

Mesure, précision et stéréotomie

Cet art de la coupe des pierres
va trouver son apogée au XVII^e siècle,
principalement en France et en Espagne.

O. ROCHARD

Eglise Saint-Sulpice, à Paris. A droite,
la salle de réunion de l'hôtel de ville d'Arles

Claude Perrault – le frère du célèbre conteur et l'architecte de la colonnade du Louvre – définit la stéréotomie comme «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 la fait tomber». Dans cet art, la forme de chaque pierre – les voussoirs ou claveaux – est essentielle et permet la construction de voûtes, trompes, coupoles, ou volées d'escaliers de formes variées. Cet art de la coupe des pierres va trouver son apogée au XVII^e siècle, principalement en France et en Espagne. Parmi toutes les œuvres étudiées et répertoriées par Pérouse de Montclos dans son ouvrage, *L'architecture à la française*, la moitié a été construite durant ce siècle. On peut citer, à titre d'exemple, le Louvre ou la chapelle de la Sorbonne de Lemercier, l'église du Val-de-Grâce (Mansart puis Lemercier), ou l'observatoire de Paris construit par Perrault.

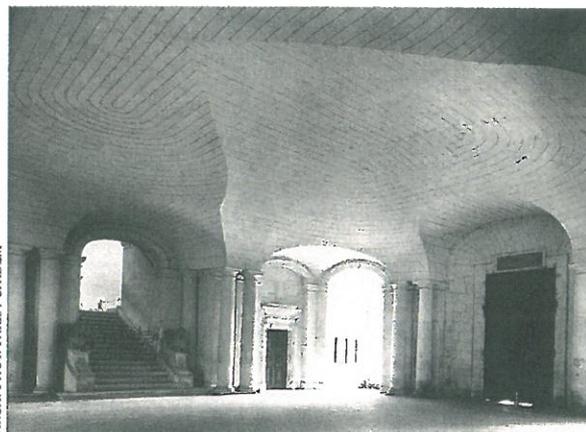
Joël Sakarovitch

Maitre de conférence à l'université Paris V et à l'école d'architecture Paris-Malaquais

Le chef-d'œuvre de la stéréotomie française reste incontestablement la salle de réunion de l'hôtel de ville d'Arles due à Hardouin-Mansart, qui présente un véritable florilège du répertoire stéréotomique de l'époque: «arrière-voussoires», «cul-de-four», «lunettes», pénétration de berceaux... La combinaison des différentes voûtes prouve la témérité de l'architecte; la précision et la finesse des lignes de joint montrent la maîtrise acquise par les appareilleurs de l'époque. L'appareilleur, figure qui apparaît sur le chantier vers le XIII^e siècle, a un statut intermédiaire entre l'architecte et le tailleur de pierre. C'est à lui que revient le rôle de tracer les «épures», c'est-à-dire les dessins préparatoires qui permettront la taille des voussoirs, ces pierres aux formes complexes qui, une fois assemblées, donneront la voûte voulue. L'architecture clavée est donc, jusqu'au XIX^e siècle le «*high tech*» du bâtiment, la méthode de construction la plus savante qui permet les réalisations les plus hardies, et qui signe la virtuosité de ceux qui l'utilisent.

Dans les ouvrages maçonnés, les pierres, de petites dimensions, sont réunies entre elles par un mortier qui, en séchant, donne la solidité à l'ensemble de la construction. La forme exacte des pierres est alors de peu d'importance, les irrégularités éventuelles des faces étant noyées dans le mortier. Dans les constructions en pierres

taillées, au contraire, on utilise des pierres de dimension relativement grande, «disposées et façonnées de manière à se soutenir, et à former des constructions solides, indépendamment de tout mortier et ciment», pour reprendre la définition de Rondelet. L'architecture clavée requière donc une grande précision dans l'exécution, compte tenu des pressions très importantes auxquelles les claveaux sont soumis, pressions qui déterminent à la fois la forme à donner à ces éléments constitutifs des voûtes et qui imposent un parfait agencement de chaque élément avec les éléments voisins. Précision dans la construction semble signifier précision dans le tracé. Pour tailler ces voussoirs il faut connaître la forme exacte de chacune de leur face. Il en résulte une suite d'opérations géométriques plus ou moins complexes qui permet de passer de la forme de la voûte globale à celle de chaque vous-



