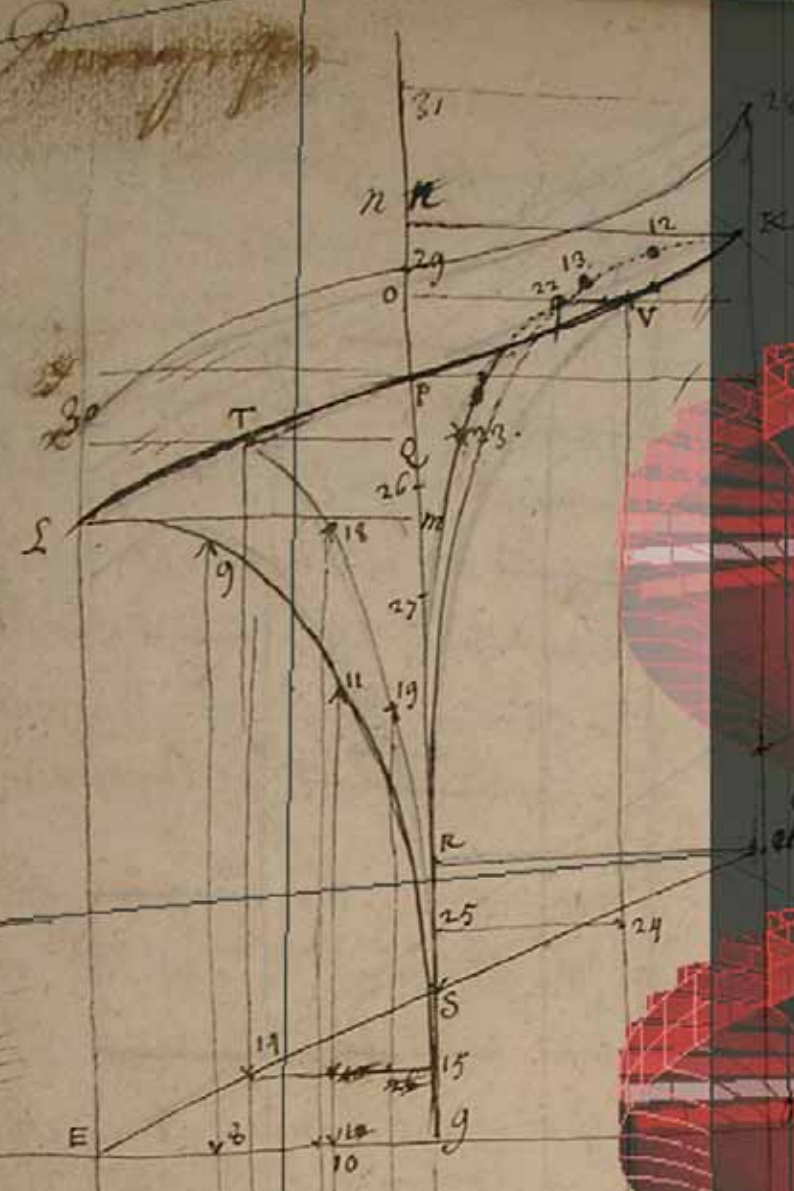
double projection orthogonale théorisée par Monge, emploient les applications de la géométrie descriptive dans des éléments de stéréotomie “classique”. Par ailleurs, la vocation à la virtuosité formelle des modèles stéréotomiques entraîne leurs emplois didactiques dans la formation des jeunes élèves des écoles polytechniques. [fig. 46]

Les techniques de coupe finalisées à la construction et à la mise en œuvre d’éléments architectoniques sont désormais presque complètement absentes, à l’exception des voûtes simples.

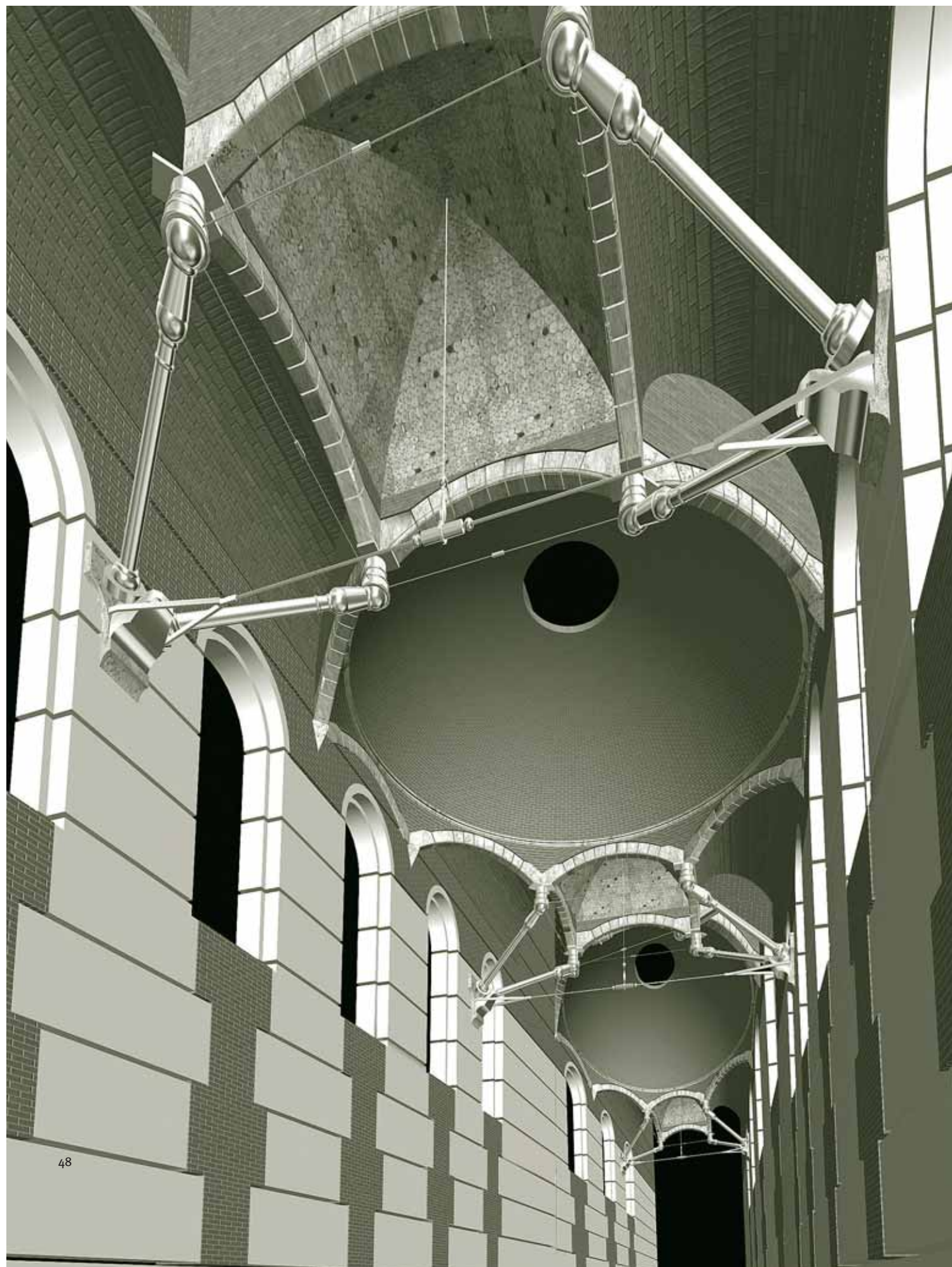
Jean-Baptiste Rondelet e la trasformazione della stéréotomie d’ “art de la coupe des pierres” en “science de la coupe des pierres”

De tous ces traités, le *Traité théorique et pratique de l’art de bâtir* de Jean-Baptiste Rondelet, imprimé à Paris entre 1802-17 (éditions suivantes : 1827-29, 1838) est digne d’une note distinctive. J.M. Pérouse de Montclos lui attribue encore toutes les qualités des grands traités du XVIII

Parabola







L'evoluzione a carattere scientifico-assiomatico della stereotomia agli inizi dell'ottocento seguì le sorti delle discipline matematiche, che in questo periodo furono soggette ad un processo di 'riorganizzazione' e di 'riduzione'. Dal punto di vista matematico, la Stereotomia non è che un settore parziale della Geometria Descrittiva, in cui sono trattate le curve ed i piani di sezione dei corpi geometrici che si intersecano e le proiezioni di queste curve e di questi piani. Quindi la Stereotomia da originaria 'arte del taglio delle pietre' si trasformò, tra la fine del settecento e gli inizi dell'ottocento, 'in scienza del taglio delle pietre', ossia in una disciplina fondamentale per la formazione tecnica del professionista ingegnere o architetto. L'impiego dei nuovi materiali come il ferro e la ghisa imposero all'architettura del nuovo secolo di ripensare il passato in termini moderni. Eugène Viollet-Le-Duc ereditò il lascito stereotomico ponendolo a fondamento teorico su cui edificare i pensieri e

linguaggi contemporanei, dando loro forma in maniera ingegnosa per mezzo di un ideale geometrico assoluto. [fig. 47, fig. 48]
In Italia, nell'ambito degli studi sulla geometria descrittiva e analitica, che trovano spazio nelle scuole politecniche di derivazione francese, spiccano personalità di studiosi interessati a specifiche ricerche sulle superfici geometriche e questioni analitiche di stereotomia. La geometria del compasso di Lorenzo Mascheroni, pubblicata a Pavia nell'anno V della Repubblica Francese, si inserisce in quel ritorno di interesse per la geometria pura che comincia a caratterizzare la nuova didattica. Altri esempi coevi sono le lezioni parzialmente tradotte di Géométrie descriptive di Gaspard Monge; gli *Éléments de géométrie* di Legendre (1794); la Memoria sopra un problema stereotomico di Gianfrancesco Malfatti del 1803: dove la stereotomia è vista come l'arte di tagliare le pietre (o solidi) per ricavarne 'oggetti', che

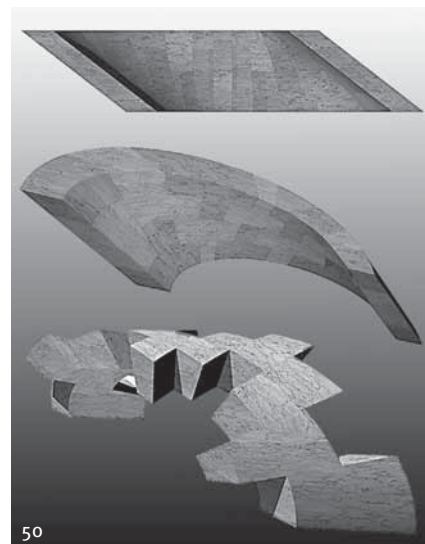
siècle.

Rondelet, fondateur de l'Ecole Polytechnique, professeur depuis 1799 à l'Institut d'Architecture, occupa, à partir de 1806, la chaire de Stéréotomie et de Génie Civil à l'Ecole des Beaux-Arts. A cette époque de séparation pédagogique entre Ecole Polytechnique et Ecole des Beaux-Arts, la stéréotomie demeura une des rares disciplines communes aux deux écoles.

La discipline stéréotomique, mieux que toute autre, est en mesure de favoriser chez l'élève le développement de sa capacité de "voir" et de construire l'espace. L'évolution à caractère scientifique-axiomatique de la stéréotomie, au début du XIX siècle, connut le sort des disciplines mathématiques qui, à cette période, furent l'objet d'un processus de "réorganisation" et de "réduction". D'un point de vue mathématique, la Stéréotomie n'est qu'un secteur partiel de la Géométrie descriptive, dans laquelle sont traités les courbes et les plans de section des corps géométriques

qui se coupent et les projections de ces courbes et de ces plans. D' "art de la coupe des pierres", la Stéréotomie se transforma, entre la fin du XVIII siècle et le début du XIX, en "science de la coupe des pierres", c'est-à-dire en une discipline fondamentale pour la formation technique des ingénieurs et des architectes. L'emploi des nouveaux matériaux, tels que le fer et la fonte, imposa à l'architecture du nouveau siècle de repenser le passé en termes modernes. Eugène Viollet-Le-Duc héritait le legs stéréotomique en le mettant à fondement théorique sur quoi édifier les pensées et les langages contemporains, leur donnant forme ingénieusement par un idéal géométrique absolu. [fig. 47, fig. 48]

En Italie, dans le cadre des études de géométrie descriptive et analytique qui trouvent place dans les écoles polytechniques de dérivation françaises, la personnalité de savants intéressés par les recherches spécifiques sur les surfaces géométriques et les questions analytiques de stéréotomie se détache



46. Studio di scala su volta a ventaglio rampante, tratto dal manoscritto di M. De la Hire dal corso di architettura stereotomica dell'ENPC
Etude d'escalier sur voûte en éventail rampant, tiré du manuscrit de M. De la Hire du Cours d'architecture stéréotomique de l'ENPC
- 47-48. Composizioni in muratura e ghisa di E. E. Viollet - Le-Duc tratte da *Entretiens sur l'Architecture*, Paris, 1863
compositions en maçonnerie et acier d'E. Viollet - Le-Duc tiré d'Entretiens sur l'Architecture, Paris, 1863
49. Arco obliquo, biais passé
Arc biais passé: intrados et hypographie
50. Arco obliquo, biais passé con direttrice ellittica
Arc biais passé à directrice elliptique
51. Operazioni Booleane tra solidi
Opérations Booléennes entre solides

da un punto di vista puramente matematico definiscono una certa regolarità con il minimo spreco di materiale. Degna d'interesse è anche La Nota di Stereotomia sopra i cunei dei ponti in isbieco di Antonio Bordini, professore di matematica pura elementare nell'Università di Pavia, stampata a Milano nel 1826 in cui si legge: "...Alcuni discorsi da me uditi, da giovani ingegneri..., relativi ai cunei di una fronte di un ponte avente la superficie interna cilindrica ordinaria ma obliqua alla fronte stessa, mi hanno indotto a pubblicare la presente nota di stereotomia, persuaso che essa sarà aggradita non solo da questi medesimi giovani ingegneri, ma ben anco da chiunque debba o voglia occuparsi di siffatti ponti o di analoghi lavori essendovi in essa esposte e dimostrate proposizioni sufficienti per determinare i detti cunei, cioè per trovare tanto i loro spigoli quanto i loro angoli sì piani che solidi..". Un problema, questo, di speculazione teorico-pratica che ha più di mezzo millennio di storia,

dalla descrizione che ne fa Villard de Honnecourt fino a quella di Bordini. [fig. 49, fig.50]

Sullo stato attuale delle ricerche stereotomiche

La ricognizione sullo stato attuale delle ricerche stereotomiche, permette di comprenderne le evoluzioni e le potenziali ricadute operative in essa implicitamente contenute. Permette, inoltre, di tentare una possibile ri-collocazione speculativa della disciplina che ha ormai perso l'originario primato didattico. Allo stato attuale le ricerche in ambito internazionale, in base alle nostre conoscenze, sono portate avanti, a diverse scale di approfondimento, in tre ambiti disciplinari:

- primo fra tutti quello della 'storia dell'architettura' (A),
- seguito da quello della 'rappresentazione dell'architettura' (B),
- per terminare, a grande distanza, con quello della 'progettazione architettonica' (C)²⁴.

In quest'ultimo settore, che è quello

di nostra specifica competenza, le ragioni della sua attualità risiedono nella forte affinità concettuale con lo sviluppo dei sistemi integrati CAD/CAM, che assicurano i requisiti fondamentali della stereotomia, e cioè esattezza progettuale e di precisione esecutiva. In questo contesto i modelli di grafica computerizzata assumono un significato peculiare. Essi apportano qualcosa d'inedito nella storia della modellazione, qualcosa che li distingue da altri modelli precedenti: la loro natura sincretica. Ciò nei processi informatici è garantito dalla confluenza in un'unica forma di modellazione di più forme analitico-conoscitive diverse tra loro. In questa maniera si può arrivare ad una nuova unificazione dei saperi (geometrici, formali, matematici, statici, meccanici, costruttivi, ecc.) propria dell'architetto antico (classico). Nello specifico caso della stereotomia, lo sviluppo degli algoritmi matematici applicati alle tecnologie di modellazione infografica, ha consentito la descrizione-

du lot. La géométrie du compas de Lorenzo Mascheroni, publiée à Pavie en l'an V de la République Française s'insère dans le retour d'intérêt pour la géométrie pure qui commence à caractériser la nouvelle didactique. D'autres exemples contemporains sont des leçons partiellement traduites de Gaspard Monge ; Les Éléments de géométrie de Legendre (1794). Dans le Mémoire sur un problème stéréotomique de Gianfranco Malfatti de 1803, la stéréotomie est vue comme l'art de tailler les pierres (ou les solides) pour en tirer des "objets" qui, d'un point de vue purement mathématique, définissent une certaine régularité avec un minimum de perte de matériaux. La Note de Stéréotomie sur les voussoirs des ponts en biais d'Antonio Bordini, professeur de mathématiques pures élémentaires à l'Université de Pavie, imprimée à Milan en 1826, est également digne d'intérêt. On y lit : "Certains discours que j'ai entendu tenir à de jeunes ingénieurs..., concernant les arches d'un pont ayant une surface interne cylindrique ordinaire

mais oblique au parement de ce pont, m'ont poussé à publier la présente note de stéréotomie, persuadé qu'elle sera appréciée non seulement par ces jeunes ingénieurs mais aussi par quiconque devrait ou voudrait s'occuper de cette sorte de ponts ou d'ouvrages analogues, car elle expose et démontre des propositions suffisantes pour déterminer ces voussoirs, c'est-à-dire pour trouver et leurs arêtes et leurs angles aussi bien plans que solides...". C'est un problème de spéculation théorique-pratique qui a plus d'un demi-millénaire d'histoire, depuis la description qu'en fait Villard de Honnecourt jusqu'à celle de Bordini. [fig. 49, fig.50]

De l'état actuel des recherches stéréotomiques

La description de l'état actuel des recherches stéréotomiques permet d'en comprendre les évolutions et les potentielles retombées opérationnelles qu'elle contiennent. Elle permet, par ailleurs, de tenter de reconférer un caractère spéculatif possible à une

discipline qui a désormais perdu tout primat didactique. En l'état actuel, les recherches internationales, sur la base de nos connaissances, sont poursuivies, à différents degrés d'approfondissement, dans trois domaines disciplinaires :

- tout d'abord dans l' "histoire de l'architecture" (A),
- puis, dans la "représentation de l'architecture" (B),
- enfin, loin derrière, dans la "conception du projet architectonique" (C)²⁴.

