

SISTEMA BIBLIOTECARIO DEL
POLITECNICO DI TORINO
04. MAR. 1989
ARCHITETTURA
INVENTARIO N°

78.033.2 CHO

12h7/5

VERIFICA INVENT - ID 2-11-18
F to *[signature]*

L'ART DE BATIR

CHEZ

LES BYZANTINS

—
TEXTE

LE PAYSAN ET LE WATER

PAR M. B. L. L.

1888

PARIS. — IMP. DE LA SOC. ANON. DE PUBL. PÉRIOD. — P. MOUILLOT.

GRAVURES SUR BOIS EXÉCUTÉES SUR LES DESSINS DE L'AUTEUR, PAR L. BESCHERER.

TOUS DROITS RÉSERVÉS

L'ART DE BATIR

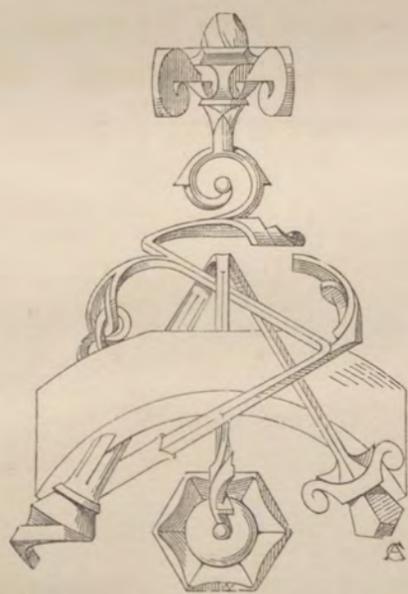
CHEZ

LES BYZANTINS

PAR

AUGUSTE CHOISY

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES



PARIS

LIBRAIRIE DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DE PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

13-15, QUAI VOLTAIRE, 13-15

MDCCCLXXXIII

INTRODUCTION

Avant d'aborder l'étude des méthodes de construction usitées dans l'architecture byzantine, je voudrais délimiter le domaine de cette architecture, montrer les liens qui la rattachent à l'art romain et les différences qui l'en séparent.

Malgré les efforts de l'esprit de centralisation, l'Empire romain n'arriva jamais à produire l'unité absolue dans les méthodes de l'art, non plus qu'il ne la réalisa dans les procédés du langage. L'architecture, cette seconde langue où se reflètent les traits de la vie sociale, n'offre chez les Romains ni des expressions uniformes ni même des principes invariables : elle a ses dialectes comme la langue parlée a les siens ; et ces dialectes de l'art se classent à leur tour sous deux grandes divisions qui répondent au partage du territoire en provinces orientales et provinces d'Occident. L'Adriatique forme entre ces deux groupes une ligne de démarcation naturelle : elle coupe l'Empire en deux moitiés vivant de leur vie propre et qui garderont jusqu'à la fin leur physionomie individuelle. En deçà, dans les contrées de langue latine, règne un système de construction issu de toutes pièces du génie organisateur de Rome ; au delà, la civilisation et l'art prennent peu à peu les couleurs de l'Orient : là commence un monde demi-grec, demi-asiatique, parlant la langue grecque, et dont l'architecture reproduit les types helléniques

modifiés par un rayonnement de l'Asie. Deux civilisations tranchent pour ainsi dire sur l'unité romaine : division singulière, dont l'origine nous reporte à l'époque de la conquête, et dont il faut chercher le point de départ dans l'état des populations le jour où Rome les rapprocha sous une autorité commune.

Pour l'Occident, où les influences grecques avaient à peine pénétré, la conquête romaine fut comme la révélation d'un principe civilisateur. L'Occident reçut de Rome la culture savante en échange de son indépendance : il adopta la langue, les arts, les usages de Rome ; et ainsi se forma, moitié par force, moitié par l'ascendant moral de Rome, comme une nation occidentale parlant une langue unique et dont l'art se réduisait à l'imitation des modèles romains : l'assimilation, la fusion fut profonde.