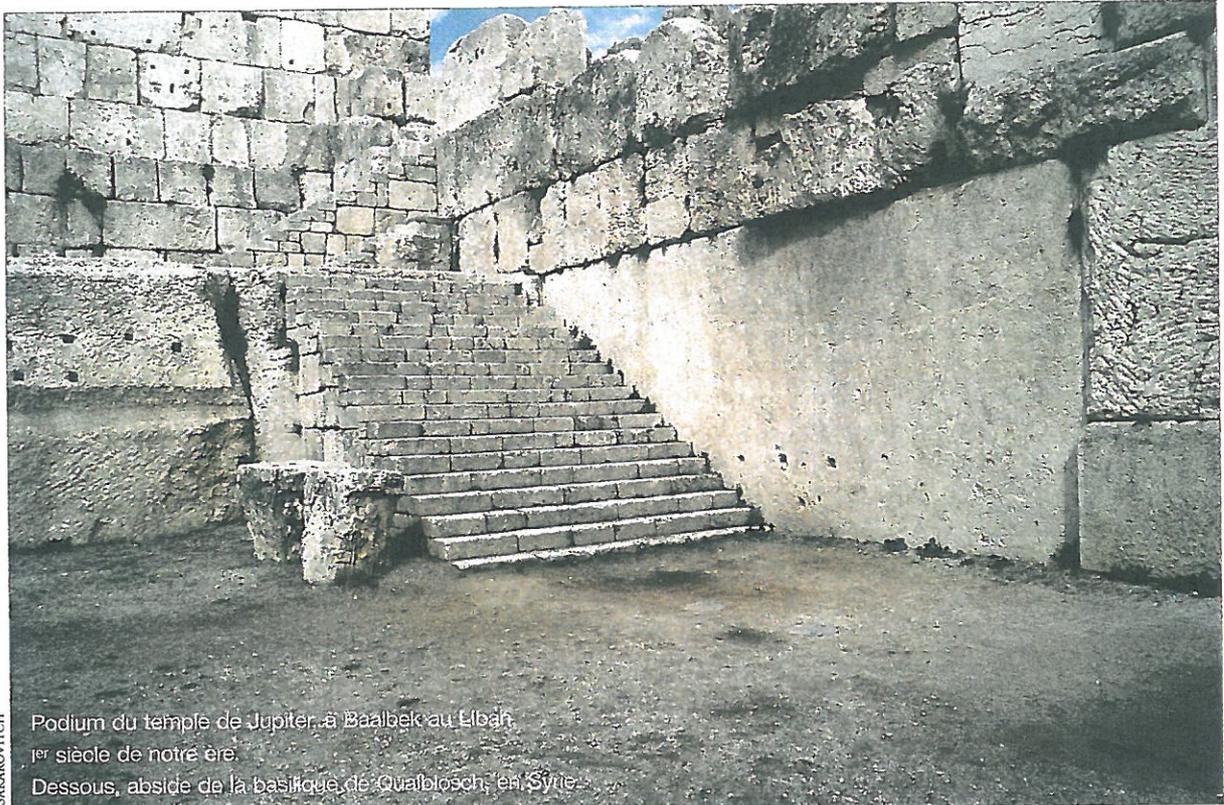
ARCH. PHOT. PARIS / SPADEM

soir, puis à chacune de ses faces.

Le langage courant nomme volontiers «dessin d'architecte» l'usage d'une représentation d'un bâtiment, ou de tout autre objet, par un triptyque plan (au sol)-coupe-élévation, représentation dite «en géométral» selon les termes de l'art. Si de nos jours le géométral est associé au dessin d'architecte, pendant tout le Moyen-Age et la Renaissance, il était d'abord et avant tout associé aux tracés des tailleurs de pierre. «Aussi est-il nécessaire à quiconque veut aborder l'étude des proportions d'avoir bien assimilé la manière de mesurer et d'avoir bien compris comment toute chose doit être couchée dans son plan et montée, selon la méthode que les tailleurs de pierre pratiquent tous les jours», écrit par exemple Dürer.