Dans ce dernier secteur, qui est celui de notre compétence spécifique, les raisons de son actualité résident dans une forte affinité conceptuelle avec les systèmes intégrés CAD/CAM qui assurent les qualités fondamentales de la stéréotomie, à savoir l'exactitude de la conception et la précision exécutive. Dans ce contexte, les modèles de graphisme informatisé prennent une signification particulière. Ils apportent quelque chose d'inedit dans l'histoire de la modélisation, quelque chose qui les distingue des précédents : leur

costruzione, geometricamente esatta, di qualsiasi superficie complessa. I limiti connessi all'elaborazione discreta (modellazione poligonale) di una forma sono stati rimossi definitivamente. La ricaduta immediata, in una logica di aggiornamento disciplinare, è la possibilità di progettare con esattezza teorica i 'luoghi geometrici' delle complesse architetture stereotomiche e costruirli con altrettanto rigore. L'aggiornamento informatico delle tecniche stereotomiche risulta oggi più che mai foriero di sostanziali innovazioni. Il passo decisivo da compiere a nostro avviso è la totale informatizzazione della fase esecutiva di produzione del 'pezzo-concetto'. L'argomentazione è ovviamente rivolta agli attuali sistemi integrati CAD/CAM che consentono, al progettista contemporaneo di essere autore anche della fase esecutiva dell'opera. Quindi l'aggiornamento delle tecniche stereotomiche deve necessariamente passare oggi attraverso una fase di smaterializzazione informatica-virtuale

al fine di riconquistare nuova e maggiore perfezione materica. Risulta importante quindi, investigare il ruolo del 'modello' nella progettazione architettonica stereotomica nel passaggio da realtà materica a realtà virtuale e viceversa. Un percorso dunque che va dal 'modello fisico', rappresentativo anche del *trait géométrique* (tracciato geometrico), a quello virtuale della modellazione tridimensionale infografica CAD, a quello materico CAM. La stereotomia contemporanea si scontra nell'immediato con i diversi tipi di materiali presenti sul mercato, naturali o artificiali, e con le diverse tecniche di lavorazione. Immediatamente conseguente è un diverso approccio al concetto di 'taglio', base della stereotomia classica. Se per questa l'etimo 'taglio' vuol dire principalmente 'asportazione di materiale' (lavorazione in positivo), per le tecniche contemporanee può anche voler dire 'addizione di materiale' (lavorazione in negativo). In entrambi i casi, il tema del taglio, in sottrazione

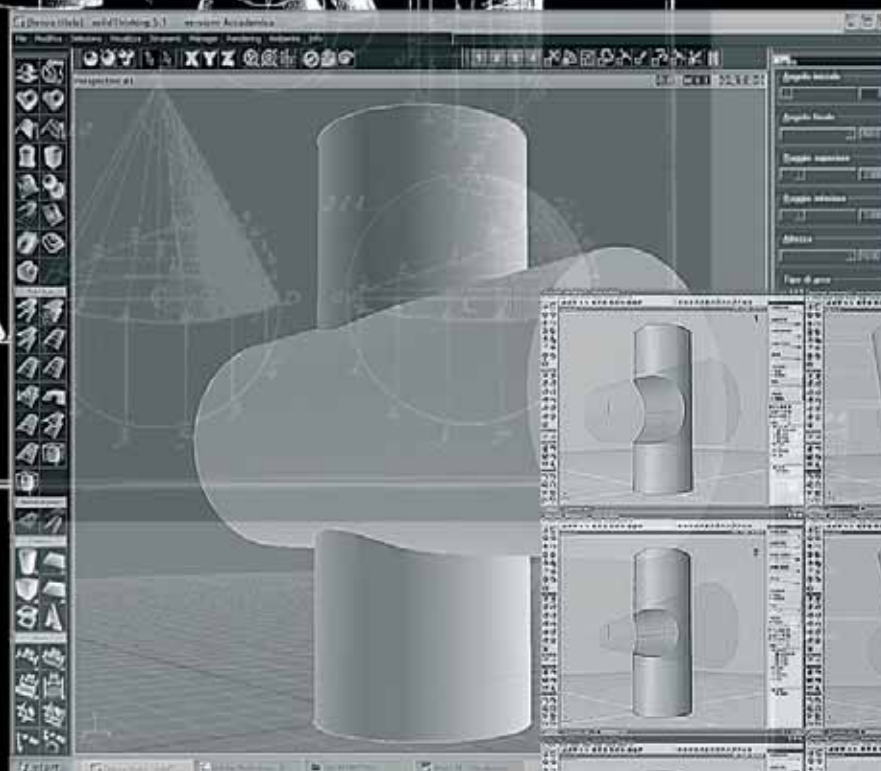
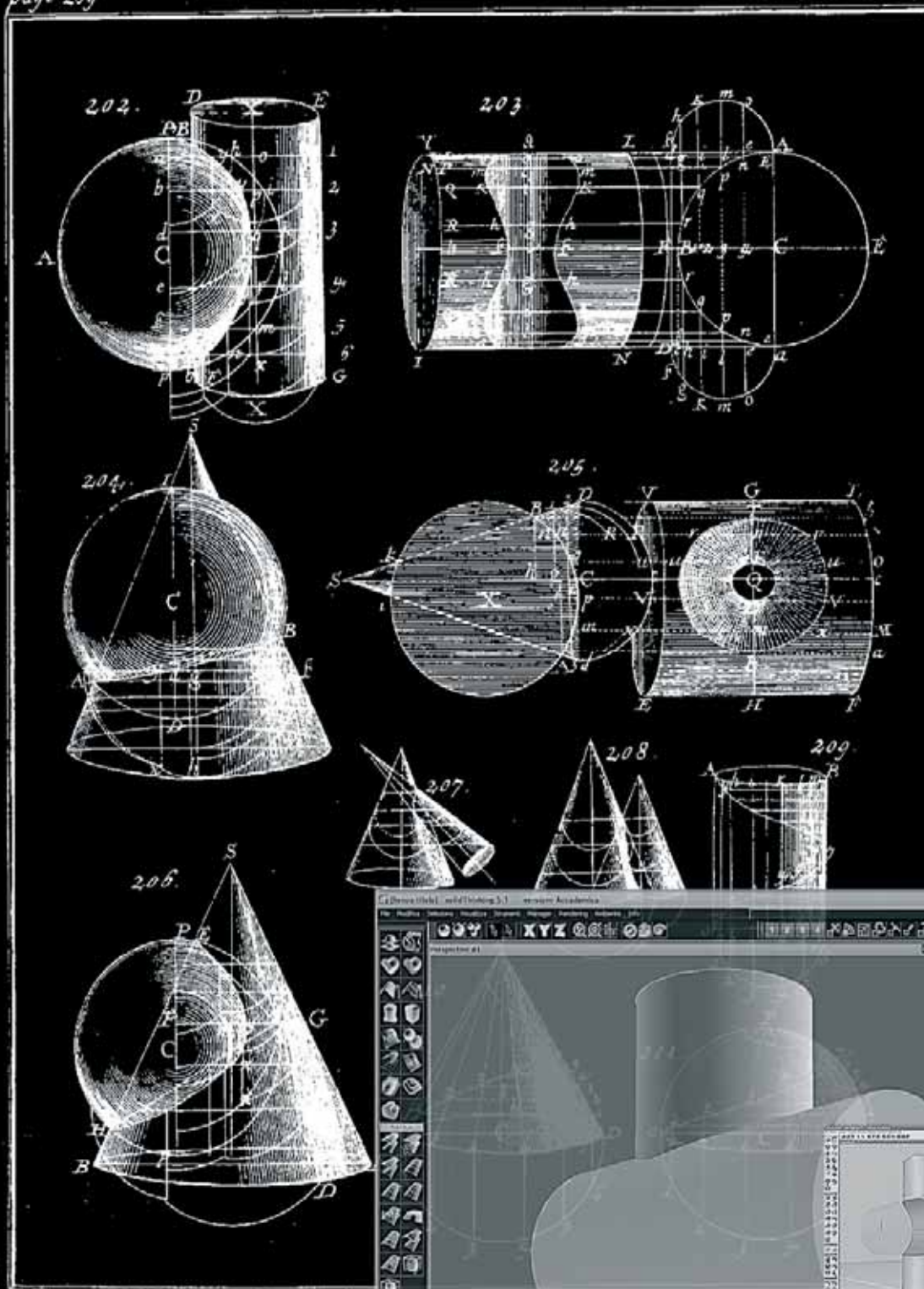
o addizione, resta alla base della conoscenza disciplinare. Per questi motivi riteniamo che la disciplina stereotomica, e le proprie ragioni ontologiche, siano da considerarsi una categoria critica fondante per un possibile aggiornamento teorico-pratico del progetto di architettonica contemporaneo. [fig. 51]

86

nature synchrétique. Dans les processus informatiques, cela est garanti par la convergence dans une seule forme de modélisation de plusieurs formes analytiques et cognitives, différentes entre elles. De cette manière, on pourrait assister à une nouvelle unification des savoirs (géométriques, formels, mathématiques, statiques, mécaniques, constructifs, etc.), retrouver l'unité qui caractérisait l'architecte classique. Dans le cas particulier de la stéréotomie, le développement des algorithmes mathématiques appliqués aux technologies de modélisation infographique a permis la description-construction, géométriquement exacte, de n'importe quelle surface complexe. Les limites liées à l'élaboration discrète (modélisation polygonale) d'une forme ont été balayées définitivement. Une retombée immédiate, dans une logique de mise à jour disciplinaire, est la possibilité de concevoir avec l'exactitude théorique requise les "lieux géométriques" des complexes architectures stéréotomiques et de les

construire avec la même rigueur. La mise à jour informatique des techniques stéréotomiques est aujourd'hui et plus que jamais porteuse de substantielles innovations. Le pas décisif à accomplir, à notre avis, est la totale informatisation des phases exécutives de la production de la "pièce-voussoir". Cette argumentation concerne naturellement les actuels systèmes intégrés CAD/CAM qui permettent à l'architecte contemporain d'être également les auteurs de la phase exécutive de l'ouvrage. La mise à jour des techniques stéréotomiques doit donc nécessairement passer, aujourd'hui, à travers une phase de dématérialisation informatique-virtuelle afin de reconquérir une nouvelle et plus grande perfection matérielle. Il est donc important d'étudier le rôle du "modèle" dans la conception architectonique stéréotomique, de son passage de la réalité matérielle à la réalité virtuelle et vice-versa. Un parcours, donc, qui va du "modèle physique", qui représente également le *trait géométrique* à

celui, virtuel, de la modélisation tridimensionnelle infographique CAD, à celui, matériel, CAM. La stéréotomie contemporaine se heurte, dans l'immédiat, aux différents types de matériaux présents sur le marché, naturels ou artificiels et aux différentes techniques de travail. Cela entraîne une nouvelle approche du concept de "coupe", base de la stéréotomie classique. Si, pour cette dernière, le terme "coupe" veut principalement dire "soustraction de matériau" (travail en positif), pour les techniques contemporaines il peut également signifier "addition de matériau" (travail en négatif). Dans les deux cas, le thème de la coupe, en soustraction ou en addition, demeure à la base de la connaissance disciplinaire. Pour cette raison, nous pensons que la discipline stéréotomique, et ses propres raisons ontologiques, doivent être considérées comme une catégorie critique fondante pour une mise à jour théorico-pratique possible du projet d'architectonique contemporain. [fig. 51]



note

1. Joseph Dulaud, l'allegria di Villebois, Onesto Compagnon Passante Tagliatore di Pietra del Dovere: "... Fate dei ponti, fate delle scale, dei rampanti dalle curve gioiose e delle tombe di una mano pietosa, seguendo i riti del mestiere..."
2. Monge insegna matematica a Mézières dal 1766, alla partenza di Bossut. S'impegna molto in quest'incarico, per circa venti anni. Prosegue le sue ricerche, presentando molte memorie all'Accademia delle scienze, concernenti la geometria differenziale, la geometria descrittiva, il calcolo delle variazioni, il calcolo combinatorio.
3. Un blocco è una pietra tagliata che attraversa lo spessore del muro, il che sottintende che due di queste facce devono essere perfettamente piane e parallele ma anche di squadra con i letti di posa e di attesa come le facce dei giunti verticali.
4. Philibert de l'Orme svela, nel suo trattato del 1567, la totalità di un sapere fino ad allora trasmesso in gran segreto nell'ambito della corporazione: l'arte del trait. Costituito progressivamente tra il XII e XIV secolo nei paesi del Langue d'Oc, l'arte del tracciato degli épures permettendo il dominio dei volumi complessi dà luogo, grazie all'opera stampata, alla costituzione di un nuovo capitolo delle arti liberali. La stereotomia nel XVII secolo, la descrittiva nel XVIII secolo

scandiranno l'evoluzione di ciò che diventerà una scienza nelle mani dei matematici mentre gli architetti svilupperanno la visione 'artistica' inaugurata dal XVI secolo da De l'Orme. Philippe Potié, autore di Philibert de l'Orme, figura del pensiero costruttivo.

5. Jean-Marie Pérouse de Montclos, L'Architecture a la Francaise du milieu du XV siècle à la fin du XVIII siècle, Paris, Picard, 1982, p. 85
6. Charles-Félix-Augustin Leroy, Traité de stéréotomie..., Bachelier, Paris 1844, Avertissement.
7. Chaix, J., Traité de la coupe des pierres. La stéréotomie, H. Chairgrasse fils, Paris 1890, Avant- Propos.
8. C. J. Toussaint da Manuels Roret, nouveau Manuel Complet de la Coupe des Pierres, Paris chez Leonce Laget, 1981 – (la prima edizione del 1902 è introvabile), Avant-Propos, Bibliografia
9. Jean-Marie Pérouse de Montclos, op.cit.
10. 3 vol., J. D. Doulsseker le fils, Strasbourg; L. H. Guérin, Paris, 1737-39 - succ. 1754, 1769, 1980, Libro I
11. Geometria plure praesidia prestat Architecturae - La Geometria dispensa più difese all'Architettura. N.d.A.
12. Jousse, Mathurin, Le Secret d'Architecture, decouvrant fidèlement les traits Géométriques, Coupes & Dérobemens

nécessaires dans les Bastimens, La Flèche 1642 con privilegio del 1635

13. Derand, François, L'Architecture des voûtes Ou l'Art Des Traits, Et coupe Des Voutes..., Paris 1643 - succ. 1743, 1755
14. La Ruë, Jean Baptiste De, Traité de la coupe des pierres, Imprimerie Royale, Paris 1728 -succ. 1764, 1858
15. G. Guarini, Euclides Adauctus et Methodicus..., Torino, 1671. e G. Guarini, Caelestis Mathematicae..., Milano, 1683
16. Mueller, Werner, The authenticity of Guarini's Stereotomy in his Architettura Civile, in "Journal of Society of Architectural Historians", n. XXVII (1968), pp. 202-8.)
17. François Blondel, Cours D'Architecture Enseigné Dans l'Academie Royale D'Architecture, Paris, 1675.
18. Charles Augustin Daviler, Cours D'Architecture qui comprend Les Ordes De Vignole,....Paris, 1694.
19. Chéreau, Jean, Livre d'architecture, ms n. 2280 biblioteca municipale Gdansk (Danzica), 1567-74
20. Guarini, Guarino, Architettura civile, postuma, 2 vol., Torino 1737 - succ. London 1964, Milano 1968
21. Bosse, Abraham, La Pratique du Trait a preuves de Mr. Desargues Lyonnois, pour la Coupe des Pierres en l'Architecture, Paris 1643.

88

notes

1. Joseph Dulaud, la Gaieté de Villebois, Honnête Compagnon Passant Tailleur de Pierre du Devoir : "...Fais des ponts, fais des escaliers, des rampants aux courbes joyeuses et des tombeaux d'une main pieuse, suivant les rites du métier..."
2. Monge enseigne les mathématiques à Mézières à compter de 1766, au départ de Bossut. Il s'investira beaucoup dans cette tâche, pendant presque 20 ans. Il poursuit ses recherches, présentant plusieurs mémoires à l'Académie des sciences, concernant la géométrie différentielle, la géométrie descriptive, le calcul des variations, la combinatoire
3. Un parpaing est une pierre taillée qui traverse l'épaisseur du mur ce qui sous-entend que deux de ces faces doivent être parfaitement planes et parallèles mais aussi d'équerres avec les lits de pose et d'attente ainsi que les faces de joints verticaux.
4. Philibert De L'Orme livre en 1567 dans son traité l'intégralité d'un savoir jusqu'alors transmis sous le sceau du secret dans le cadre corporatif : l'art du trait. Constitué progressivement entre le XIIIe et XIVe siècle dans les pays de langue d'Oc, l'art du tracé des épures permettant la maîtrise de volumes complexes va donner lieu, grâce à l'ouvrage imprimé, à la constitution d'un nouveau chapitre des arts libéraux. La stéréotomie

au XVIIIe siècle, la descriptive au XVIIIe siècle scanderont l'évolution de ce qui deviendra une science dans les mains des mathématiciens pendant que les architectes développeront la vision 'artistique' inaugurée dès le XVIe siècle par De l'Orme. Philippe Potié auteur de Philibert Delorme, figure de la pensée constructive.