Tout autre fut en Orient l'effet de la conquête. Ici les rôles se renversent. L'Orient, depuis les expéditions macédoniennes, possédait cette sorte d'unité qui résulte d'une civilisation commune et d'un idiome uniforme. Toutes les idées de l'ancienne Grèce y circulaient avec la langue grecque. L'art grec à son tour s'y était implanté sur tous les points ; partout il régnait, non plus dans sa perfection classique, mais tel que l'école d'Alexandrie l'avait fait : avec les incorrections de la décadence, mais avec la grandeur dont le siècle d'Alexandre l'avait empreint. L'art, la langue, tous les éléments sociaux étaient fixés : ils survécurent à l'invasion romaine, traversèrent la durée du haut Empire et se retrouvèrent, altérés mais encore reconnaissables, le jour où l'Orient redevint un empire à part avec Constantinople pour capitale.

L'époque romaine nous présente donc, dans l'histoire de l'art comme dans l'histoire générale de la civilisation, deux courants dont un a sa source à Rome, l'autre dans l'Asie grecque. Rome détruite, le courant occidental dut aussitôt tarir ; mais le courant oriental, qui prenait son origine ailleurs, put se continuer encore. Rome avait jusque-là entravé, comprimé la vie orientale, sa ruine rendit l'Orient à lui-même ; l'art et la société, reprenant un essor plus libre, s'engagèrent à sa chute dans des voies inexplorées. De là, pour la société, une forme nouvelle de civilisation, la civilisation chrétienne d'Orient ; et pour l'art, un type d'architecture entièrement original, l'architecture byzantine.

C'est à cette évolution de l'art oriental à l'issue de la période romaine que j'ai consacré cette étude. Les limites, on le voit, n'en ont rien d'arbitraire, le

champ des recherches se circonscrit de lui-même : c'est une des phases les mieux caractérisées de l'histoire de l'art, dont il s'agit de reconstituer le tableau. Je n'essaierai point d'ailleurs d'embrasser l'art byzantin dans son ensemble et de le décrire dans toute la variété de ses applications : j'ai restreint la question en l'abordant par le côté des procédés pratiques, et fait abstraction des formes décoratives pour considérer spécialement la structure. Bâtit, tel était aux yeux des contemporains de Justinien le rôle essentiel de l'architecte ; Anthémius, qui éleva Sainte-Sophie, dut avant tout à ses talents de constructeur la direction de l'entreprise : « Il fut choisi, nous apprennent les chroniques¹, comme étant le mécanicien le plus habile du siècle, et sans doute le plus fécond en inventions qui eût jamais existé. » L'opinion désignait alors comme le premier des architectes le plus savant constructeur : jugement trop absolu, mais caractéristique d'une époque où la délicatesse des nuances avait fait place à l'ampleur des conceptions, et le sens épuré de la forme aux recherches ingénieuses, parfois subtiles de l'art de bâtir. — C'est, à notre tour, l'œuvre du constructeur que nous envisagerons dans les monuments de l'époque byzantine : nous analyserons les procédés, nous essaierons d'en suivre la génération et le progrès. Quelles furent donc les méthodes de construction propres à cette société grecque de l'Orient à dater du partage du monde romain ? Quels germes ces méthodes trouvaient-elles dans les traditions antérieures à la scission des deux empires ; que doivent-elles aux influences de l'Occident, aux exemples de Rome ; en un mot, par quel acheminement les principes d'art qui préexistaient au bas Empire sont-ils devenus les principes de l'art byzantin ? telles sont les questions que je me suis proposées.

A quels documents pouvais-je me référer pour les résoudre ? Les travaux publiés jusqu'à ce jour portaient moins sur les moyens d'exécution que sur les procédés décoratifs : ma seule ressource était d'interroger les monuments eux-mêmes, ou mieux encore de rapprocher les uns des autres les faits anciens et les traditions contemporaines. Ces traditions sont d'un prix inestimable, car tout le passé de l'Orient a laissé son empreinte dans le présent. L'art byzantin dure encore ; les maçons grecs de la Turquie sont de nos jours les représentants fidèles des constructeurs du bas Empire, et leur pratique actuelle est en somme le commentaire le plus sûr et le plus vrai des ruines.