Mais on pourrait penser que c'est à partir du moment où la corporation des tailleurs de pierre a réussi à maîtriser les méthodes graphiques, les outils conceptuels ou matériels de dessin que les constructions clavées ont atteint le degré de précision qui fait notre admiration dans l'architecture classique. L'histoire s'est vraisemblablement déroulée «dans l'autre sens»: la précision se trouve d'abord dans la construction et ensuite dans le dessin, et non le contraire.





Podium du temple de Jupiter, à Baalbek au Liban,
1^{er} siècle de notre ère.
Dessous, abside de la basilique de Qalabiosch, en Syrie.

J. SAKAROVITCH



COLLECTION J. SAKAROVITCH

» Les Grecs apportaient le plus grand soin à leurs constructions en général et à l'assemblage des pierres en particulier, les Romains étant souvent plus expéditifs. Cependant, l'un des exemples les plus frappants de cette qualité de construction se trouve quand même, à Baalbek, au Liban, dans le monde romain. Le podium du temple de Jupiter, du 1^{er} siècle de notre ère, de la ville qui s'appelait alors Héliopolis, est en effet constitué de blocs monolithes énormes, de plusieurs centaines de tonnes qui sont parfaitement jointoyés. Cette construction montre la maîtrise des bâtisseurs romains quant à la taille de blocs équarris, leurs capacités à obtenir des surfaces planes, leurs facultés à déplacer, avec une extrême précision, des mégalithes cyclopéens.

On conçoit aisément que ce travail de romain, comme la plus part des monuments de l'Antiquité, ne nécessite aucun dessin préparatoire autre qu'un tracé d'implantation au sol. Même l'arc ou la voûte en berceau, qui constituent une avancée considérable dans la technique de construction, n'exigent pour autant aucun tracé géométrique savant, puisque l'on déduit la forme de chacun des voussoirs à partir de la représentation en élévation de la pièce clavée à réaliser. Pour que des problèmes d'ordre géométrique commencent à émerger, il faut que le bâtisseur cherche à varier la surface d'intrados de la voûte (c'est-à-dire la surface qui reste visible quand on se trouve sous la voûte), ou à réaliser des intersections de berceaux entraînant ipso facto une complexification de la forme de chaque voussoir, qui ne se déduit plus directement d'une de ses projections sur un seul plan. Or les Romains, comme les Grecs, ont toujours soigneusement évité les pénétrations de berceaux.

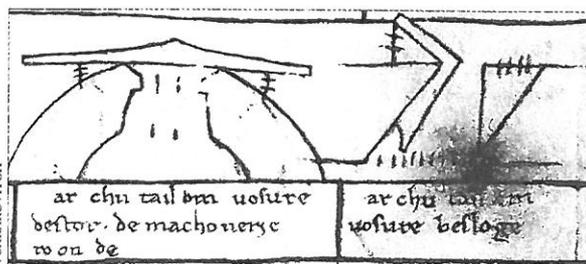
C'est dans la Syrie paléochrétienne que la construction des voûtes clavées prend réellement son essor. Pour se protéger des invasions perses, les systèmes de fortifications les plus élaborés furent en effet réalisés dans cette région. La rencontre, aux confins des Empires romain puis byzantin, d'une longue tradition de construction en pierre, des connaissances des meilleurs architectes et ingénieurs romains et des demandes spécifiques de l'architecture militaire pourrait peut-être expliquer le perfec-

La coupe des pierres, durant le gothique, s'appuie surtout sur une géométrie plane

tionnement par les maçons locaux des procédés de construction clavée.