5. Jean-Marie Pérouse de Montclos, L'Architecture à la Française du milieu du XV siècle à la fin du XVIII siècle, Paris, Picard, 1982, p. 85
6. Charles-Félix-Augustin Leroy, Traité de stéréotomie..., Bachelier, Paris 1844, Avertissement.
7. Chaix, J., Traité de la coupe des pierres. La stéréotomie, H. Chairgrasse fils, Paris 1890, Avant- Propos.
8. C. J. Toussaint dans Manuels Roret, nouveau Manuel Complet de la Coupe des Pierres, Paris chez Leonce Laget, 1981 – (la première édition de 1902 est introuvable), Avant-Propos, Bibliographie
9. Jean-Marie Pérouse de Montclos, op.cit.
10. 3 vol., J. D. Doulsseker le fils, Strasbourg; L. H. Guérin, Paris, 1737-39 – éd. succ. 1754, 1769, 1980, Livre I
11. Geometria plure praesidia prestat Architecturae - La Géometrie dispensa plus de défense à l'Architecture. N.d.A.
12. Jousse, Mathurin, Le Secret d'Architecture, decouvrant fidèlement les traits

Géométriques, Coupes & Dérobemens nécessaires dans les Bastimens, La Flèche 1642 avec privilège de 1635

13. Derand, François, L'Architecture des voûtes Ou l'Art Des Traits, Et coupe Des Voutes..., Paris 1643 – éd. succ. 1743, 1755
14. La Ruë, Jean Baptiste De, Traité de la coupe des pierres, Imprimerie Royale, Paris 1728 –éd. succ. 1764, 1858
15. G. Guarini, Euclides Adauctus et Methodicus..., Turin, 1671. et G. Guarini, Caelestis Mathematicae..., Milan, 1683
16. Mueller, Werner, The authenticity of Guarini's Stereotomy in his Architettura Civile, in "Journal of Society of Architectural Historians", n. XXVII (1968), pp. 202-8.
17. François Blondel, Cours D'Architecture Enseigné Dans l'Académie Royale D'Architecture, Paris, 1675
18. Charles Augustin Daviler, Cours D'Architecture qui comprend Les Ordres De Vignole,....Paris, 1694
19. Chéreau, Jean, Livre d'architecture, ms n. 2280 Bibliothèque Municipale de Gdansk (Danzig), 1567-74
20. Guarini, Guarino, Architettura civile, éd. posthume, 2 vol., Turin 1737 - éd. succ. Londres 1964, Milan 1968
21. Bosse, Abraham, La Pratique du Trait à preuves de Mr. Desargues Lyonnois, pour la Coupe des Pierres en l'Architecture, Paris 1643

2. L'arte della stereotomia

22. Guarini, Guarino, op. cit., 2 vol., Torino 1737 . cap III, 7, osservazione X
23. Desargues, Girard, 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
24. Sullo stato attuale delle ricerche stereotomiche in Francia, Inghilterra, Italia, Spagna, Stati Uniti

allegati
A | B.

Ricerche di storia dell'architettura e rappresentazione dell'architettura

I più importanti studi dedicati alla stereotomia, sono di carattere prettamente storico, e sono prevalentemente dedicati alla “maniera nazionale”, alle tecniche costruttive, alla storia della geometria descrittiva, ma anche alle tecniche della rappresentazione architettonica. Fra i maggiori contributi si annoverano quelli di studiosi le cui pubblicazioni hanno fortemente indirizzato la ricerca sulla disciplina stereotomica. Jean-Marie Pérouse de Montclos, già direttore di ricerca presso il CNRS in Francia, ha prodotto la miglior strutturazione storica sulla stereotomia (l'Architecture à la Française, Parigi 1982) prestando attenzione ai precedenti studi di René Taton (L'Oeuvre Scientifique de Monge, Parigi 1951, e L'Histoire de la Géométrie Descriptive, Parigi 1954), e agli importanti lavori di Anthony Blunt (Philibert Delorme, Londra 1958), Werner

Mueller (The authenticity of Guarini's Stereotomy in his Architettura Civile, 1968). Importantissimo il contributo di Robin Evans svolto presso MIT Cambridge Mass (La trompe di Anet, 1988 e The Projective Cast, 1995) in cui la lettura geometrica trova una forte strutturazione teorica dell'architettura. Seguono i contributi storici su Philibert Delorme di Françoise Boudon e Jean Blécon (Philibert Delorme..., Parigi 1985), di Dominique Bonnet Saint-Georges (Philibert de l'Orme lyonnais, Lione, 1993) e di Philippe Poiré (Philibert Delorme: figures de la pensée constructive, Parigi 1996). Sulla storia della scienza della rappresentazione architettonica è da annoverare il contributo di Joel Sakarovich (Théorisation d'une pratique, pratique d'une théorie. Des traitées de coupe des pierres à la géométrie descriptive, tesi di dottorato, Parigi 1989, Epures d'architecture, de la coupe des pierres à la géométrie descriptive, XVIe – XIXe siècles, Bâle/Boston/Berlin, Birkhäuser, 1998). In Italia vanno segnalati gli studi di Antonio Becchi sull'impostazione del prof. Edoardo Benvenuto sulla storia della statica dei sistemi voltati (Genova 1998); mentre per quanto attiene alla geometria descrittiva, si segnalano i contributi di Mario Docci, Riccardo Migliari e Carlo Bianchini sulla stereotomia di Guarino Garini (1994); il contributo di Filippo Camerota (Prospettiva aedificandi. Ottica, stereotomia e architettura obliqua, tesi di dottorato, Firenze 1994); l'interessante contributo scientifico-metodologico di Camillo Trevisan (Per la storia della Stereotomia, IUAV 1999); e quello di Andrea

Giordano sulla genesi e la forma dei sistemi voltati e cupolati (Cupole Volte e altre superfici, Torino 1999).

Tra le ricerche spagnole, in linea metodologica con quelle francesi, sottolineiamo i contributi di: José Carlos Palacios (studi condotti dal 1986 a Madrid), Santiago Huerta Fernandez (studi condotti dal 1990 a Madrid), Antonio Bonet Correa (studi condotti dal 1993 a Madrid), Enrique Rabasa Diaz (studi condotti dal 1994 a Madrid; Forma y construcción en piedra, de la cantería medieval a la estereotomía del siglo XX. Ed Akal. Madrid 2000), José Calvo López (studi condotti dal 1998 a Madrid). Sulle ricerche della stereotomia spagnola evidenziamo il contributo di Sergio Luis Sanabria (studi condotti dal 1982) presso la Princeton University. Il taglio comune dato a queste ricerche risiede nell'analisi della trattatistica storica sull'argomento e sulla capacità analitica di decrittare impostazioni teoriche, sintassi formali, tecniche costruttive, e modi operativi.

C.

Ricerche stereotomiche nell'ambito della Progettazione dell'Architettura

Italia

Le uniche ricerche in Italia sono, a nostra conoscenza, quelle condotte dalla nostra Facoltà. Francia e Usa

Tra le più avanzate linee di ricerca vanno ricordati i contributi pionieristici di Bernard Cache in Francia e Preston Scott Cohen negli Stati Uniti.

89

22. Guarini, Guarino, op. cit., 2 vol., Turin 1737 . chap III, 7, observation X
23. Desargues, Girard, 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
24. De l'état actuel des recherches stéréotomiques en France, Angleterre, Italie, Espagne, Etats-Unis

annexes

A | B

Recherches d'histoire de l'architecture et representation de l'architecture

Les plus importantes études consacrées à la stéréotomie, sont de caractère spécifiquement historique, et sont surtout consacrées à la “manière nationale”, aux techniques de construction, à l'histoire de la géométrie descriptive, mais aussi aux techniques de la représentation architectonique. Parmi les contributions les plus significatives, on compte celles de chercheurs dont les publications ont fortement orienté la recherche sur la discipline stéréotomique. Jean-Marie Pérouse de Montclos, ancien directeur de recherche au CNRS, en France, a produit la meilleure structuration historique sur la stéréotomie (l'Architecture à la Française, Paris 1982) tout en tenant compte des précédentes études de René Taton (L'Oeuvre Scientifique de Monge, Paris 1951, et L'Histoire de la Géométrie Descriptive, Paris 1954), et des importants travaux d'Anthony Blunt (Philibert Delorme, Londres 1958), Werner

Mueller (The authenticity of Guarini's Stereotomy in his Architettura Civile, 1968). Dans la contribution capitale de Robin Evans du MIT Cambridge Mass (La trompe de Anet, 1988 et The Projective Cast, 1995) la lecture géométrique trouve une forte implantation théorique de l'architecture. Les contributions historiques sur Philibert Delorme de Françoise Boudon et Jean Blécon (Philibert Delorme..., Paris 1985), de Dominique Bonnet Saint-Georges (Philibert de l'Orme lyonnais, Lione, 1993) et de Philippe Poiré (Philibert Delorme: figures de la pensée constructive, Paris 1996) leur font suite. Sur l'histoire de la science de la représentation architectonique il faut citer la contribution de Joël Sakarovich (Théorisation d'une pratique, pratique d'une théorie. Des traitées de coupe des pierres à la géométrie descriptive, thèse de doctorat, Paris 1989, Epures d'architecture, de la coupe des pierres à la géométrie descriptive, XVIe – XIXe siècles, Bâle/Boston/Berlin, Birkhäuser, 1998). En Italie, il faut signaler les études d'Antonio Becchi sur le point de vue du prof. Edoardo Benvenuto sur l'histoire de la statique des systèmes voûtés (Gênes 1998); Quant à la géométrie descriptive, on signale les contributions de Mario Docci, Riccardo Migliari et Carlo Bianchini sur la stéréotomie de Guarino Guarini (1994); la contribution de Filippo Camerota (Prospettiva aedificandi. optique, stéréotomie et architecture oblique, thèse de doctorat, Florence 1994); l'intéressante contribution scientifique-méthodologique de Camillo Trevisan (Pour l'histoire de la stéréotomie, IUAV 1999); et celle d'Andrea Giordano sur la genèse et la forme des systèmes voûtés et à coupole (Coupole Voûtes et autres surfaces, Turin 1999). Parmi les recherches

espagnoles, alignées méthodologiquement sur les françaises, nous remarquerons les contributions de: José Carlos Palacios (études effectuées à Madrid depuis 1986), Santiago Huerta Fernandez (études effectuées à Madrid depuis 1990), Antonio Bonet Correa (études effectuées à Madrid depuis 1993), Enrique Rabasa Diaz (études effectuées à Madrid depuis 1994; Forma y construcción en piedra, de la cantería medieval a la estereotomía del siglo XX. Ed Akal. Madrid 2000), José Calvo López (études effectuées à Madrid depuis 1998). Concernant les recherches sur la stéréotomie espagnole nous signalerons la contribution de Sergio Luis Sanabria (études effectuées depuis 1982) à la Princeton University. Ces recherches présentent toutes une analyse des traités historiques sur le sujet et sont caractérisées par une capacité analytique à en déchiffrer les positions théoriques, les syntaxes formelles, les techniques de constructions, et les modes opérationnels.

C.

Recherches stereotomiques dans le cadre du “projet d'architecture”

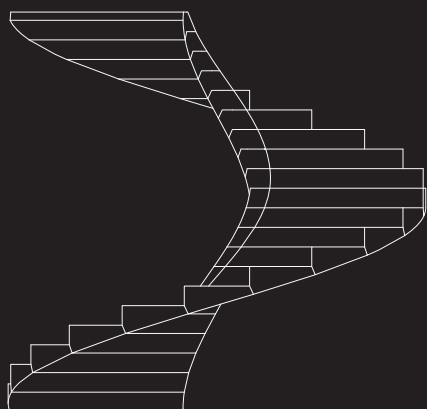
Italie

Les seules recherches en Italie sont, à notre connaissance, celles qui sont conduites par notre Faculté.

France et Etats-Unis

Parmi les lignes de recherche les plus avancées, il faut mentionner les contributions pionnières de Bernard Cache en France et de Preston Scott Cohen aux Etats-Unis.

2. L'art de la stéréotomie



Escalier 'Ridolfi': costruire in pietra
portante oggi

Escalier 'Ridolfi': construire en pierre
portante aujourd'hui

3

3.1.

Il progetto architettonico

Claudio D'Amato
Giuseppe Fallacara

La realizzazione del progetto Escalier Ridolfi è stata un'azione collettiva che ha visto insieme alla Facoltà di Architettura del Politecnico di Bari la partecipazione attiva:

- dell'impresa 'Leopizzi 1750' di Parabita (Lecce), che ha concretamente reso possibile la realizzazione dell'opera fornendo la pietra, allestendo il cantiere nella sua sede di Parabita, assicurando la direzione dei lavori fino al suo collaudo;
- del Compagnon du Devoir Luc Tamborero di Saint Gilles (Gard, Languedoc Roussillon) che ha realizzato tutti i gradini della scala;
- di Marc Vinches con Michel Suteau e Christian Buisson dell'École de Mines di Alès, Equipe Génie Civil, che hanno operato il calcolo ad elementi discreti della struttura;
- dell'impresa Mele che ha proceduto alla realizzazione di un gradino in pietra leccese e di uno in marmo di Carrara con progettazione esecutiva cad/cam e taglio con una macchina a controllo numerico OMAG a cinque

assi, ai fini del raffronto fra tempi e costi di lavorazione con l'opera prodotta manualmente.

Claudio D'Amato e Giuseppe Fallacara

L'opera, montata a secco e armata con cavi in acciaio inox ai fini di una sua pre-sollecitazione in mancanza di muri d'ambito, vuole contribuire a sciogliere alcuni nodi critici che riguardano l'impiego della pietra nell'architettura contemporanea:

- come adoperare la pietra oggi secondo i principi della sua tettonica, e non contro di essi?
- come immettere da subito sia nel progetto che nella sua costruzione-realizzazione le tecnologie informatiche?
- come superare l'aporia più vistosa nell'uso contemporaneo della pietra, quella della contrapposizione fra struttura e involucro?
- come vincere l'oltraggio della forma architettonica 'irresponsabile', resa possibile oggi dall'ingegnerizzazione del progetto?

92

Le projet architectonique

Claudio D'Amato
Giuseppe Fallacara

La réalisation du projet Escalier Ridolfi est le fruit d'une action collective qui a associé activement la Faculté d'Architecture du Polytechnique de Bari et :

- de Marc Vinches, Michel Suteau, Christian Buisson et Robert Perales de l'Ecole des Mines d'Alès, Equipe du Génie Civil, qui ont effectué le calcul à modèles discrets de la structure;
- l'entreprise 'Leopizzi 1750' de Parabita (Lecce) qui a concrètement rendu possible la réalisation de l'ouvrage en fournissant la pierre, en installant le chantier à son siège de Parabita et en assurant la direction des travaux jusqu'à leur réception;
- du Compagnon du devoir Luc Tamborero de Saint-Gilles (Gard, Languedoc-Roussillon) qui a réalisé manuellement toutes les marches de l'escalier;
- de l'entreprise 'Frères Mele' qui a procédé à la réalisation d'une marche en pierre de Lecce et d'une autre en marbre de Carrare par conception exécutive cad/cam et coupe avec une machine

à contrôle numérique OMAG à cinq axes, afin de comparer les temps et les coûts du travail avec l'ouvrage réalisé manuellement.

Claudio D'Amato et Giuseppe Fallacara

Le projet de cet ouvrage, monté à sec et armé avec des cables en acier inox afin d'obtenir une précontrainte en l'absence de murs de soutènement, veut contribuer à défaire certains nœuds critiques qui concernent l'emploi de la pierre dans l'architecture contemporaine :

- comment l'employer aujourd'hui selon les principes de sa tectonique et non contre eux?
- comment introduire dès maintenant les technologies informatiques aussi bien au niveau du projet qu'à celui de sa construction-réalisation?
- comment dépasser l'aporia la plus évidente dans l'emploi contemporain de la pierre qui est celle de l'opposition entre structure et enveloppe?
- comment combattre l'outrage de la forme architectonique 'irresponsable'?

La legge geometrica che ha presieduto alla nascita della forma è individuabile nella tradizione delle scale elicoidali a pianta circolare del tipo a Caracol de Mallorca. La specificità di queste opere stereotomiche risiede nel principio che il singolo gradino - 'unità di base' -, opportunamente conformato, viene reiterato polarmente per costruire l'intera scala. Questa, a montaggio avvenuto, risulterà perfettamente rispondente ai criteri di unità geometrica propri della stereotomia, grazie alla perfetta continuità e aderenza delle superfici che definiscono i singoli gradini. In particolare la scala realizza una 'volta' elicoidale spingente, definita da più parametri, di natura statico-geometrica, che condizionano le superfici di inviluppo del sistema gradino-rampa. La superficie di intradosso della 'volta' è un elicoide rigato retto, detto anche a piano direttore, perché le generatrici sono tutte parallele ad un piano, nella fattispecie quello orizzontale. Questa superficie può essere immaginata

come una rototraslazione completa (360°) di un segmento di retta intorno ad un asse verticale. La superficie effettiva della rampa elicoidale è limitata all'interno e all'esterno da due eliche cilindriche, una delle quali, ad esempio quella esterna (di pendenza pari al rapporto alzata-pedata), può coincidere con l'elica direttrice data, mentre la seconda, di passo uguale alla prima, è ottenibile come sezione dell'elicoide con un cilindro coassiale e di diametro minore e, dunque, con pendenza maggiore. Anche il 'cordone' centrale della scala è una superficie di rototraslazione di un arco di cerchio intorno all'asse verticale della scala. Le superfici verticali di chiusura della scala sono porzioni di superfici cilindriche. Le superfici di contatto dei vari conci/gradino sono piane (per ovvi motivi statico-realizzativi), inclinate di 90° rispetto alla pendenza della rampa, calcolata sul suo asse di calpestio. L'ipotesi statica alla base della progettazione della scala, consiste nell'assenza mutua, sia delle murature

d'ambito (per il contenimento delle forze orizzontali), che del solaio di arrivo (per l'eliminazione di spostamenti dei conci) e nell'inserimento di armature interne alla massa lapidea (trazione dei cavi e compressione della 'volta') che assicurano l'equilibrio globale dell'opera.