¹ Procop., de *Edif.*, I, 1 ; *Agath. hist.*, V, 8.

L'Administration des Ponts et Chaussées, grâce à la bienveillante initiative du regretté M. Léonce Reynaud, m'a mis à même d'accomplir sur les lieux cette double étude des ruines et des traditions qui les expliquent : une mission spéciale dans l'Asie grecque m'a fait passer sous les yeux ce qui reste de plus caractéristique parmi les vestiges de l'art byzantin ; c'est aux résultats de cette mission que j'emprunterai tout le détail des faits. Je n'en citerai aucun sans l'avoir personnellement constaté ; et s'il m'arrive par exception de déroger à cette règle en m'aidant d'observations étrangères, je m'imposerai, comme une garantie aussi bien que comme un devoir, de préciser par une indication formelle l'autorité que j'invoque.

— L'objet propre de ce travail est dès à présent connu ainsi que l'origine des documents sur lesquels il se fonde : je résume la question pour la mieux préciser. L'architecture dont j'entreprends l'étude est celle que les populations grecques de l'Orient ont pratiquée à l'issue de la période romaine ; le point de vue où je me place est celui des méthodes d'exécution ; et le mode essentiel d'information, l'observation directe des monuments ou des traditions. — Quant au classement des faits, voici comment je l'ai conçu :

L'art byzantin admet comme élément principal la voûte ; il a ses types de voûtes qui impriment aux édifices une physionomie à part, et dont l'influence se retrouve dans toutes les combinaisons de l'architecture. Il faut pour maintenir les poussées de ces voûtes donner aux masses d'appui une disposition spéciale, il les faut associer d'après certain mode de groupement qui rend un plan byzantin reconnaissable à première vue. Toutes les circonstances de la construction découlent ainsi de la nature de la voûte byzantine ; et j'ai cru qu'il convenait de ranger les faits autour de cet élément fondamental du système, de même qu'ils s'y subordonnent dans l'économie générale des édifices.

L'architecture occidentale de l'époque romaine reposait, elle aussi, sur l'emploi de la voûte, mais les deux sortes de voûtes ne se ressemblent ni par l'aspect ni par la structure. Analysez une voûte romaine de construction occidentale, à peine trouverez-vous en elle quelques chaînes de brique qui en sont comme l'ossature, le squelette ; le reste, n'est qu'un massif informe, un remblai de cailloux et de

mortier, une concrétion pure et simple : une de ces œuvres savamment primitives d'où le travail intelligent est exclu à dessein et qui témoignent d'une force matérielle immense, instrument passif d'une volonté puissante. — En Orient au contraire, dans les contrées grecques, tout est combinaison, tout est calcul ; chaque fragment a, dans la voûte dont il fait partie, sa place déterminée et sa fonction ; partout apparaît, à côté de l'idée dominante qui conçoit, la force réfléchie qui exécute : on se sent transporté dans un milieu tout autre ; et les monuments des deux écoles trahissent ainsi, jusque dans leurs derniers détails, la différence des mains dont ils sont sortis.

Entre ces deux écoles j'essaie d'apercevoir un point de contact, une communauté d'esprit ou de tendance ; et la seule tendance commune que j'arrive à saisir est celle-ci : on veut des deux côtés s'affranchir de la sujétion des ouvrages auxiliaires et des installations provisoires. Est-ce, d'une école à l'autre, un résultat d'imitation ou l'effet de quelque influence traditionnelle ? Pour ma part, je pencherais à voir dans cette recherche d'économie une de ces rencontres nécessaires que le bon sens pratique doit amener en dehors de tout échange d'idées. Quoi qu'il en soit, l'analogie ne réside ici même que dans le principe : dès qu'on arrive aux détails d'application, les différences reparaissent, et les deux écoles se séparent :