Quelques très belles voûtes hémisphériques ou en «cul-de-four» (correspondant à un quart de sphère), parfaitement appareillées, à joints vifs (c'est-à-dire sans aucun mortier), témoignent du fait qu'un savoir-faire stéréotomique remarquable s'est développé dans cette région du Proche-Orient. L'abside de la basilique de Qualblosch, datée de la fin du V^e siècle en est un bel exemple. Des coupes du même type, très bien appareillées et à joints vifs, se retrouvent également dans l'architecture arménienne du VII^e siècle.

Bien qu'on ne puisse l'affirmer de façon certaine, on peut penser que ces constructions ont elles aussi été réalisées sans dessin préalable. Ajustés au fur et mesure de leur mise en place, par des techniques de taille dite par ravalement, ou pour les voûtes hémisphériques, par des tailles «à la perche», les voussoirs peuvent avoir été assemblés sans avoir été dessinés. Un voussoir d'une coupole est cependant de forme relativement complexe puisque les lits supérieurs et inférieurs sont des portions de cône et la face qui restera visible (l'intrados), une portion de sphère. Les premières traces explicites de dessins constructifs qui nous sont parvenues, les épures gravées dans la pierre de l'époque gothique, ne montrent pas une grande



Dessins du Carnet de Villard de Honnecourt.

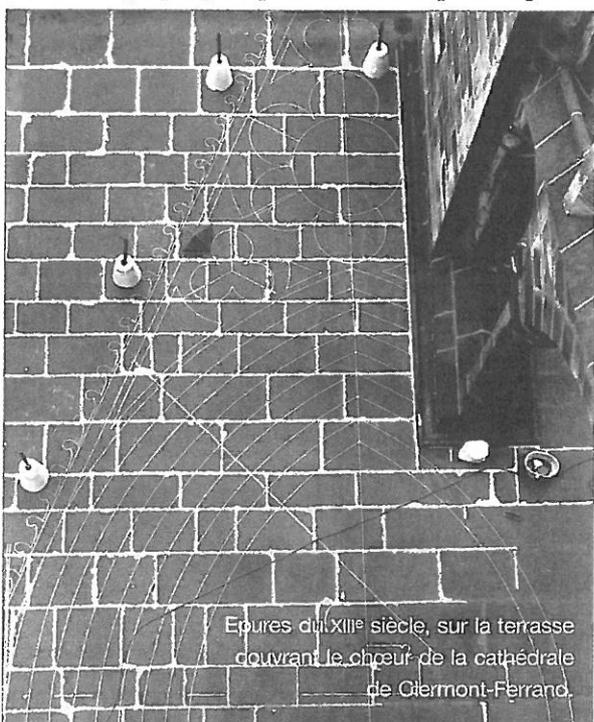
virtuosité géométrique. De nombreuses épures, datant des XIII^e et XIV^e siècles, ont été tracées directement sur les parois ou sur le sol de bâtiments en cours de construction. Dans la cathédrale de Reims, une immense épure de la façade occidentale est gravée sur le mur oriental du bras sud du transept.

Une des plus belles séries d'épures gravées, du XIII^e siècle, se trouve sur la terrasse couvrant le chœur de la cathédrale de Clermont-Ferrand. Selon F. Claval, qui en a effectué le relevé et les a étudiées, ces épures, tracées en hauteur et souvent loin des pièces à réaliser, n'ont sans doute pas servi directement de support à un chantier de taille ; elles permirent plus vraisemblablement l'exécution de panneaux en bois servant de gabarit, les moles, qui étaient ensuite placés sur les pierres à tailler. En outre, et les épures de Clermont-Ferrand en sont une bonne illustration, la coupe des pierres, durant le gothique, s'appuie surtout sur une géométrie plane (ce qui peut d'ailleurs expliquer la rapidité de son développement) alors que l'architecture clavée romane repose, elle, profondément sur une géométrie à trois dimensions.

Dans le désert quasi complet des sources concernant le dessin technique durant toute la période architecturale correspondant au roman et au gothique, *Le Carnet* de Villard de Honnecourt apparaît comme un oasis d'une incroyable richesse. Les deux dessins de ce *Carnet* se rapportant à la stéréotomie constituent des pierres précieuses pour apprécier l'évolution des méthodes graphiques consacrées à la taille des pierres.