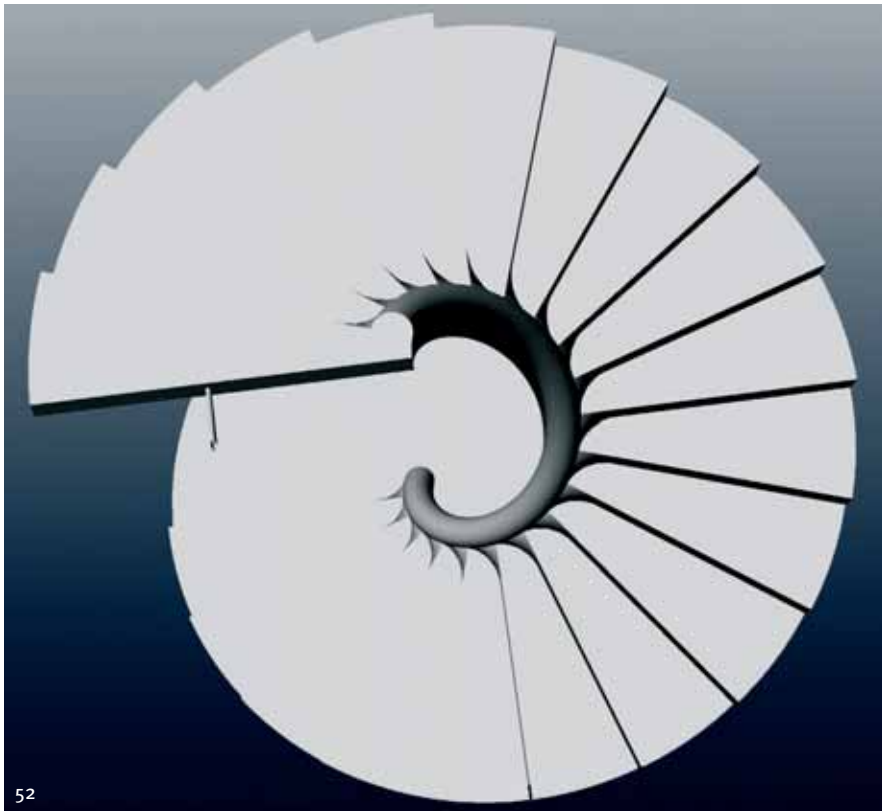
Il problema consiste nella scomposizione della volta in elementi 'gradino', dalla geometria semplificata di blocchi convessi poliedrici e assemblaggi ripetitivi, al fine di poterne calcolare le tensioni, su specifici software agli elementi discreti. Lo scopo è quello di valutare numericamente i valori di presollecitazione centrata del cavo, che passerà nel nucleo centrale di ogni elemento. Sarà infine previsto un secondo cavo di sicurezza che fungerà da armatura passiva all'interno del 'cordone' centrale della scala. [fig. 52, fig. 53, fig. 54, fig. 55, fig. 56]

93

rendu aujourd'hui possible par l' 'ingénierisation' du projet? La loi géométrique qui a présidé à la naissance de la forme est repérable dans la tradition des escaliers hélicoïdaux à plan circulaire du type à Caracol de Mallorca. La spécificité de ces ouvrages stéréotomiques réside dans le principe que la marche - 'unité de base' -, opportunément coupés, est réitérée en réseau polaire pour construire tout l'escalier. Celui-ci, une fois appareillé, sera parfaitement conforme aux critères d'unité géométrique propres à la stéréotomie, grâce à une parfaite continuité et adhérence des surfaces qui définissent chaque marche. En particulier, l'escalier réalise une 'voûte' hélicoïdale poussante, définie par différents paramètres, de nature statico-géométrique, qui conditionnent les surfaces d'enveloppe du système marche-rampe. La surface d'intrados de la 'voûte' est un hélicoïde réglé droit, dit aussi à plan directeur, parce que les génératrices sont toutes parallèles à

un plan, en l'espèce le plan horizontal. Cette surface peut être imaginée comme une rototranslation complète (360°) d'un segment de droite autour d'un axe vertical. La surface effective de la rampe hélicoïdale est limitée à l'intérieur et à l'extérieur par deux hélices cylindriques, l'une desquelles, par exemple celle de l'extérieur (d'inclinaison égale au rapport contremarche-giron), peut coïncider avec l'hélice directrice donnée, tandis que la seconde, de pas égal à la première, peut s'obtenir comme section de l'hélicoïde avec un cylindre coaxial et de diamètre inférieur et, donc, avec une inclinaison supérieure. Le 'limon' de l'escalier est également une surface de rototranslation d'un arc de cercle autour de l'axe vertical de l'escalier. Les surfaces verticales de fermeture de l'escalier sont des portions de surfaces cylindriques. Les surfaces de contact des différents voussoirs-marches sont planes (pour des motifs statiques et constructifs évidents), inclinées à 90° par rapport à la pente de la rampe, calculée sur son axe de piétinement.

L'hypothèse statique à la base du projet de l'escalier repose sur l'absence mutuelle aussi bien de maçonneries de soutènement (afin de contenir les forces horizontales) que d'un palier d'arrivée (pour éliminer les déplacements des voussoirs) et sur l'introduction d'armatures intérieures à la masse de pierre (traction de câbles et compression de la 'voûte') qui assurent l'équilibre global de l'ouvrage. Un des problèmes du projet réside dans la décomposition de la voûte en éléments 'marches', à la géométrie simplifiée des assemblages répétitifs de blocs convexe polyédriques et, afin de pouvoir en calculer la tension, au moyen de logiciels à modèles discrets. Le but est d'évaluer numériquement les valeurs de précontrainte centrée du câble, qui passera dans le noyau central de chaque élément. Enfin, on a prévu un second câble de sécurité qui joue le rôle d'armature passive dans la partie arrondie servant de limon interne à l'escalier. [fig. 52, fig. 53, fig. 54, fig. 55, fig. 56]



52

94



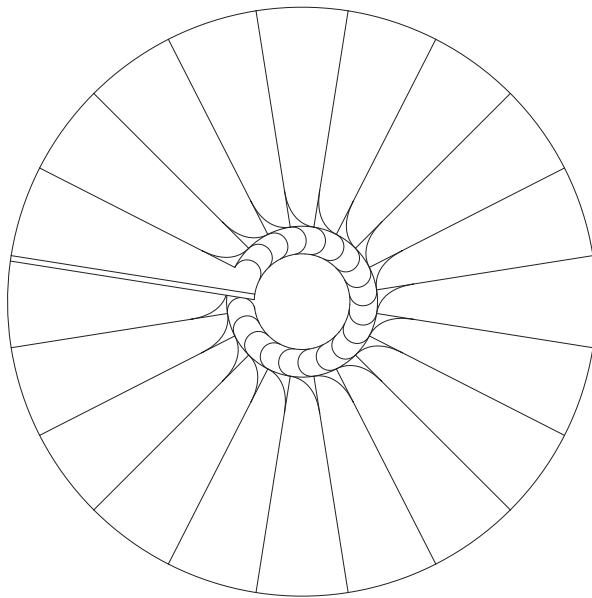
53

- 52. Modello infografico. Vista dall'alto
Modèle infographique. Vue du haut
- 53. Modello scala realizzato con macchina a
prototipazione rapida. Vista dall'alto
Maquette escalier réalisée avec machine à
prototypation rapide. Vue du haut
- 54. Modello scala realizzato con macchina a
prototipazione rapida
Maquette escalier réalisée avec machine à
prototypation rapide





3. Escalier Ridolfi: costruire in pietra portante oggi



56



57

97

- 55. Realizzazione del modello
infografico. Particolare cavo d'acciaio
Réalisation du modèle infographique.
Particulier câble d'acier
- 56. Pianta del modello infografico
Plan du modèle infographique
- 57. Modello infografico. Particolare vista
dall'alto
Modèle infographique. Particulier vue du
haut

3. Escalier Ridolfi: construire en pierre portante aujourd'hui

3.2. Il calcolo strutturale agli elementi discreti

Marc Vinches
Robert Perales
Christian Buisson

Gli insiemi di blocchi con giunti a secco, senza malta, come quelli del progetto per una scala che ci ha proposto la Facoltà di Architettura del Politecnico di Bari, costituiscono un caso di studio particolare, poiché è vano volerli studiare utilizzando modelli continui, come se l'insieme di gradini costituisse un unico elemento. Si è allora fatto ricorso a modelli discreti, basati sulla la natura composita della struttura. Fra i metodi possibili di modellazione a blocchi, abbiamo utilizzato quello della dinamica non regolare dei contatti, sviluppato da Jean-Jacques Moreau e Michel Jean¹, e più recentemente implementato in un codice di calcolo tridimensionale LMGC90®^{2,3}. In generale, per ottenere un percorso omogeneo dei carichi di una struttura a blocchi di notevole apparecchiatura, occorre una metodologia rigorosa. E' tipico il caso dell'architettura antica, per la quale è necessario innanzitutto integrare le conoscenze degli architetti e quelle degli archeologi per definire la geometria dell'opera, blocco per blocco

quando possibile, a partire dai rilievi e dalle conoscenze accumulate durante le diverse campagne di restauro del monumento. Dopo questa fase di raccolta-dati, è necessario definire i disegni geometrici necessari al calcolo. E' consuetudine determinare per ciascun blocco: i vertici e le caratteristiche d'inerzia in rapporto ad un riferimento fisso; le caratteristiche del riferimento fisso in rapporto ad un riferimento generale; la posizione del suo centro di gravità in rapporto al riferimento generale, la velocità di calcolo in ogni momento d'analisi. Attraverso un opportuno algoritmo, il software gestisce le condizioni di contatto di ogni blocco con quelli adiacenti, in modo da produrre situazioni di equilibrio che verificano le leggi della dinamica localmente e globalmente, operando specifiche ipotesi sulle leggi di attrito tra i blocchi. Queste leggi dipendono in generale da molteplici parametri, i cui valori sono ottenuti con test realizzati in laboratorio 'all'antica' su provini di

98

Le calcul structurel aux éléments discrets

Marc Vinches
Robert Perales
Christian Buisson

Les ensembles de blocs à joints secs, c'est-à-dire sans mortier, tels que le projet d'escalier que nous a soumis l'Université de Bari, sont particuliers dans la mesure où il est illusoire de vouloir les étudier en utilisant des modèles continus, comme si l'ensemble des marches constituait une seule pièce. On a alors recours à des modèles discrets, qui rendent compte de la constitution de la structure en blocs de pierre appareillés. Parmi les méthodes possibles de modélisation par blocs, nous pouvons utiliser la méthode de la dynamique non régulière des contacts, développée par Jean-Jacques Moreau, et Michel Jean¹, et plus récemment implémentée dans un code de calcul tridimensionnel LMGC90®^{2,3}. Dans un cadre plus général, l'obtention d'une descente de charges réaliste sur les divers blocs constituant une structure en grand appareil nécessite de suivre une méthodologie rigoureuse. Il faut d'abord intégrer les connaissances des architectes et archéologues pour définir la géométrie de l'ouvrage bloc

par bloc, autant que cela est possible, à partir des relevés de géométries de surface, et des expériences accumulées lors des diverses campagnes de restauration du monument. Après cette phase de collecte des données, il faut utiliser des outils de conception graphique pour fournir les données géométriques nécessaires au calcul. Typiquement, il convient de fournir pour chaque bloc, ses sommets, ses caractéristiques d'inertie par rapport à un repère fixe, les caractéristiques du repère fixe par rapport à un repère général, la position de son centre de gravité dans le repère général, sa vitesse à chaque pas de temps du calcul. Par un algorithme adapté, le logiciel gère des conditions de contact de chaque bloc avec ses voisins, de façon à aboutir à des situations d'équilibre qui vérifient les lois de la dynamique à un niveau local, et à un niveau global pour l'ensemble de la structure, en faisant des hypothèses particulières sur les lois de frottement entre blocs. Ces lois de frottement dépendent en général

pietra, della stessa natura di quella utilizzata in opera, con simulazione degli stati delle superfici al taglio di queste pietre.

I risultati che fornisce il modello riguardano lo spostamento dei blocchi, il numero di contatti che assicurano gli equilibri tra i blocchi, i carichi ed eventualmente le compressioni su ogni blocco.

Diventa così possibile, con riferimento ai provini di rottura eseguiti in laboratorio sulla pietra che costituisce l'opera, stimare il margine di sicurezza per gli elementi della struttura o eseguire una classificazione dei blocchi più sollecitati.

La figura 58 presenta l'opera nel suo insieme, e un dettaglio della geometria dei conci di un pilastro del secondo livello del Pont du Gard, su un'arcata di 19,20 metri. Si notino gli archi a tre arcate sovrapposte, che poggiano su pilastri formati da strati di blocchi, alternativamente in numero di 4 e di 2 per filare.

La figura 59 presenta il modello di

34.843 blocchi costituenti l'opera. Si noti in particolare la restituzione dell'apparechiatura dei blocchi sul pilastro del secondo livello, senza le pietre sporgenti, che se sono necessarie al loro sollevamento e a quello dell'attrezzatura di cantiere, non hanno influenza meccanica sul comportamento d'insieme dell'opera. Mettere sotto carico il modello è una sfida per il calcolo, dato che – ai fini della simulazione meccanica – il modello reale presenta imperfezioni geometriche che è complesso riprodurre nel modello virtuale, soprattutto per quel che riguarda i conci degli archi.

In un primo studio, dal momento che non conosciamo i passaggi temporali di messa in opera degli archi a distanza di circa 2000 anni, abbiamo simulato il comportamento meccanico della struttura, ipotizzando la sua messa in carico tutta in una volta. I risultati ottenuti considerando il peso proprio della struttura danno indicazioni molto interessanti sulla differente ripartizione

de plusieurs paramètres, et les valeurs de ces derniers sont obtenues par des tests réalisés en laboratoire sur des échantillons de pierre, de même nature que celle utilisée dans l'ouvrage, avec simulation des états de surfaces par taille de ces pierres, 'à l'ancienne'. Les résultats que fournit la modélisation concernent les déplacements des blocs, les nombres de contacts, les répartitions des forces assurant les équilibres entre les blocs, les charges et éventuellement les contraintes sur chaque bloc. Par rapport à des critères de rupture identifiables en laboratoire sur la pierre constituant l'ouvrage, il devient alors possible d'estimer une marge de sécurité sur des éléments de l'ouvrage, ou un classement des blocs les plus chargés. La figure 58 présente l'ouvrage réel, avec en médaillon un détail de la géométrie des pierres constituant un pilier du deuxième niveau du Pont du Gard, sur une arche d'ouverture 19,20 mètres. On notera les arcs à 3 rouleaux précédemment décrits, qui reposent sur piliers formés

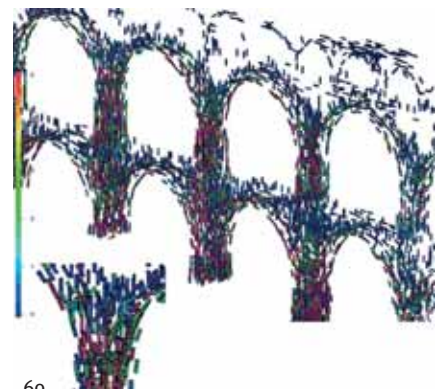
de lits de blocs, alternativement au nombre de 4 et de 2 blocs par niveau. La figure 59 présente le modèle de 34.843 blocs constituant l'ouvrage. On remarquera en particulier la restitution de l'appareil (arrangement relatif des blocs) sur le pilier du deuxième étage, allégée des éléments saillants, qui, s'ils sont nécessaires à la construction pour supporter des équipements de chantier, n'ont pas d'influence mécanique importante, sur le comportement de l'ensemble de l'ouvrage. La mise en charge du modèle constitue un défi dans la mesure où il conviendrait de simuler l'ordre de pose des pierres, et notamment la mise en place des voussoirs des arches en simulant mécaniquement l'effet des décintrages. Dans une première étude, parce que des données précises sur les phasages de mise en œuvre ne sont pas disponibles, et que leur influence, 2000 ans après, s'est sans doute réduite, nous avons simulé la mise en charge la structure en un seul temps. Les résultats sous poids propre donnent des indications



58



59



60

58. Vista generale e parziale dell'opera reale
Vue générale et partielle de l'ouvrage réel

59. Modello numerico generale e dettaglio di un pilastro
Modèle numérique général et détail d'un pilier

60. Visualizzazione delle forze applicate ai blocchi
Visualisation des forces appliquées sur les blocs

degli sforzi sui diversi blocchi di pietra. Si noti in particolare in figura 6o che il ricorso centrale delle arcate inferiori (non ammorsato a quelli laterali), riprendendo i carichi dei pilastri del piano superiore, centrati su di esso, è significativamente più caricato rispetto ai ricorsi esterni. Parimenti, si noterà che i blocchi della struttura del primo piano sono più caricati in corrispondenza delle basi dei pilastri del secondo piano che in campata. La scala di colore rappresenta il rapporto degli sforzi su ogni blocco rispetto agli sforzi per blocco. La scala Ridolfi è trattata, relativamente al calcolo, allo stesso modo. La simulazione della precompressione è realizzata mediante l'applicazione di forze locali ai blocchi poliedrici formanti i gradini. La trasformazione virtuale di questi in insiemi di blocchi convessi, e poi la simulazione numerica del loro assemblaggio in un gradino 'monolitico' in senso stretto, è stato l'oggetto del calcolo.

Principi di messa in opera della precompressione

Fase 1

Messa in opera del basamento armato con di barre 'Diwidag': è in pietra dura (R_c superiore a 1.000 bars), con uno spessore di circa 25 cm; ed è stato scavato per uno spessore dell'ordine di 8 cm in modo da incastrarvi il primo gradino. I contatti gradino-basamento si realizzeranno interponendo fra essi fogli di piombo.

Fase 2

Una centina ha consentito di procedere al montaggio della scala, e a disporre i gradini in modo da rispettarne la geometria (spessore dei giunti quanto più costante possibile tra centro e perimetro della scala). Le superfici di contatto tra ogni gradino sono state bocciardate per migliorare l'aderenza della pietra: anche tra esse sono stati interposti fogli di piombo. I gradini sono stati muniti di tre fori: uno centrale sull'asse

della scala, corrispondente all'asse del nocciolo centrale formato dalle superfici di contatto tra i gradini; uno interno, nel quale passa un'armatura passiva del diametro di 16 mm; uno esterno, a 10 cm dal bordo esterno della scala, nel quale passa un cavo di trazione finale. Ogni foro è stato munito di un manicotto di piombo legato ad ogni gradino con una colata di malta bastarda (calce idraulica e cemento bianco, più sabbia fine). La parte superiore del manicotto in piombo è stata limata per facilitare la collocazione, dall'alto della scala, dell'armatura passiva, del cavo centrale di precompressione e del cavo esterno. Il diametro dei manicotti ha dimensioni tali da recuperare le eventuali imprecisioni del tracciato, che dovranno comunque essere minime (un difetto sistematico di impianto, riportato n volte, avrebbe ben presto conseguenze penalizzanti per il rispetto delle geometrie complessive della struttura).

très intéressantes sur la répartition inégale des efforts sur les différents blocs de pierre. On notera en particulier, sur la figure 6o, que le rouleau central, reprenant plus d'efforts dus aux piles de l'étage supérieur, centrées sur lui, est significativement plus chargé que les rouleaux latéraux. De même, on notera que les blocs du tablier du premier étage, sont plus chargés au niveau des bases des piliers du deuxième étage qu'en travée. L'échelle de couleur représente le rapport des efforts sur chaque bloc à la moyenne des efforts par bloc. L'escalier de Ridolfi est traité au niveau calcul de la même façon. La simulation de la précontrainte est faite par l'adjonction de forces locales sur les blocs polyédriques constituant les marches. Le découpage virtuel de celles-ci en ensembles de blocs convexes, puis la simulation numérique de leur assemblage, en une marche 'monolithique' au sens strict, fait que les résultats du calcul ne sont actuellement pas totalement validés.