A Rome, où la voûte est un monolithe fait d'une matière plastique, le massif qui la constitue exige un moule ; et l'architecte romain donne, en effet, à chaque voûte un cintre. Mais ce cintre, il lui répugne de le bâtir pour le détruire ensuite : et dans cette pensée il lui applique un mode de construction mixte, moitié brique et moitié charpente. La voûte achevée, la partie en charpente va seule disparaître ; tout ce qui est brique reste engagé dans les massifs et s'associe à leur résistance : incorporer à la voûte la majeure partie du moule qui l'a portée, voilà en un mot le procédé occidental. — Chez les Orientaux, l'idée d'économie revêt une forme plus absolue : pour eux il ne s'agit pas d'atténuer la dépense des ouvrages auxiliaires, la question est de les supprimer. Le problème de voûter sans cintres, les architectes grecs se le posent franchement, et, grâce à d'ingénieux agencements de matériaux, ils parviennent à le résoudre : la plupart de leurs voûtes, ils les élèvent en maçonnant dans l'espace, sans support, sans appui d'aucun genre. Leur méthode n'est point une variante de celle de l'Occident, c'est un système bien distinct, et qui ne dérive même pas d'une source romaine.

Ce système est asiatique. Le commerce et la guerre avaient multiplié les contacts avec la région de l'Euphrate et la Perse ; l'Asie s'était comme insinuée dans le monde grec ; les empereurs de Constantinople s'étaient faits monarques asiatiques : toute la civilisation byzantine était devenue orientale. L'art à son tour dut céder à cet entraînement : il se transforma, mais en gardant son originalité native ; et, loin de s'absorber dans une servile imitation, il hellénisa les types asiatiques et trouva dans ces types transformés les germes d'une véritable renaissance. L'art classique personnifie le génie grec dans son expansion libre et spontanée ; l'art byzantin, c'est l'esprit grec s'exerçant, au milieu d'une société à demi asiatique, sur des éléments empruntés à la vieille Asie. Vainement chercherait-on dans ses œuvres cette pureté de formes dont l'âge antérieur eut l'heureux privilège ; ce qu'on y reconnaîtra du moins, c'est l'ingénieuse élégance des méthodes, la netteté des expressions, et, par-dessus tout, une flexibilité merveilleuse qui s'adapte aux convenances les plus diverses. Pendant douze siècles ses ressources ont suffi aux exigences de la civilisation du bas Empire ; toutes les architectures de l'Orient se sont tour à tour inspirées de ses exemples ; et de nos jours même, l'art byzantin peut redevenir fécond, si nous savons dégager des formes surannées qui l'enveloppent les principes toujours vrais dont il a si longtemps vécu.

CHAPITRE PREMIER

LES POINTS D'APPUI

LE MUR BYZANTIN

I. — LES MASSIFS

Les Byzantins, en construisant à l'aide de menus matériaux ces concrétions qui forment le corps de leurs voûtes, ne faisaient que suivre des procédés romains : mais les méthodes antiques qu'ils ont continuées ne sont ni celles de Rome, ni celles des provinces occidentales de l'Empire. Les contrastes tiennent en partie à la nature variable des matériaux, mais en plus grande partie peut-être à des causes purement traditionnelles. Tout était local dans les pratiques de l'art romain : autant de municipes, autant de centres distincts pour l'art comme pour le recrutement et la vie des corporations qui en étaient dépositaires. Des influences d'écoles s'ajoutaient ainsi à l'inégalité des ressources naturelles pour produire la diversité ; et dans la question actuelle ce sont ces influences d'écoles qui paraissent primer toutes les autres.

Les matériaux constituant les concrétions antiques se réduisaient sur tous les points du monde romain à de la brique, des pierrailles et du mortier : il est clair que le mode d'emploi de ces matériaux partout les mêmes eût pu être partout à bien peu près uniforme ; et cependant l'uniformité est loin de régner dans les procédés de mise en œuvre : on remarque des différences d'une contrée à l'autre, parfois même des différences assez notables :