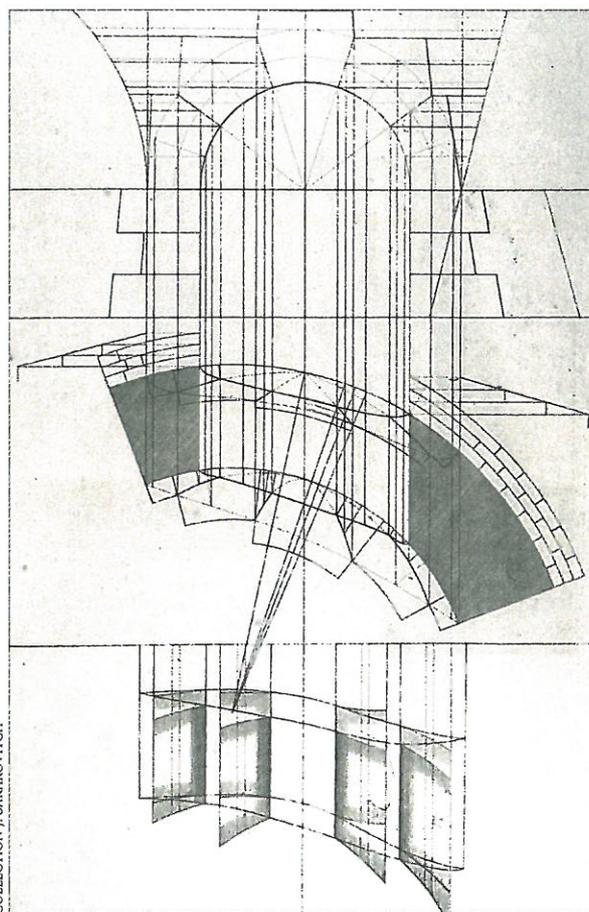
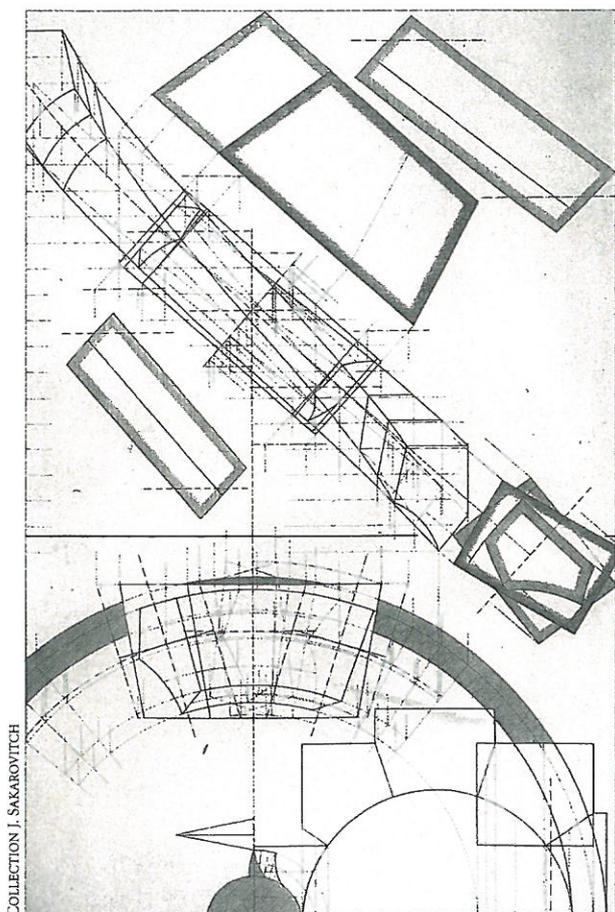
Ces schémas constructifs, très succincts, constituent vraisemblablement des aides-mémoires pour professionnels, et n'indiquent qu'un tracé approximatif des panneaux des voussoirs dont la forme exacte est ensuite déterminée par ravalement, c'est-à-dire les pierres étant déjà en place.