Principes de mise en œuvre de la précontrainte

Phase 1

Mise en place du socle par mise en tension de barres 'Diwidag' ou équivalent. Le socle, en pierre dure, (R_c supérieure à 1.000 bars) aura une épaisseur d'environ 25 cm, et sera assemblé sur place, soutenu sur trois plots placés à la même côte. Le socle sera engravé sur une épaisseur de l'ordre de 8 cm de façon à y encastrer la première marche qui aura donc une épaisseur différente des autres. Les contacts marche, socle se feront en intercalant des feuilles de plomb, sur l'ensemble des surfaces de contact.

Phase 2

Les éléments de coffrage (cintre général) permettront au fur et à mesure de la montée de l'escalier de procéder à la mise en place des marches de façon à respecter la géométrie (épaisseurs de joints aussi constantes que possibles entre le centre et la périphérie de

l'escalier). Les faces en regard de chaque marche seront bouchardées de façon à maximiser l'adhérence de la pierre de chaque marche avec des feuilles de plomb mises en œuvre entre les marches. Les marches seront équipées de trois trous: un trou central sur l'axe de l'escalier correspondant à l'axe du noyau central formé par les surfaces de contact entre les marches, un trou dit 'intérieur' dans lequel passera une armature passive en diamètre 16 (diamètre ramené à 12 mm en cas de problème majeur de mise en œuvre), un trou dit 'extérieur', à 10 cm de l'extérieur de l'escalier, dans lequel passera un câble de serrage final (câble en acier, diamètre 8 mm, équipé d'une tête en partie haute, d'un système de mise en tension en partie basse: un toron de précontrainte pourrait convenir). Chaque trou sera équipé d'un manchon en plomb lié à chaque marche par un coulis de mortier bâtard (chaux hydraulique et ciment blanc, plus sable fin). La partie supérieure du manchon en plomb sera limée de façon

Fase 3

L'ultimo gradino, che è stato dotato:

- a) sul lato interno di un alloggiamento per una piccola lastra di ripartizione dello sforzo di trazione sull'armatura passiva, con un dado stretto con chiave a manicotto;
 - b) al centro di un alloggiamento per la testa di ancoraggio del cavo di precompressione;
 - c) sul lato esterno di un alloggiamento per una piccola lastra di ripartizione dello sforzo di tensione impresso al cavo esterno;
- ha consentito di procedere alla messa in tensione del cavo centrale, dopo aver disposto l'armatura passiva lasciata leggermente in tensione in a) ed il cavo esterno in b).

Propongo, se A è la superficie totale di contatto tra i gradini e R_c la resistenza a compressione media della pietra, di applicare una forza di precompressione uguale alla più piccola delle due quantità ($1/3 \times A \times R_c$; $(mg) / \sin \alpha$) dove m è la massa della scala, $g=9.81$ N/kg e α è la pendenza della scala

rispetto all'orizzontale. Si verificherà che la lastra di ripartizione della precompressione centrata sull'ultimo gradino non trascini localmente una compressione superiore a R_c . Si potrà interporre, tra la lastra d'ancoraggio ed il gradino, uno spessore di calce (senza ritiro) dell'ordine di 2 cm che assicurerà una diffusione supplementare degli sforzi. Nella parte inferiore della scala, la messa in tensione sotto il basamento non dovrebbe dare problemi. I bordi delle sedi a), b) e c) delle lastre di testa sono stati arrotondati in modo da non avere principi di rottura.

Fase 4:

Riserraggio e messa in tensione dell'armatura interna.

Queste operazioni sono state compiute nella parte nella zona basamentale: normalmente si tratta di una sicurezza destinata ad eventuali, piccoli spostamenti dovuti a irregolare ripartizione degli sforzi generati dalla precompressione centrata.

Fase 5

Disarmo dell'insieme della struttura con sistema a centina telescopica.

101

à faciliter la mise en place depuis le haut de l'escalier, de l'armature passive, du câble central de précontrainte, et du câble externe. Le diamètre des manchons devra être assez grand de façon à rattraper d'éventuelles imprécisions de tracé qui devront être minimales (un défaut systématique d'implantation reporté n fois aurait des conséquences très vite pénalisantes pour le respect de la courbure et des côtes finales de l'ensemble de la structure).

Phase 3

Après la mise en place de toutes les marches, la dernière étant équipée de trois logements:

- a) coté interne: pour une petite plaque de répartition de l'effort de serrage sur l'armature passive, par un écrou serré à la clé à pipe.
- b) au centre: pour la tête d'ancrage du câble de précontrainte (voir côtes mini avec Freyssinet).
- c) coté extérieur: pour une petite plaque de répartition de l'effort de tension

imprimé au câble extérieur, il sera procédé à la mise en tension du câble central. Celle-ci se fera après avoir positionné l'armature passive laissée très légèrement mise en tension en a), et le câble externe en b).

Je propose, si A est la surface totale de contact entre les marches, et R_c la résistance à la compression moyenne de la pierre de mettre une force de précontrainte égale à la plus petite des deux quantités ($1/3 \times A \times R_c$; $(m \cdot g) / \sin \alpha$) où m est la masse de l'escalier, $g = 9,81$ N/kg, et α est la pente de l'escalier par rapport à l'horizontale. On vérifiera que la plaque de répartition de la précontrainte centrée sur la dernière marche n'entraîne pas localement une contrainte supérieure à R_c . On pourra intercaler entre la plaque d'ancrage et la marche une épaisseur de mortier sans retrait, de l'ordre de 2 cm qui assurera une diffusion supplémentaire des efforts. En partie inférieure de l'escalier, la mise en tension sous le socle ne devrait pas poser de problème: - place pour plaque d'ancrage de

dimension suffisante - un logement de 8 cm de profondeur semble une base de départ acceptable (à confirmer avec Freyssinet) - résistance de la pierre dure et épaisseur de pierre participant à la diffusion des contraintes suffisantes. On veillera à arrondir (chanfreiner) les arrêtes des logements a), b) et c) des plaques d'abouts de façon à ne pas avoir d'amorçages de rupture, aux limites des facettes de ces logements.

Phase 4

Resserrage et mise en tension de l'armature interne. Ce resserrage se fera depuis le dessous du socle, à la clé. Il ne s'agit normalement que d'une sécurité destinée à reprendre d'éventuels mouvements légers provoqués par des irrégularités de répartition des efforts engendrés par la précontrainte centrée.

Phase 5

Décintrage de l'ensemble de la structure. Le décintrage se fera avec une coffrage télescopique.

3.3. Il taglio manuale dei gradini in pietra di Lecce

Luc Tamborero

La scala 'Ridolfi' è composta da venti gradini in massello di pietra leccese dalle geometrie complesse. Il loro taglio ha richiesto la messa a punto di una tecnica di approssimazione della superficie finita.

Si descrivono qui di seguito le fasi della realizzazione manuale.

Fase 1: Strumenti portatili moderni di tipo elettrico sono principalmente utilizzati per l'esecuzione delle superfici piane: in genere seghe a disco con pastiglie d'abrasivo diamantate al carburo di tungsteno. Questi strumenti portatili, sempre più presenti nel lavoro dello scalpello contemporaneo, hanno rimpiazzato quelli tradizionali: la lama e la polka. In ogni caso non è possibile ottenere una tolleranza zero con un lavoro manuale: si stima la precisione delle opere tagliate manualmente all'incirca nell'ordine del millimetro.

A partire da un blocco rettangolare di cm 155 x 55 x 27, si realizza una superficie piana sulla faccia maggiore: il controllo della sua planarità si effettua

con la tecnica del 'dégauchi' (livellamento), che consiste nella stima a occhio del parallelismo di due grandi righe posate sul piano. [fig. 61]

Terminato il piano, si applica il calco del gradino. I calchi sono ritagliati da un foglio di legno compensato o di altro materiale morbido e resistente.

Il modello permette di tracciare il contorno del gradino che lo scalpello deve realizzare. [fig. 62]

Fase 2: Per prime sono state realizzate le estremità del gradino, chiamate 'teste'. Queste superfici sono curve, e sono state realizzate con l'aiuto di strumenti pneumatici a percussione, che rimpiazzano quelli tradizionali come il martello e lo scalpello.

Le superfici sono state rifinite con lo *chemin de fer*, uno strumento simile alla pialla del falegname. [fig. 63]

Le facce delle teste sono state tagliate ortogonalmente alla prima faccia piana. E' evidente che se i difetti di livellamento della superficie sono rilevanti, essi si amplificano sulle superfici delle teste.

102

La coupe manuelle des marches en pierre de Lecce

Luc Tamborero

L'escalier 'Ridolfi' est composé de vingt marches massives en pierre de Lecce. La taille de ces marches, qu'elle soit réalisée à la machine numérique ou à la main, demande la mise au point d'une technique d'approche de la surface finie. Nous allons décrire les phases de réalisation que nous avons établies:

Phase 1: les outils modernes électroportatifs sont principalement utilisés pour l'exécution des plans, le tailleur de pierre utilise des disques de coupe avec pastilles d'abrasifs composés de diamants inclus dans un alliage au carbure de tungstène. Ces outils électroportatifs, de plus en plus présents dans les gestes du tailleur de pierre, ont remplacé les outils traditionnels: le taillant et la polka. A partir d'un bloc rectangulaire, de 155 centimètres de long, 55 cm de large et 27 cm de hauteur, un plan est dressé sur la plus grande face.

La tolérance zéro n'étant pas possible à obtenir par le travail manuel, nous estimons au millimètre près la précision

des ouvrages taillés par un artisan.

Le tailleur de pierre définit le plan et le contrôle par la technique du *dégauchi*, qui consiste à estimer à l'œil le parallélisme de deux grandes règles posées sur le plan. [fig. 61]

Le plan terminé, on applique le panneau de la marche. Les panneaux sont découpés dans une feuille de bois contreplaqué ou dans un autre matériau souple et résistant. Le panneau permet de tracer le contour de la marche que le tailleur doit réaliser. [fig. 62]

Phase 2: le tailleur de pierre taille dans un premier temps le contour des extrémités de la marche appelées 'têtes'. Ces surfaces courbes sont réalisées à l'aide d'outils pneumatiques à percussions, qui remplacent les outils traditionnels comme le marteau et le ciseau. Les surfaces sont finies avec le *chemin de fer*, un outil qui s'apparente au rabot du menuisier. [fig. 63]

Les faces des têtes sont taillées d'équerre à la première face plane. Il est évident que si les défauts de planéité

Queste sagome piane (panneaux) dette 'sviluppi' (développés) hanno consentito di ottenere il profilo del gradino sulle superfici di testa, poichè una volta applicate, hanno riacquisito la loro curvatura. [fig. 64]

Tali sagome vengono perfettamente posizionate grazie alla tecnica del livellamento, che permette di allineare gli assi verticali tracciati inizialmente sui pannelli. [fig. 65]

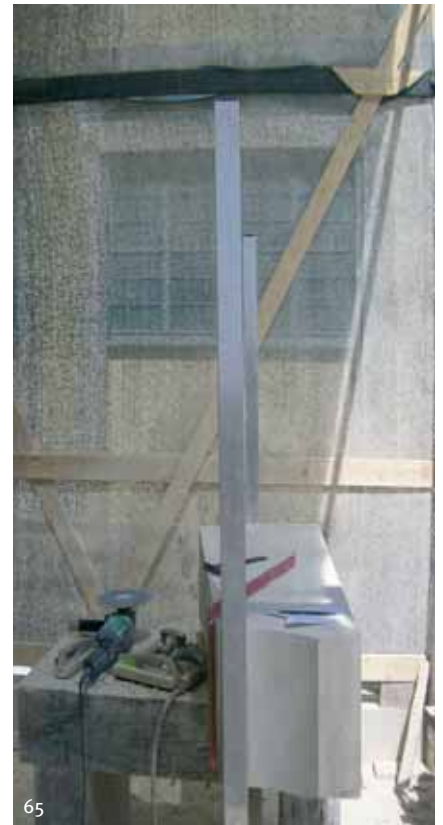
Fase 3: poichè si deve prevedere
- prima di finire il taglio del gradino
- la successiva realizzazione dell'anima centrale elicoidale [fig. 66], è necessario a tal fine lasciare un ingombro opportuno di pietra: infatti a differenza della macchina a controllo numerico, che permette di tagliare direttamente l'anima elicoidale, nella lavorazione manuale si deve approssimarla per gradi [fig. 67]. Poi grazie al beveau (controforma o dima costruita ad hoc) si arriva a tagliare la superficie a doppia curvatura del raccordo fra alzata e anima centrale [fig. 68] la cui forma

de la surface sont importants, ils sont amplifiés sur les faces des têtes.

De nouveaux panneaux sont appliqués sur les surfaces des têtes de la marche. Ces panneaux appelés 'développés', permettent d'obtenir les contours de la marche une fois positionnés à la surfaces des têtes, car le tailleur de pierre, en les appliquant, ré-enveloppe ces panneaux développés. [fig. 64]

Ces panneaux sont parfaitement positionnés grâce à la technique du dégauchi, qui permet d'aligner les axes verticaux tracés préalablement sur les panneaux. [fig. 65]

Phase 3: le tailleur de pierre doit prévoir une réservation pour le travail du noyau hélicoïdal avant de finir la découpe de la marche selon le panneau de la surface plane [fig. 66]. A la différence de la machine numérique qui permet de tailler directement le noyau hélicoïdal, le tailleur de pierre doit l'approcher par étape et tailler dans un premier temps l'encombrement [fig. 67]. Puis grâce au beveau, qui ressemble à une équerre mais est fait pour un emplacement



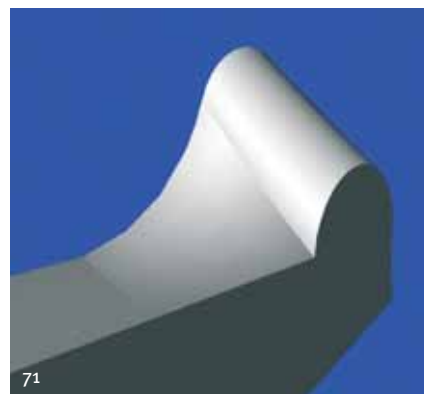
61. Tecnica del livellamento
Technique du nivellement
62. Tracciamento del contorno del gradino
Tracement du contour de la marche
63. Rifinitura con lo 'chemin de fer'
Finissage avec le 'chemin de fer'
64. Applicazione di nuovi calchi chiamati 'développés'
Application de nouveaux panneaux appelés 'développés'
65. Tecnica del livellamento per l'allineamento d'assi verticali
Technique du nivellement pour alignement des axes verticaux
66. Preparazione dell'anima elicoidale
Préparation du noyau hélicoïdal

si conquista attraverso un successivo lavoro di sbozzamento [fig. 69]
 Fase 4: questa fase, la più delicata, richiede un confronto tra architetto e scalpellino: si tratta infatti di una superficie a curvatura complessa, detta 'gauche' (irregolare) nel gergo degli scalpellini, la cui realizzazione non è univoca [fig. 70].

La scelta compiuta per tagliare questa superficie complessa è stata quella di congiungere con la riga i punti segnati sullo spigolo superiore della pedata (vedi foto) con quelli dello spigolo inferiore, raccordandoli con la seconda curvatura orizzontale della superficie. Questa operazione è stata circoscritta a uno spessore di pietra di 3 cm [fig. 71]. Fase 5: la superficie inferiore della scala, chiamata intradosso, è una superficie rigata. Tale superficie è tagliata seguendo le due curve tracciate sulle teste del gradino (una superficie a due curve è chiamata 'rigata' poiché è tagliata controllando con la riga la superficie tra due curve con diverse inclinazioni, essendo

unique, on parvient à tailler un rectangle hélicoïdal, proche du noyau. [fig. 68]
 Enfin on rabat les arêtes du rectangle [fig. 69] pour parvenir à la forme finale du noyau.

Phase 4: cette étape, la plus délicate, demande une consultation entre l'architecte et le tailleur de pierre: il s'agit de définir une surface sur trois courbes de différentes inclinaisons. Ce mode de surface très compliquée est appelée 'gauche' (irrégulier) dans le langage de la coupe des pierres, et est susceptible d'interprétation [fig. 70]. Le choix que nous avons fait pour réaliser cette surface gauche est de tailler le départ de la surface au niveau de la contremarche suivant les deux premières directions en contrôlant à la règle puis rejoindre la troisième, au niveau du noyau par interprétation du tailleur de pierre. Cette interprétation reste très limitée, elle ne concerne qu'une bande de pierre de 3 cm de large [fig. 71]. Dans le cas d'une taille à la machine numérique, le programme suit le dessin original de la marche,



67. Approssimazione dell'ingombro
 Encombrement

68. Taglio del rettangolo elicoidale
 Coupe du rectangle hélicoïdal

69. Fasi finali di lavorazione dell'anima
 Phases finales de tournage du noyau

70. Realizzazione della superficie complessa
 'gauche'
 Réalisation de la surface 'gauche'

71. Disegno tridimensionale del gradino
 Dessin en trois dimensions de la marche

72. Gradino compiuto
 Marche terminée

queste divise in un numero uguale di riferimenti). Questa superficie viene detta 'débillardé' del gradino, termine derivante dalla carpenteria (dal taglio nella massa di legno, la sfera di legno). Il termine originario per questa superficie del gradino in pietra, ormai desueto, è 'délardement' (cfr. Amédée François Frézier, 1^o tomo, p. 397, La Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres..., Strasbourg, 1737). Il taglio è così terminato [fig. 72].

mais cette surface reste susceptible de variation selon les choix du concepteur lors du dessin en trois dimensions de la marche.

Phase 5: la surface du dessous de l'escalier, appelée intrados, est une surface réglée.

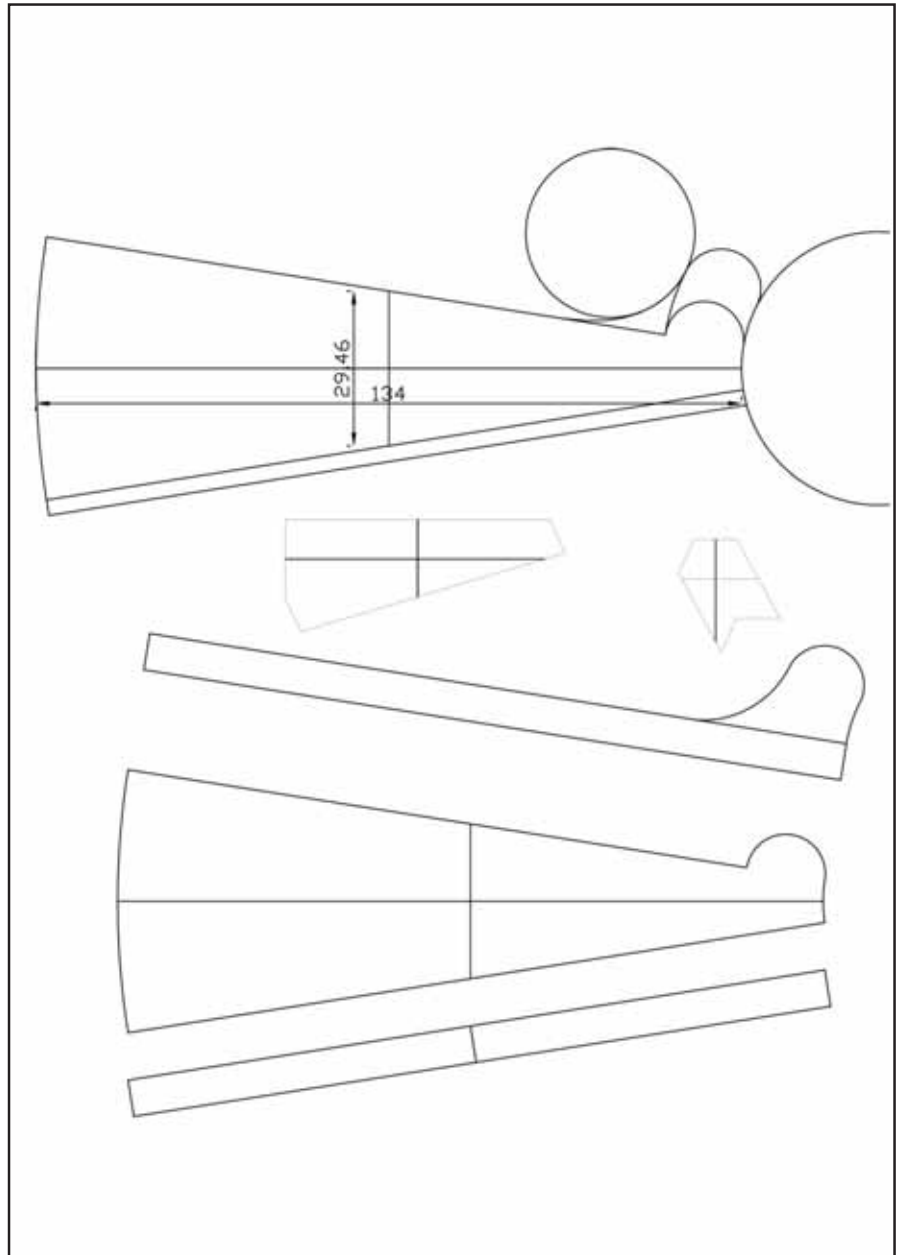
Cette surface est taillée suivant les deux courbes tracées sur les têtes de la marche.

En effet une surface à deux courbes est appelée 'réglée' car elle est taillée en contrôlant la surface à la règle entre les deux courbes d'inclinaisons différentes, celles-ci étant divisées en un nombre égal de repères.

On appelle cette surface le 'débillardé' de la marche, terme qui vient de la charpente (lors de la taille dans la masse de bois, la bille de bois).

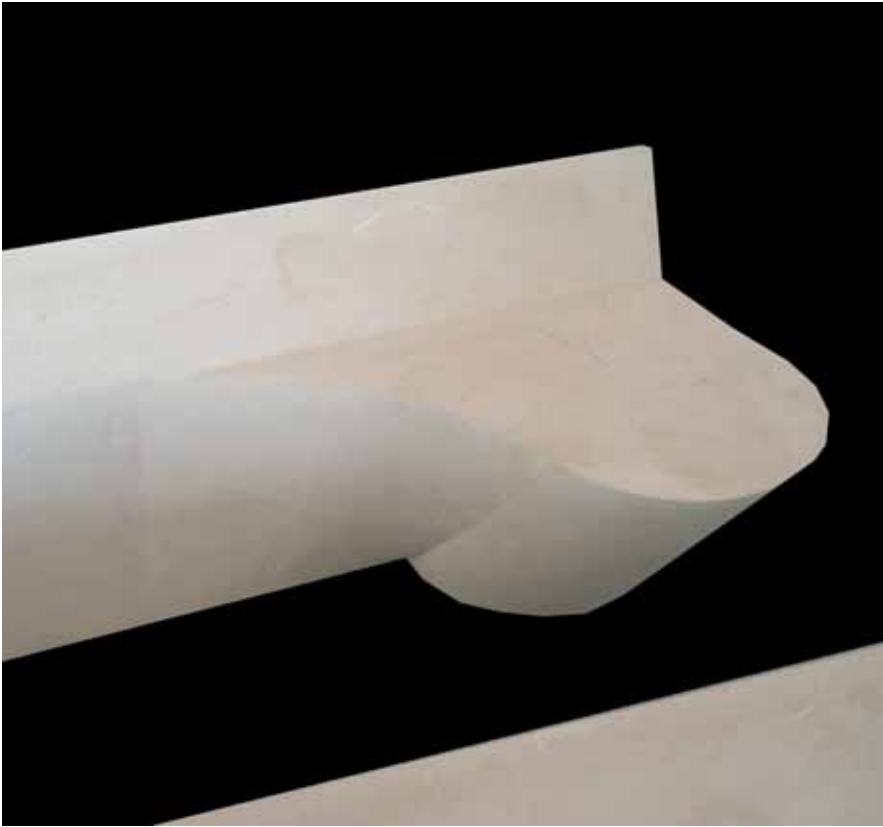
L'ancien terme pour cette surface de la marche en pierre, désuet de nos jours est 'délardement', (voir: Amédée François Frézier tome1, p. 397, La Théorie et la Pratique de la Coupe des pierres..., Strasbourg, 1737).

La taille est terminée [fig. 72].



105





3.4. Il taglio dei gradini in marmo con macchine a cnc

Alessandro Greco

Il pezzo da realizzare in marmo si compone di dieci superfici. [fig. 73, fig. 74]
Il grezzo sarà un parallelepipedo avente le minori dimensioni possibili, per massimizzare l'utilizzo del materiale, tenendo conto delle esigenze di lavorazione, ossia della fattibilità con la macchina utensile disponibile, della rapidità del processo stesso e del sovrmateriale sulle parti da fresare. Pertanto, la disposizione del finito all'interno del grezzo è quella in figura 75, in cui la faccia A del pezzo coincide con una del massello.
La realizzazione necessita di due piazzamenti: il primo avente il lato del grezzo opposto ad A come superficie d'appoggio, mentre il secondo è ottenuto capovolgendo manualmente il semilavorato.
Gli utensili più adatti a questa lavorazione sono:

- un disco ad asse orizzontale da 500 mm di diametro, molto usato nelle realizzazioni in materiale lapideo;
- una fresa cilindrica elettrolitica ad asse

verticale da 46 mm di diametro;
• una fresa cilindrica elettrolitica ad asse verticale da 16 mm di diametro;
La refrigerazione è ottenuta mediante acqua. Questi utensili lavorano a numero di giri costante, cioè 2.500 rpm per il disco e 4.500 rpm per le frese. [fig. 76, fig. 77, fig. 78]
Le operazioni da eseguire col primo piazzamento, dopo aver provveduto al bloccaggio del massello sulla tavola portapezzo, sono:

1. superficie E, ponendo D come superficie di controllo. Si adopera una fresa cilindrica di diametro maggiore di quello del portautensile, come quella da 46 mm, onde evitare che quest'ultimo vada a collidere col materiale, quando il mandrino penetra oltre una certa quota all'interno del blocco. La profondità di passata sarà 1 mm sia in sgrossatura che in finitura, mentre la distanza tra le passate sarà 15 mm. Bisogna inoltre prevedere 2 mm di sovrmateriale da asportare con la successiva finitura. In questa, come in tutte le altre operazioni, si deve impostare una quota per il

La coupe des marches en marme au moyen de machines à contrôle numérique

Alessandro Greco

La pièce à réaliser en marbre se compose des dix surfaces montrées à la fig. 73, 74. Le bloc 'brut' est un parallélépipède ayant les plus petites dimensions possibles, afin d'optimiser l'emploi du matériau, en tenant compte des exigences du travail, c'est-à-dire la faisabilité avec la machine-outil disponible, de la rapidité du processus et du matériau excédent sur les parties à fraiser. Aussi, la disposition du fini à l'intérieur du 'brut' est celle de la fig. 75, où la face A de la pièce coïncide avec l'une des faces du bloc.
La réalisation nécessite deux placements: le premier ayant le côté du brut opposé à A comme surface d'appui, tandis que le second est obtenu en renversant manuellement le semi-ouvré.
Les outils les plus adaptés à ce travail sont :

- un disque à axe horizontal de 500 mm de diamètre, très courant dans les réalisations en pierre ;
- une fraise cylindrique électrolytique à axe vertical de 46 mm de diamètre ;
- une fraise cylindrique électrolytique à

axe vertical de 16 mm de diamètre ;
Le refroidissement est obtenu à l'eau. Ces outils travaillent à nombre de tours constants, à savoir 2500 rpm pour le disque et 4500rpm pour les fraises. [fig. 76, fig. 77, fig. 78]
Les opérations à exécuter avec le premier placement, après avoir pourvu au blocage du bloc, sur l'établi porte-pièce, sont :

1. surface E, posant D comme surface de contrôle. On emploie une fraise cylindrique de diamètre supérieur de celui du porte-outil, comme celle de 46 mm, afin d'éviter que celui-ci ne heurte le matériau, si le mandrin pénètre au-delà d'une certaine profondeur à l'intérieur du bloc. La profondeur de passage sera de 1mm aussi bien pendant le dégrossissage que la finition, tandis que la distance entre les passages sera de 15 mm. Il faut également prévoir 2 mm d'excédent à enlever avec la successive finition. Pendant celle-ci, comme dans toutes les autres opérations, on détermine une cote pour le plan de sécurité (à 50 mm du plan de la pièce), vers lequel l'outil doit se mouvoir pour effectuer les déplacements

piano di sicurezza (50 mm dal piano del pezzo), verso cui l'utensile si muove per effettuare gli spostamenti in rapido, ed una tolleranza di lavorazione (1%);

2. superficie D, ponendo E e B come superficie di controllo, con utensile e tipo di percorso analoghi al precedente;
3. la superficie B, visto che è verticale, può essere realizzata direttamente con una finitura mediante l'utensile cilindrico da 46 mm e con profondità di passata 1 mm, avendo posto D come superficie di controllo;
4. per le superfici F ed I si può operare una finitura analogamente a B;
5. ripresa dello spigolo tra D ed E con la fresa cilindrica da 16 mm;
6. realizzazione della superficie L con disco mediante taglio sfruttando gli assi B e C della macchina. [fig. 79]

Successivamente, dopo aver sbloccato, ribaltato e bloccato nuovamente il pezzo, si procede nel modo seguente:

1. realizzazione della superficie H con disco per mezzo di passate a zig zag distanziate 1 mm eseguendo sgrossatura e finitura con un'unica operazione

senza sovraccaricare la macchina. Il percorso utensile dovrà fuoriuscire dalla superficie da lavorare in quanto, a causa delle sue dimensioni, il disco comincia a fresare già in prossimità del pezzo;

2. esecuzione della superficie C con disco analogamente a L;
 3. finitura della superficie G mediante fresa cilindrica da 46 mm e passate profonde 1 mm. [fig. 80, fig.81]
- Sottraendo il solido del finito a quello risultante dalla lavorazione simulata, è possibile ottenere il materiale eventualmente presente in eccesso fuori tolleranza, viceversa quello in difetto. In questo modo si può intervenire prima della produzione del pezzo per correggere il percorso utensile od optare per un altro utensile.

Dividendo il percorso utensile in un certo numero di segmenti più piccoli, è possibile, per ogni segmento, assegnare un avanzamento ad hoc, sulla base del volume da rimuovere in ciascun segmento, in maniera tale da avere un carico circa costante sul mandrino, limitare l'usura dell'utensile

ed ottimizzare i tempi ciclo. Durante la sgrossatura il materiale viene rimosso ad una profondità assiale costante, mentre l'ampiezza radiale varia di molto tra taglio e taglio. Mantenendo il tasso di volume rimosso costante si ottimizza l'avanzamento al variare delle condizioni di taglio. L'asportazione in finitura è tipicamente caratterizzata da carichi che variano in un ampio range, dovendo l'utensile asportare il materiale da una superficie segnata dai solchi della sgrossatura. Per raggiungere un carico costante, gli avanzamenti sono ottimizzati sul massimo spessore asportato ad ogni segmento del percorso.

I tempi richiesti in fase di progettazione sono dell'ordine delle 15 ore, mentre per la realizzazione in marmo sono necessarie circa 22 ore, comprendendo i tempi di attrezzaggio e quelli per il carico e scarico a bordo macchina. La realizzazione dello stesso gradino in pietra leccese è analoga, ma il tempo necessario è di 6 ore.

en mode rapide, et une tolérance de travail (1%);

2. surface D, posant E et B comme surface de contrôle, avec outil et type de parcours analogue au précédent;
3. la surface B, étant verticale, peut être réalisée directement avec une finition au moyen de l'outil cylindrique de 46 mm et avec une profondeur de passage de 1 mm, ayant posé D comme surface de contrôle;
4. pour les surfaces F et I on peut procéder à une finition analogue à B;
5. reprise de l'arête entre D et E avec la fraise cylindrique de 16 mm;
6. réalisation de la surface L avec disque au moyen d'une coupe exploitant les axes B et C de la machine. [fig. 79]

Ensuite, après avoir débloqué, retourné et rebloqué la pièce, on procède de la manière suivante:

1. réalisation de la surface H avec un disque par passages en zig-zag à la distance de 1 mm en effectuant le dégrossissement et la finition d'une seule opération sans surcharger la machine. Le parcours de l'outil devra déborder

de la surface à travailler car, à cause de ses dimensions, le disque commence à fraiser déjà en proximité de la pièce;

2. exécution de la surface C avec disque de façon analogue à L;
3. finition de la surface G au moyen d'une fraise cylindrique de 46 mm et par passages d'une profondeur de 1 mm. [fig. 80, fig.81]

Soustrayant le solide du fini à celui qui résulte du travail simulé, il est possible d'obtenir le matériau qui, éventuellement, excède le niveau de tolérance et, inversement, celui en défaut. De cette façon, on peut intervenir avant la production de la pièce pour corriger le parcours de l'outil ou choisir un autre outil. En divisant le parcours de l'outil en un certain nombre de segments plus petits, il est possible, pour chaque segment, de fixer un avancement approprié, sur la base du volume à enlever dans chaque segment, de manière à avoir une charge à peu près constante sur le mandrin, à limiter l'usure de l'outil et à optimiser les temps du cycle. Durant le dégrossissement, le

matériau est enlevé à une profondeur axiale constante, alors que l'ampleur radiale varie beaucoup entre les différentes coupes. En maintenant le taux de volume enlevé constant, on optimise l'avancement quelle que soit la variation des conditions de coupe. La soustraction pendant la finition est caractérisée de façon typique par des charges qui ont une grande amplitude de variation, devant l'outil enlever le matériau d'une surface rayée par les sillons du dégrossissement. Pour atteindre une charge constante, les avancements sont réglés sur l'épaisseur maximal à enlever à chaque segment de parcours. Le temps requis pendant la phase de projet est de 15 heures environ ; tandis que pour la réalisation en marbre, environ 22 heures sont nécessaires, qui comprennent les temps de préparation de la machine et ceux pour le chargement et le déchargement sur la machine. La réalisation de la même pièce en pierre de Lecce est analogue, mais les variations dans l'utilisation des outils et du temps prévu sont de l'ordre de 6 heures.

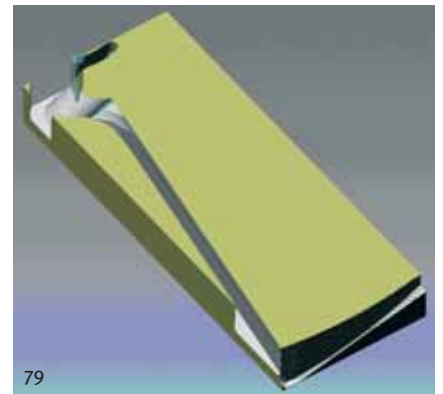
3. Escalier Ridolfi: costruire in pietra portante oggi



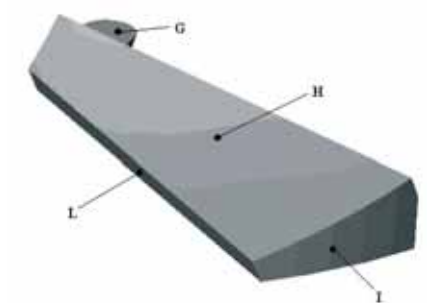
73



76



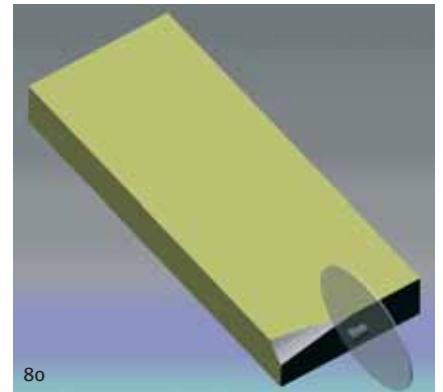
79



74



77



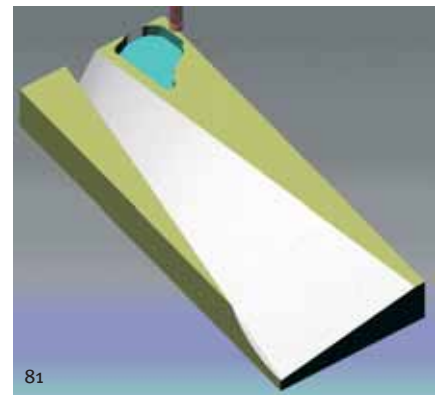
80



75



78



81

109

73. Superfici 1
Surfaces 1

74. Superfici 2
Surfaces 2

75. Grezzo
Brut

76. Macchina utensile CNC utilizzata per la realizzazione
Machine outil CNC utilisée pour la réalisation

77. Utensili
Outils

78. Utensili
Outils

79. Simulazione della lavorazione col primo piazzamento
Simulation du travail dans le premier placement

80. Sgrossatura
Dégrossissement

81. Simulazione della lavorazione col secondo piazzamento
Simulation du travail dans le second placement

3. Escalier Ridolfi: costruire en pierre portante aujourd'hui

3.5. Il montaggio della scala, la messa in tensione del cavo di precompressione e il suo monitoraggio

Giuseppe Leopizzi
Stefano Crusi

Il montaggio dell'opera risulta essere la fase più delicata dell'intera costruzione per ovvi motivi connessi ai mutui assemblaggi dei gradini e all'equilibrio globale del sistema strutturale: l'opera infatti ricade a pieno titolo nell'alveo delle sperimentazioni costruttive di grande interesse soprattutto per le possibili ricadute speculative connesse all'utilizzo della pietra armata.