Si les dessins techniques du *Carnet* semblent encore relativement imprécis, les relevés des églises gothiques montrent toute la finesse dont étaient capable les bâtis- ➤➤



Epures du XIII^e siècle, sur la terrasse couvrant le chœur de la cathédrale de Clermont-Ferrand.

On détruit au XIX^e siècle bien plus de chefs-d'œuvre de stéréotomie que l'on en construit



►► seurs de l'époque au niveau de l'implantation des bâtiments. Un bel exemple en est donné par le déambulatoire de l'église de Saint-Denis construit par Suger entre 1137 et 1141. Le relevé qu'en a fait Viollet-le-Duc montre que les projections horizontales des arcs-doubleaux, ne sont pas rayonnants au centre du cercle, mais sont «balancés» comme les marches d'un escalier tournant. Cette solution présente des avantages esthétiques et constructifs.

La nécessité d'un dessin préalable dans l'architecture clavée va apparaître peu à peu, avec un double objectif. Le premier est d'élargir le répertoire stéréotomique. Certaines pièces clavées, certaines pénétrations ne peuvent être



A gauche, la «vis de Saint Gilles»; les lits des voussoirs des surfaces gauches non développables et les arêtes des courbes à double courbure. Elle ne peut être construite que par «équarrissement ou par panneaux». A droite, cours de stéréotomie à l'Ecole polytechnique. Ci-contre, Gaspard Monge.

construites sans dessin préalable. La taille dite «par équarrissement» suppose que l'on dessine sur les faces d'un bloc équarri les projections du voussoir. La taille dite «par panneaux», plus complexe d'un point de vue géométrique, demande de donner la forme exacte de chaque face des voussoirs. Ces perfectionnements géométriques vont permettre d'économiser de la

Pierre et du temps de taille. Cette méthode de taille va peu à peu s'imposer, pour devenir la méthode selon les règles de l'art.

L'objectif essentiel des différents traités de taille de pierre sera de donner des constructions géométriques pour pouvoir tracer les panneaux. Le premier traité de coupe des pierres est publié, en 1567, par Philibert de l'Orme, qui ne fait que reprendre les tracés antérieurs connus des appareilleurs. Mais, non seulement il les diffuse hors du champ clos de la corporation des tailleurs de pierres, mais encore fait-il de la stéréotomie la pierre angulaire de son traité d'architecture.

Le siècle suivant qui fut, nous l'avons dit, celui de l'âge d'or de l'architecture clavée en France, fut également particulièrement fertile en ce qui concerne l'édition des traités français de stéréotomie. Au XVIII^e siècle, le traité de Jean-Baptiste de La Rue, qui connu un grand succès, est incontestablement le plus agréable à utiliser, avec des planches d'une grande clarté, très bien gravées, et accompagnées d'axonométries explicatives qui facilitent grandement la compréhension.

Ce n'est qu'en 1795 que Gaspard Monge, dans ses cours de géométrie descriptive à l'Ecole normale de l'an III et à l'Ecole polytechnique, énonce pour la première fois la théorie géométrique sous-jacente aux tracés des appareilleurs et aux traités de coupe des pierres. Il fera même de la géométrie descriptive la discipline reine de la première Ecole polytechnique, avec l'objectif que l'élève «*exerce en même temps son intelligence et l'adresse de ses mains*».

La coupe des pierres est enseignée à l'Ecole polytechnique comme l'une des applications de la géométrie descriptive. Il est incontestable qu'il y avait, chez Monge, le souhait de voir la théorie géométrique renouveler l'architecture clavée. Force est de constater qu'il n'en fut rien. On n'a pu trouver d'exemple ni de réalisation architecturale clavée faisant intervenir des surfaces nouvelles, ni de nouvelles méthodes d'appareillage. Il est vrai que la difficulté première pour évaluer l'impact réel de la géométrie descriptive sur la stéréotomie vient du fait que l'une apparaît au moment où l'autre décline et l'on détruit au XIX^e siècle bien plus de chefs-d'œuvre de stéréotomie que l'on en construit.