Tutta la scala può essere considerata un 'sistema voltato' che entra in funzione appena montati tutti i suoi conci, nella fattispecie i gradini. Il piano di posa di questi ultimi, ovvero la centina di montaggio, è conformata geometricamente come la superficie di intradosso della scala. Essa è un elicoide rigato retto, detto anche a piano direttore, perché le generatrici sono tutte parallele al piano orizzontale. Tale prerogativa consente di costruire la struttura portante della centina attraverso la disposizione radiale di 'portali' di acciaio posti alle diverse quote di riferimento. [fig. 82]

L'intera centina è costruita con montanti di acciaio provvisti di un sistema telescopico che permette, a montaggio avvenuto di tutti i gradini e della messa in tensione del cavo, il più comodo disarmo della stessa. I gradini sono messi in precompressione grazie alla tecnica di post-tensione centrata di un cavo di acciaio che scorre all'interno di ogni singolo gradino preventivamente perforato con una carotatrice. [fig. 83]

Questa tecnica innovativa e altamente sofisticata produce, in specifici punti della struttura, grandi forze in grado di creare sollecitazioni opposte a quelle che vengono prodotte dai carichi dovuti al peso proprio della struttura e, quindi, in grado di controbilanciarne gli effetti, inducendo uno stato di coazione.

Queste forze di coazione si ottengono mettendo in tensione un cavo di acciaio armonico di altissima resistenza, alloggiato entro guaine di piombo, che compie un percorso elicoidale centrato all'interno della massa lapidea. Il cavo sarà bloccato alle due estremità libere

110

Le montage de l'escalier, la mise en tension du câble de précontrainte et sa vérification

Giuseppe Leopizzi
Stefano Crusi

Le montage⁴ de l'ouvrage est la phase la plus délicate de l'ensemble de la construction pour des motifs évidents liés à l'appareillage des marches et à l'équilibre global du système structurel: l'ouvrage, en effet, se situe de plein droit dans les eaux de l'expérimentation constructive, d'un grand intérêt, surtout pour les possibles retombées spéculatives liées à l'emploi de la pierre armée.

L'escalier dans son ensemble peut être considéré comme un 'système voûté' qui entre en fonction dès que tous ses voussoirs, en l'espèce les marches, sont montés. Le plan de pose, c'est-à-dire le cintrage de montage, est conformé géométriquement comme la surface d'intrados de l'escalier. C'est un hélicoïde réglé droit, dit aussi à plan directeur, parce que les génératrices sont toutes parallèles au plan horizontal. Une telle prérogative permet de construire la structure portante du cintrage à travers la disposition radiale de « portails » en aciers situés aux différentes cotes de référence. [fig. 31]

L'ensemble du cintre est construit à l'aide de montants d'acier pourvus d'un système télescopique qui rend, une fois le montage de toutes les marches achevées, et le câble mis en tension, son désarmement plus aisé. Les marches sont mises en précontrainte à l'aide de la technique de post tension centrée d'un câble en acier qui passe à l'intérieur de chaque marche préalablement percée avec une perceuse. [fig. 32]

Cette technique innovatrice et hautement sophistiquée produit, en des points spécifiques de la structure, de grandes forces en mesure de créer des contraintes opposées à celles qui sont produites par les charges dues au poids propre de la structure et, donc, en mesure de contrebalancer les effets, induisant un état de coaction.

Ces forces de coaction s'obtiennent en mettant en tension un câble⁵ en acier à très grande résistance, gainé de plomb, qui décrit un parcours hélicoïdal⁶ centré à l'intérieur de la masse de pierre. Le câble sera bloqué aux deux extrémités libres inférieures et supérieures, res-

inferiore e superiore, rispettivamente, in un blocco monolitico di pietra dura e in una piastra di acciaio di ripartizione delle forze [fig. 84]. Tale tecnica permette agevolmente di monitorare l'opera e di poter eventualmente intervenire in tempi successivi, per 'correzioni' di tensione durante il primo periodo legato agli effetti di rilassamento dei cavi. [fig. 85] La possibilità di monitorare in tempo reale sforzi meccanici con l'ausilio dell'elettronica permette di ottenere risultati ottimali e veloci senza dover incorrere in inconvenienti irreversibili e imprevisti che nel migliore dei casi allungherebbero i tempi di realizzazione. Inoltre valori matematici ed esperienza saranno materia di studio e critica.

La finalità del progetto è quella di rilevare alcuni valori fisici variabili del sistema, quali:

- forza di compressione tra le superfici a contatto;
- spostamento della struttura rispetto ad una curva ideale di calcolo;

pectivement, dans un bloc monolithique de pierre dure et dans une plaque en acier de répartition des forces. [fig. 33]

Cette technique permet aisément de contrôler l'ouvrage et de pouvoir éventuellement intervenir dans un second temps, par 'corrections' de tension pendant la première phase liée aux effets de détente des câbles. [fig. 34]

La possibilità di controllare in tempo reale les efforts mécaniques à l'aide de l'électronique permet d'obtenir des résultats optimaux et rapides sans risquer les inconvénients irréversibles et imprévus qui, dans le meilleur des cas, allongeraient les temps de réalisation. En outre, les valeurs mathématiques et l'expérience pourront fournir matière à études et critiques.

La finalità du projet est de relever certaines valeurs physiques variables du système, tels que :

- la force de contrainte entre les surfaces en contact
- le déplacement de la structure par rapport à une courbe idéale de calcul

- variazione del punto di convergenza delle forze risultanti che determinano il baricentro.

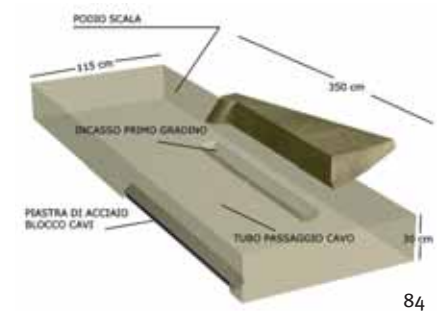
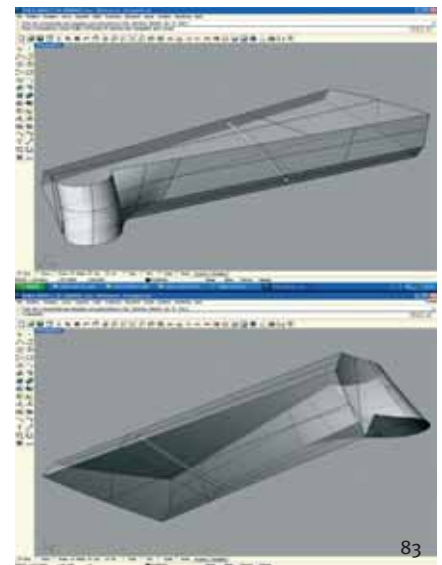
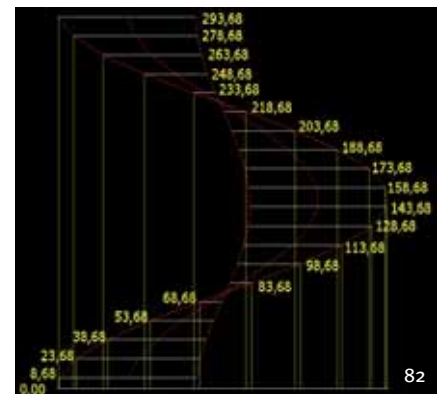
L'esperienza in tal senso con l'acquisizione ed elaborazione teorico-pratica dei dati permetterà, in seguito, una analisi più razionale ed obiettiva per altre ipotesi di costruzione, utile per lo studio ed il miglioramento statico di strutture comunque complesse e diverse, in modo da poterne stabilire matematicamente e fisicamente la fattibilità ed i limiti costruttivi oltre i quali non è possibile spingersi. Tali variabili saranno valutate e processate in funzione di quelle costanti proprie della materia che si verrà ad utilizzare per la realizzazione dell'opera.

Nel particolare la struttura in esame, composta da un certo numero di elementi sovrapposti a forma di spirale, sarà soggetta a forze di schiacciamento naturali (per via del campo gravitazionale terrestre in funzione della massa) e generate (ad opera di un sistema di cavi metallici che produrranno una compressione

- la variation du point de convergence des forces résultantes qui déterminent le barycentre.

L'expérience, de cette façon, avec l'acquisition et l'élaboration théorico-pratique des données, permettra, par la suite, une analyse plus rationnelle et objective pour d'autres hypothèses de construction, utile pour l'étude et l'amélioration statique de structures différentes et surtout complexes, de manière à en pouvoir établir mathématiquement et physiquement la faisabilité et les limites constructives au-delà desquelles il n'est pas possible d'aller. Ces variables seront évaluées et jugées en fonction des constantes propres de la matière qu'on emploiera pour la réalisation de l'ouvrage.

Dans ce cas particulier, la structure en examen, composée d'un certain nombre d'éléments superposés en forme de spirale, sera sujette à des forces de tassement naturelles (à cause du champ gravitationnel terrestre en fonction de la masse) et engendrées (par un système de câbles métalliques qui



82. Geometria e quote della centina
Géométrie et cotes du cintrage

83. Rielaborazione 3D del gradino
Réélaboration 3D de la marche

84. Attacco a terra della scala
Jonction au sol de l'escalier

antagonista di bilanciamento). E' proprio questo uno dei valori più importanti da monitorare tramite un sistema di sensori elettronici specializzati, valore che comparato con quelle che sono le caratteristiche proprie del mezzo utilizzato nella costruzione ci permetterà di non superare le soglie fisiche di frattura ed intervenire diversamente e su altre basi per ottenere il risultato preposti. Tali sensori o trasduttori detti celle di carico basano il proprio principio sulla resistenza ohmica dei piezoresistori al silicio che aumenta quando questi si flettono sotto una forza applicata. Il valore della resistenza varia proporzionalmente all'entità dello sforzo applicato. Questa variazione di resistenza del circuito si traduce in una corrispondente uscita in mV che indicherà in forma esplicita il valore in Kgf o N. In conclusione, tra i risultati che ci si auspica di conseguire, a valle dell'intero progetto Escalier Ridolfi, non ultimo c'è la volontà di disporre di 'buone norme procedurali'

relative all'utilizzo della pietra come materiale strutturale che necessita di qualificazione e formazione delle imprese indirizzate a tali lavori. Competenze e capacità specialistiche di alto livello di gestione che accolgano sempre con crescente entusiasmo le sfide proprie dell'arte della stereotomia.

112

produiront une contrainte antagoniste de rééquilibrage). Ceci est une des valeurs les plus importantes à contrôler, ce qui s'effectuera au moyen d'un système de détecteurs électroniques spécialisés. Cette valeur comparée avec celles qui sont les caractéristiques propres de la technique employée dans la construction, nous permettra de ne pas dépasser les seuils physiques de fracture et d'intervenir différemment et sur d'autres bases pour obtenir le résultat qu'on a escompté. Ces détecteurs ou transducteurs dits cellule de charge basent leur principe sur la résistance ohmique des piézorésistors au silice qui augmente quand ceux-ci fléchissent sous une force appliquée. La valeur de la résistance varie proportionnellement à l'importance de l'effort appliqué. Cette variation de résistance du circuit se traduit en une sortie correspondante en mV qui indiquera sous forme explicite la valeur en Kgf ou N. En conclusion, entre les résultats qu'on espère obtenir, en aval de tout le

projet Escalier Ridolfi, il y a, surtout, la volonté de définir de 'bonnes normes de procédure' relatives à l'emploi de la pierre comme matériau structurel qui requiert une certaine qualification et formation des entreprises engagées dans ce genre de travail : compétences et capacités spécialisées à haut niveau de gestion qui accueillent avec de plus en plus d'enthousiasme les défis propres à l'art stéréotomique.

3. Escalier Ridolfi: costruire in pietra portante oggi



113

85. Fasi di montaggio della scala
Etapas du montage de l'escalier

3. Escalier Ridolfi: construire en pierre portante aujourd'hui

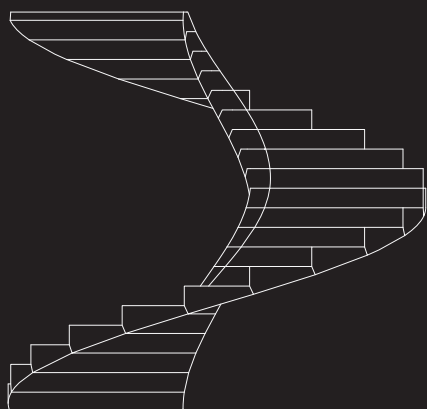
notes

1. M. Jean, J.J. Moreau, Unilaterality and dry friction in the dynamics of rigid body collections Proc. Contact Mechanics Int. Symp. Edt A; Curnier, pages 31-48, 1992.
2. LMGC90, Logiciel de Mécanique Gérant le Contact . Edt. M. Jean, F. Dubois, CNRS – LMGC Université Montpellier II.
3. B. Chetouane, Approche combinée éléments finis / éléments discrets pour la modélisation des structures maçonnées. Thèse de doctorat, CMGD - Ecole des Mines d'Alès – Université Montpellier II, novembre 2004, 245 pages.
4. L'intera opera è stata montata negli atelier di lavorazione lapidea dell'impresa Leopizzi 1750 a Parabita (Le) nel mese di agosto 2005: per tale motivo, le immagini relative al montaggio non sono state inserite nella presente trattazione, stampata in luglio.
5. Altri due cavi, alle estremità del gradino, saranno predisposti in qualità di armature passive e di sicurezza.
6. Tale percorso è una curva poligonale spaziale che approssima l'elica cilindrica.

notes

1. M. Jean, J.J. Moreau, Unilaterality and dry friction in the dynamics of rigid body collections Proc. Contact Mechanics Int. Symp. Edt A; Curnier, pages 31-48, 1992.
2. LMGC90, Logiciel de Mécanique Gérant le Contact . Edt. M. Jean, F. Dubois, CNRS – LMGC Université Montpellier II.
3. B. Chetouane, Approche combinée éléments finis / éléments discrets pour la modélisation des structures maçonnées. Thèse de doctorat, CMGD - Ecole des Mines d'Alès – Université Montpellier II, novembre 2004, 245 pages.
4. L'ouvrage a été monté entièrement dans les ateliers du travail de la pierre de l'entreprise Leopizzi 1750 à Parabita (Lecce) au mois d'août 2005: pour cette raison, les images relative au montage n'ont pas été introduites dans ce catalogue, imprimé en juillet.
5. Deux autres câbles, aux extrémités de la marche, seront disposés en qualité d'armature passive et de sécurité.
6. Ce parcours est une courbe polygonale spatiale se rapprochant approximativement de l'hélice cylindrique.





Who's who?

4

4.1. Autori

Claudio **D'Amato Guerrieri**, Architetto
Bari, 22 dicembre 1944
Professore Ordinario di Progettazione
architettonica nella Facoltà di
Architettura del Politecnico di Bari

Giuseppe **Fallacara**, Architetto
Bitonto (Bari), 17 dicembre 1973
Ricercatore Universitario di
Progettazione architettonica nella
Facoltà di Architettura del Politecnico
di Bari

Alessandro **Greco**, Ingegnere
Galatina (Lecce), 28 maggio 1979
Si è laureato nel 2005 nella Università
di Lecce, Facoltà di Ingegneria, con
una tesi in tecnologia meccanica sulla
'Realizzazione di superfici complesse in
materiale lapideo' con la supervisione
del Prof. Alfredo Anglani

Giuseppe **Leopizzi**, Architetto
Parabita (Lecce), 10 maggio 1962
Amministratore unico dell'impresa
'Giuseppe Leopizzi 1750 srl'

André **Malicot**
Saint-Léger sous Cholet, 17 dicembre 1949
Direttore della formazione dei
Compagnons du Devoir

Vincenzo **Pavan**, Architetto
Verona, 2 gennaio 1942
Curatore eventi culturali Marmomacc,
Verona

Richard **Simonnet**, Compagnon du
Devoir, Scalpellino
La Rochelle, 5 luglio 1962
Direttore dell'Institut Supérieur de
Recherche et de Formation aux Métiers
de la Pierre di Rodez

Luc **Tamborero**, Compagnon du Devoir,
Scalpellino
Montpellier, 16 gennaio 1978
Ricercatore associato al Laboratorio
'Géométrie Structure Architecture' de
l'Ecole d'Architecture Paris-Malaquais
(Prof. Joël Sakarovich).
Studente della École des Hautes Etudes
in Scienze Sociali della Sorbona, sotto
la Direzione del Prof. Jean Dhombres

118

Auteurs

Claudio **D'Amato Guerrieri**, Architecte
Bari, 22 décembre 1944
Professeur Ordinaire de Projet
d'architecture de la Faculté
d'Architecture du Polytechnique de Bari

Giuseppe **Fallacara**, Architecte
Bitonto (Bari), 17 décembre 1973
Chercheur universitaire de Projet
d'architecture de la Faculté
d'Architecture du Polytechnique de Bari

Alessandro **Greco**, Ingénieur
Galatina (Lecce), 28 mai 1979
Est devenu ingénieur en 2005
à l'Université de Lecce, Faculté
d'Ingénieurs, avec un mémoire
en technologie mécanique sur la
'Réalisation de surfaces complexes
dans la pierre' sous la direction du Prof.
Alfredo Anglani

Giuseppe **Leopizzi**, Architecte
Parabita (Lecce), 10 mai 1962
Administrateur unique de l'entreprise
'Giuseppe Leopizzi 1750 srl'

André **Malicot**
Saint-Léger sous Cholet, 17 décembre 1949
Directeur de la formation de Les
Compagnons du Devoir

Vincenzo **Pavan**, Architetto
Verona, 2 janvier 1942
Curateur événements culturels
Marmomacc, Verona

Richard **Simonnet**, Compagnon du
Devoir, Tailleur de pierre
La Rochelle, 5 juillet 1962
Directeur de l'Institut Supérieur de
Recherche et de Formation aux Métiers
de la Pierre de Rodez

Luc **Tamborero**, Compagnon du Devoir,
Tailleur de pierre
Montpellier, 16 janvier 1978
Chercheur associé au laboratoire
'Géométrie Structure Architecture' de
l'Ecole d'Architecture Paris-Malaquais
(Prof. Joël Sakarovich).
Etudiant à l'Ecole des Hautes Etudes en
Sciences Sociales sous la direction de
Jean Dhombres

Marc **Vinches**, Ingegnere 'EMA', Dottore ENSMP

Beziers, 11 maggio 1963

Animatore dell'équipe Génie Civil: Géotechnique et Ouvrages, del Centro dei Materiali di Grande Diffusione dell'Ecole des Mines d'Alès.

Le sue attività rientrano nell'ambito del calcolo delle strutture del genio civile, della meccanica delle rocce e dell'uso del suolo e delle cave.

Insegna geostatistica (impiego dei minerali naturali) e calcolo strutturale secondo il metodo degli elementi finiti

Marc **Vinches**, Ingénieur EMA, Docteur ENSMP

Beziers, 11 mai 1963

Animateur de l'équipe Génie Civil: Géotechnique et Ouvrages, du Centre des Matériaux de Grande Diffusion de l'Ecole des Mines d'Alès.

Ses activités sont dans les domaines du calcul de structures en génie civil, de la mécanique des roches et de l'exploitation des sols et des carrières.

Il enseigne géostatistique (exploitation des minéraux naturels) et calcul de structures, méthode des éléments finis

4.2. Istituzioni e imprese

120

Institutions et entreprises

Politecnico di Bari:

- **Facoltà di Architettura**

<http://architettura.poliba.it/>

La Facoltà di Architettura di Bari, nata nel 1990, è l'unica della Regione Puglia, e una delle quattro dell'Italia del Sud.

Essa rilascia il titolo accademico di Dottore in Architettura. La durata del corso di laurea in Architettura è di cinque anni; e prevede due curricula: uno 'generale' (dedicato alla formazione della tradizionale figura professionale), e uno 'classico' (dedicata alla formazione dell'architetto-archeologo).

L'intero corso di studi è strutturato in tre cicli didattici, ciascuno dotato di una sua finalità specifica:

- il primo ciclo, destinato alla formazione di base, corrisponde ai primi due anni di corso;
- il secondo ciclo, destinato alla formazione scientifico-tecnica e professionale, corrisponde al terzo e al quarto anno;
- il terzo ciclo, infine, corrispondente

al quinto anno, è destinato a specifici approfondimenti tematici e disciplinari e alla elaborazione della tesi di laurea.

- **Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura (ICAR)**

<http://icar.poliba.it/>

È il Dipartimento di riferimento della Facoltà di Architettura, ed organizza l'attività di ricerca di tutti i suoi docenti. La sua natura interdisciplinare, trova il proprio fondamento nella collaborazione fra i differenti settori scientifico-disciplinari dell'ingegneria civile e dell'architettura; e in una concezione unitaria e umanistica del sapere, capace di superare gli specialismi e i settorialismi propri del pensiero analitico moderno.

- **Dottorato di Ricerca in Progettazione Architettonica per i paesi del Mediterraneo**

È la principale struttura post-lauream del Politecnico per la formazione dei futuri docenti e ricercatori nel settore

Polytechnique de Bari:

- **Faculté d'Architecture**

<http://architettura.poliba.it/>

La Faculté d'Architecture de Bari, créée en 1990, est la seule de la Région Pouille et une des quatre en Italie du Sud.

Elle délivre le diplôme universitaire d'Architecte. La durée des études d'Architecture est de cinq ans. Il prévoit deux orientations : l'une 'générale' (qui a pour objet la formation du profil professionnel traditionnel) et l'autre 'classique' (qui a pour objet la formation de l'architecte-archéologue).

Les études sont divisées en trois cycles didactiques, dont chacun est doté d'une finalité spécifique:

- le premier cycle, qui a pour objet la formation de base correspond aux deux premières années;
- le deuxième cycle, consacré à la formation scientifico-technique et professionnelle correspond aux troisième et quatrième années;
- le troisième cycle correspondant à

la cinquième année, a pour objet des approfondissements thématiques et disciplinaires spécifiques et l'élaboration d'un mémoire.

- **Département des Sciences du Génie Civil et de l'Architecture (ICAR)**

<http://icar.poliba.it/>

C'est le Département de référence de la Faculté d'Architecture et organise l'activité de recherche de tous ses enseignants. Sa nature interdisciplinaire trouve son fondement dans la collaboration entre les différents secteurs scientifico-disciplinaires du Génie Civil et de l'Architecture et dans une conception unitaire et humaniste des savoirs afin d'abattre la barrière des spécialités et les sectorialismes propres à la pensée analytique moderne.

- **Doctorat de Recherche en projet d'architecture pour les pays méditerranéens**

C'est la principale institution post-maîtrise du Polytechnique pour la formation des futurs enseignants

dell'Architettura. Al centro dei suoi interessi v'è lo studio dei caratteri, dei temi e delle problematiche attuali dell'architettura della regione mediterranea a carattere plastico-murario.

Due sono i suoi curricula:

- Architetture e città di pietra
- Habitat e architettura del paesaggio mediterraneo

I Compagnons du Devoir

<http://www.compagnons-du-devoir.com/>

I Compagnons du Devoir du Tour de France sono la più antica associazione operaia in attività. Nati dalle corporazioni medievali, i Compagnons hanno disposto delle istituzioni che sfidano il tempo, i cui regolamenti sono fondati sull'onore e la solidarietà, la pratica del viaggio, la qualità del lavoro convalidato dal capolavoro.

Sono un'associazione riconosciuta di pubblica utilità; ovvero sono riconosciuti capaci di impegnarsi per una causa d'interesse generale: quello dell'evoluzione dei giovani e dei mestieri.

Da secoli il loro successo consiste nella volontà di confrontare giovani e anziani, neofiti ed esperti, operai ed impiegati, viaggiatori e sedentari.

Questi incontri sono fonte di ricchezze incomparabili, costituenti le basi del Compagnonnage du Devoir.

Essere Compagnon significa considerare il lavoro non come un fine

a sé, ma come un mezzo per aprirsi e crescere.

L'essenziale di questa filosofia consiste in pochi semplici precetti: trasmettere il proprio saper fare, essere volontario, retto e fedele ai propri impegni, essere capace di rimettersi in discussione, avere un marcato gusto per la libertà d'azione e di pensiero.

Al di là del saper fare, i Compagnons propongono dunque un reale saper essere ai giovani per avere successo nella loro vita.

Apprendere un mestiere è bene, riuscire nella propria vita è meglio!

et chercheurs dans le domaine de l'Architecture. Au centre de ses intérêts se situe l'étude des caractéristiques, des thèmes et des problématiques actuelles de l'architecture à caractère plastique-maçonnerie des régions méditerranéennes.

Il a deux orientations:

- l'Architecture et ville en pierre
- Habitat et architecture du paysage méditerranéen.

Les Compagnons du Devoir

<http://www.compagnons-du-devoir.com/>

Les Compagnons du Devoir du Tour de France sont la plus ancienne association ouvrier en activité. Issus des corporations médiévales, les Compagnons ont mis en place des institutions qui défient le temps: des règlements fondés sur l'honneur et la solidarité, la pratique du voyage, la qualité du travail, sanctionné par le chef-d'œuvre.

Nous sommes des hommes de métiers groupés en une association de type loi 1901, reconnue d'utilité publique ; c'est à dire que nous sommes reconnus capables de nous mobiliser pour une cause d'intérêt général : celui du devenir des jeunes et des métiers.

Depuis des siècles, notre succès tient à notre volonté à confronter jeunes et anciens, néophytes et experts, salariés et employeurs, hommes itinérants et sédentaires.

Ces rencontres sont une source de richesses incomparables et constituent

les bases du Compagnonnage du Devoir.

Etre Compagnon, c'est considérer le travail non pas comme une fin en soi, mais comme un moyen de se découvrir et de s'épanouir.

L'essentiel de cette philosophie tient dans quelques préceptes simples : transmettre son savoir-faire, être volontaire, droit et fidèle dans ses engagements, être capable de se remettre en cause, avoir un goût marqué pour la liberté d'entreprendre et de penser.

Au-delà d'un savoir-faire, c'est donc un véritable savoir être que les Compagnons proposent aux jeunes pour réussir leur vie.

Apprendre un métier, c'est bien; réussir sa vie, c'est mieux!

Istituto Superiore di Ricerca e di Formazione ai Mestieri della Pietra, Rodez

<http://www.institut-de-la-pierre.com/>
Struttura dipendente dall'Associazione operaia dei Compagnons du Devoir du Tour de France, l'Istituto Superiore di Ricerca e di Formazione ai Mestieri della Pietra fu creato nel 1992 sotto l'impulso dei Compagnons Tailleurs de Pierre du Devoir con il contributo del Consiglio regionale Sud-Pirenei e degli enti locali (Consiglio generale dell'Aveyron, Città di Rodez e Distretto del Grand Rodez).
L'Istituto della Pietra propone un ciclo di formazione superiore, destinato ai professionisti detentori di un Diploma di Laurea o titolo equivalente, corrispondente ad un ciclo di 2 o 3 anni di formazione.

École des Mines d'Alès

http://www.ema.fr/CMGD/GCGO/recherche/recherche_calcul/recherche_calcul.htm
L'équipe Génie Civil: Géotechnique et Ouvrages, du Centre des Matériaux de Grande Diffusion dell'Ecole des Mines d'Alès, sviluppa nuovi metodi nell'ambito del calcolo strutturale^{1, 2, 3}. L'utilizzo di modelli discontinui per studiare il comportamento meccanico di strutture precomprese è uno degli aspetti innovativi dei lavori realizzati. Insieme a Marc Vinches hanno lavorato al progetto 'Escalier Ridolfi' Michel Suteau, Christian Buisson, e il dottorando Robert Pérale.

Impresa Leopizzi 1750, Parabita (Lecce)

L'impresa Leopizzi opera nel settore edilizio da nove generazioni: da una ricerca storica e dalla lettura di alcuni atti conservati negli archivi parrocchiali è stato possibile individuare che nel 1750 nasceva, presumibilmente da maestro d'arte, Giuseppe Leopizzi che avrebbe restaurato, giovanissimo, una piccola chiesa nel centro di Parabita (Lecce). Con certezza si sa che da quella data tutti i discendenti avrebbero lavorato nella costruzione e ristrutturazione di edifici privati e pubblici e a memoria d'uomo si conoscono alcune loro opere a testimoniare, ancora oggi, come la passione mista alla professionalità hanno contribuito a tenere alto il nome di una famiglia e di una tradizione: l'alternarsi dei nomi Giuseppe e Gaetano si susseguono sino ai nostri tempi per dare continuità ad un percorso fatto non solo di opere ma di valori umani e professionali. L'azienda nasce nel giugno 1998, come evoluzione naturale dell'impresa individuale Giuseppe Leopizzi di Parabita, quest'ultima costituita nel marzo 1982 a supporto dell'azienda paterna Gaetano

122

Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre, Rodez

<http://www.institut-de-la-pierre.com/>
Structure dépendante de l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir du Tour de France, l'Institut Supérieur de Recherche et de Formation aux Métiers de la Pierre fut créé en 1992 sous l'impulsion des Compagnons Tailleurs de Pierre du Devoir avec le concours du Conseil régional Midi-Pyrénées et des collectivités locales (Conseil général de l'Aveyron, Ville de Rodez et District du Grand Rodez).
L'Institut de la Pierre propose un cycle de formation supérieure, destiné aux professionnels titulaires d'un Brevet de Maîtrise ou bénéficiant d'une expérience équivalente, sous forme d'un cycle de 2 ou 3 années de formation en alternance.

École des Mines d'Alès

http://www.ema.fr/CMGD/GCGO/recherche/recherche_calcul/recherche_calcul.htm
L'équipe Génie Civil: Géotechnique et Ouvrages, du Centre des Matériaux de Grande Diffusion de l'Ecole des Mines d'Alès, développe de nouvelles approches dans le domaine du calcul de structures^{1, 2, 3}. La mise en œuvre de modèles discontinus pour étudier le comportement mécanique de structures précontraintes est un des aspects novateurs des travaux réalisés. Avec Marc Vinches ont travaillé au projet 'Escalier Ridolfi': Michel Suteau, Christian Buisson et l'étudiant en doctorat Robert Pérale.

“

Entreprise Leopizzi 1750, Parabita (Lecce)

L'entreprise Leopizzi est dans le secteur du bâtiment depuis neuf générations: la documentation conservée dans les archives paroissiales atteste sa naissance en 1750, fondée par Giuseppe Leopizzi, probablement un 'maître d'art', qui aurait restauré, très jeune, une petite église du centre de Parabita (Lecce).
Ce qui est certain, c'est que, depuis lors, tous ses descendants travaillent dans le bâtiment et la réfection de bâtiments publics et privés. De mémoire d'homme, on connaît certains de leurs ouvrages qui témoignent, encore aujourd'hui, que la passion mêlée au professionnalisme ont contribué à honorer le nom d'une famille et d'une tradition: les noms Giuseppe et Gaetano se transmettent jusqu'à aujourd'hui et marquent la continuité d'un parcours fait non seulement d'ouvrages mais aussi de valeurs humaines et professionnelles. La société actuelle naît en juin 1998, comme évolution naturelle de

Leopizzi. L'impresa Giuseppe Leopizzi rappresenta dunque la continuazione di una lunga tradizione di famiglia, in cui la passione e il costante impegno profuso nell'espletamento della professione ha visto nei secoli, una continua evoluzione tecnico-organizzativa aziendale secondo i dettami del tempo. La società Leopizzi svolge la sua attività nei campi della progettazione, della costruzione, della ristrutturazione di edifici civili, della progettazione e realizzazione del restauro di edifici monumentali, della lavorazione artigianale di manufatti in pietra locale, tipo Leccese e Carparo, della diagnosi ed esecuzione di interventi di restauro su manufatti lignei, lapidei e tele pittoriche. L'impresa è in possesso di certificazione di gestione per la qualità aziendale rilasciata da DNV Italia ed inoltre in possesso di attestazione SOA per l'esecuzione di Lavori Pubblici per le categorie OG1 classifica II, OG2 classifica IV, OS2 classifica I, OG11 classifica I, ed inserita negli elenchi di fiducia delle Amministrazioni del Ministero Beni Culturali, Lavori Pubblici, Difesa, Genio Civile, Banca d'Italia, CEI

(Conferenza Episcopale Italiana) e Croce Rossa Italiana, del Provveditorato Opere Pubbliche e della Soprintendenza dei Beni AA.AA.AA.SS. della Puglia, della Regione Puglia, della Provincia di Lecce. L'attività dell'impresa è esercitata presso la sede legale e operativa, nella Zona Industriale di Parabita (Lecce). La nuova sede ospita i laboratori di falegnameria e lavorazione delle pietre; a supporto sono stati attrezzati adeguati spazi per la progettazione e sale d'incontro e studio; al piano seminterrato sono stati collocati i laboratori di restauro dei beni artistici lapidei, in carta pesta, lignei e tele; inoltre sono in via di completamento la restante parte degli uffici necessari per le mansioni gestionali dell'impresa. In particolare però la nuova sede dovrà assolvere l'importante funzione di ospitare l'area riferita alla scuola cioè alla formazione del personale interno ed esterno, elemento questo ritenuto strategico per lo sviluppo aziendale. Quindi una sala polifunzionale per incontri, convegni e per videoconferenze, aule didattiche, una foresteria per ospitare eventuali corsisti o docenti.

Impresa Fratelli Mele, Cursi (Lecce)

La ditta opera nel settore della estrazione e della lavorazione della pietra leccese. Proprietaria di alcune fra le migliori cave del Salento, collabora stabilmente con la Facoltà di Architettura del Politecnico di Bari fin dal 1994, quando mise a disposizione della Facoltà la propria cava in località Serpentane (Cursi) per la prima scuola estiva Erasmus 'Architettura di pietra'; e le proprie maestranze per la realizzazione di un frons scenae di un teatro all'aperto e di una volta 'alla leccese' (cantiere sperimentale).

l'entreprise individuelle Giuseppe Leopizzi de Parabita, constituée en mars 1982 pour compléter l'entreprise paternelle Gaetano Leopizzi. La société 'Leopizzi 1750 S.r.l.' déploie son activité dans les domaines de l'élaboration de projets, de la construction, de la réfection de bâtiments civils, de la restauration des édifices monumentaux, du travail artisanal d'ouvrages en pierre locale (du type de Lecce ou 'carparo'), du diagnostic et de l'exécution de restaurations sur tout ouvrage en bois, en pierre ou tableaux d'artistes. L'entreprise est en possession de la certification de gestion pour la qualité d'entreprise délivrée par DNV Italia et possède l'attestation SOA pour l'exécution de Travaux Publics pour les catégories OG1 classement II, OG2 classement IV, OS2 classement I, OG11 classement I. Elle figure également dans les listes de confiance du Ministère du Patrimoine culturel, des Travaux Publics, de la Défense, du Génie Civil, de la Banque d'Italie, de la

CEI (Conférence Episcopale Italienne), de la Croix Rouge Italienne, de la Direction du Patrimoine Archéologique, Artistique et de l'Environnement de la Pouille, de la Direction des Ouvrages Publics de Bari, de la Région Pouille. L'entreprise exerce son activité à son nouveau siège légal et exécutif, dans la Zone Industrielle de Parabita (Lecce). Celui-ci abrite, outre les bureaux, des espaces pour l'élaboration des projets, une salle de rencontre et d'étude, des ateliers de menuiserie et de travail de la pierre, des ateliers de restauration d'œuvres artistiques en pierre, en carton-pâte, en bois ou sur toile. Les espaces suivants, destinés à la formation professionnelle et post-maîtrise, sont encore en cours de travaux : une salle polyvalente pour les rencontres, les colloques et pour les téléconférences, des salles de classe et des espaces d'hébergement pour étudiants et enseignants.

Entreprise Frères Mele, Cursi (Lecce)

Cette entreprise travaille dans le secteur de l'extraction et du travail de la pierre de Lecce. Propriétaire de quelques unes des meilleures carrières du Salento, elle collabore avec la Faculté d'Architecture du Polytechnique de Bari depuis 1994, quand elle mit à la disposition de la Faculté ses ouvriers et la carrière située dans la localité Serpentane (Cursi) pour la première école d'été Erasmus 'Architecture en pierre' pour la réalisation du frons scenae de l'amphithéâtre de Lecce et d'une voûte 'à la leccese' (chantier expérimental).