L'enseignement de géométrie descriptive va au cours du XIX^e siècle devenir de plus en plus théorique, s'éloigner de ses applications et de l'objectif premier que lui avait assigné son fondateur. Elle va néanmoins rester, au long de ce siècle, la marque de l'ingénieur français, principalement du polytechnicien et du centralien. Avec elle, le dessin d'ingénieur devient le lieu, l'expression et le symbole du dessin d'exécution par excellence, et de la précision qui lui est attachée. Conservant la mémoire du XIX^e siècle, on a tendance à oublier cependant que la précision dans la réalisation n'a pas attendu celle du dessin préparatoire. ■

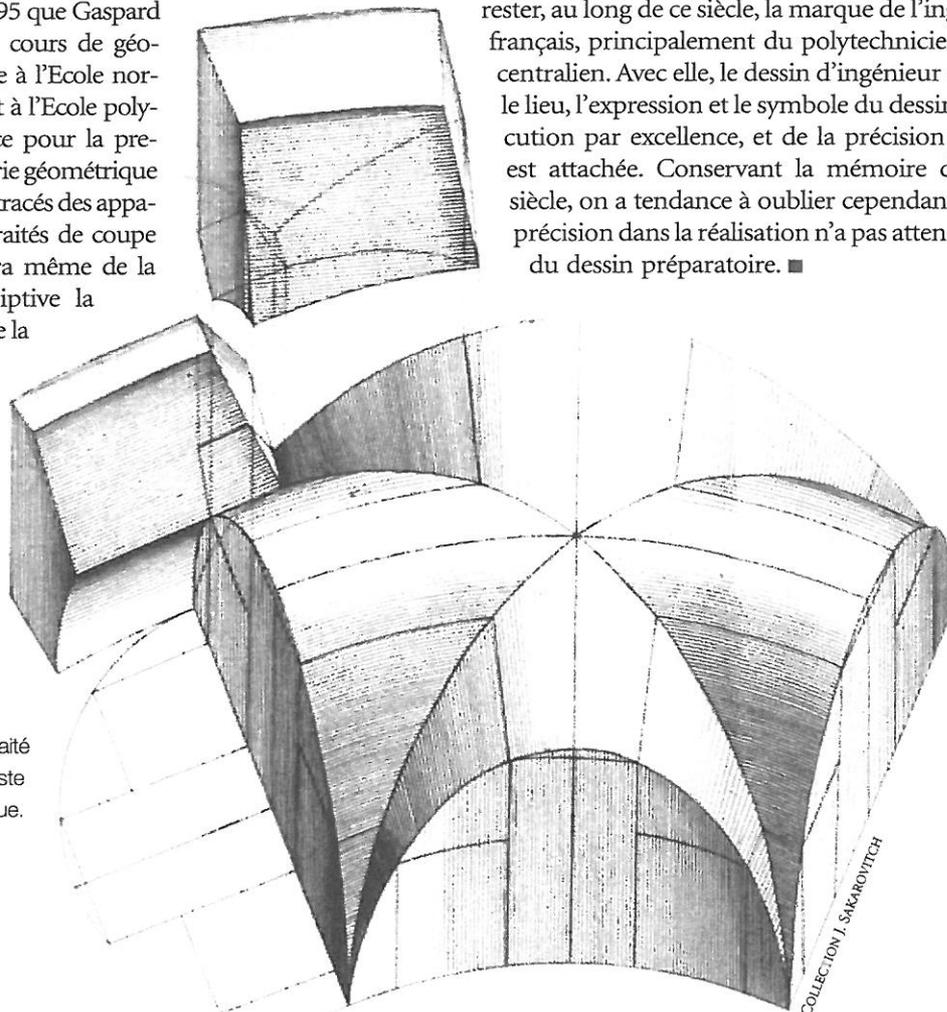


Planche du traité de Jean-Baptiste de La Rue.

COLLECTION J. SAKAROVITCH