En Occident, le mélange de mortier et d'éclats de pierres dont se compose un massif est fréquemment aggloméré par une compression énergique. En Orient, le procédé de construction par pilonnage est inconnu, et les matériaux ne présentent pas à beaucoup près l'état de division qu'ils affectent dans les maçonneries de nos contrées : ce sont des moellons de quinze à vingt centimètres d'épaisseur. Tantôt, comme dans les soubassements du palais de Spalatro, ces moellons sont jetés pêle-mêle au milieu d'une gangue de mortier où ils s'entassent dans un désordre absolu ; tantôt au contraire ces moellons se rangent par assises réglées, selon l'une ou l'autre des dispositions suivantes :

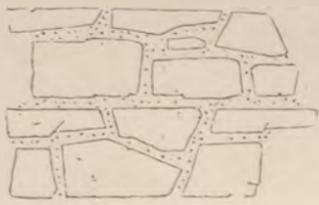


Fig. 1.



Fig. 2.

La disposition figure 1 ramène de deux en deux lits un arasement assez correct : c'est un mode de groupement qui remonte à une antiquité reculée. On l'observe dans les galeries des tombeaux lydiens de Sardes ; on le retrouve à l'époque constantinienne dans les ruines de Magnésie du Méandre et de Geira ; et, dans les environs de Smyrne, l'usage s'en est perpétué jusqu'à nos jours.

L'arrangement en arête de poisson indiqué par la figure 2 apparaît dès l'époque romaine dans les monuments qui bordent la voie des Tombeaux près d'Athènes ; et les Byzantins l'ont adopté pour un grand nombre de constructions militaires, telles que la forteresse de Khonas. Dans cet exemple, les moellons sont des plaquettes de pierre épaisses moyennement de 0^m,08 et séparées par des couches de mortier d'au moins 0^m,03 : les Byzantins auraient craint que le mortier employé par lits minces ne se desséchât sans faire prise.

Rarement élevaient-ils une construction en blocage sans l'interrompre par des assises régulières de grandes briques formant arases et donnant à la masse une liaison transversale bien assurée. Dans les monuments de Rome, cette liaison est obtenue à l'aide d'une seule assise de briques ; les Orientaux employèrent rarement moins de trois assises superposées, constituant au travers du massif une zone épaisse de maçonnerie régulière. — Voici (fig. 3 et 4) deux applications :

La première (fig. 3) est une coupe de la citerne de Constantinople dite le Tchokour-bostan. Les assises de brique sont au nombre de cinq et forment ensemble une bande de 0^m,40 de hauteur qui revient de trois en trois mètres. L'autre exemple (fig. 4) provient des fortifications byzantines de Salonique : ici l'intervalle entre les arases se réduit à 1^m,50.

Pour ces arases, aussi bien que pour les murs de brique, l'échantillon usuel répond aux dimensions suivantes : 1 pied ou 1 pied $\frac{1}{2}$ de côté, sur 2 à 3 doigts d'épaisseur (en chiffres ronds, 0^m,30 ou 0^m,45 sur 0^m,04 à 0^m,06).

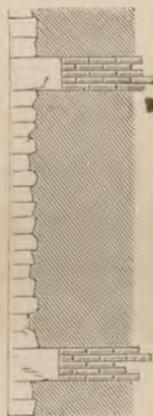


Fig. 3.

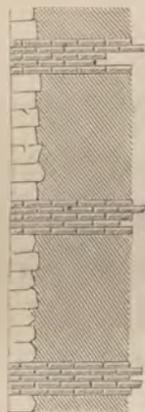


Fig. 4.

Quant au lit de mortier, les Byzantins en exagèrent l'épaisseur, sans doute en vue d'employer avec plus d'épargne les briques que l'étendue de leur surface et leur cuisson toujours irréprochable devaient rendre coûteuses : jamais ils ne donnent à la couche de mortier une épaisseur moindre que celle des briques elles-mêmes. Entre deux assises de quatre centimètres il n'est pas rare de trouver cinq et même six centimètres de mortier. Dans les ruines du palais des Blachernes on voit des pans de murailles où le mortier entre pour les deux tiers du volume total ; la brique, ici, n'est que l'accessoire : la masse est constituée par du mortier ou, plus exactement, du béton.

C'est en effet une sorte de béton, que ce mortier des Byzantins. Pour lui assurer la consistance qu'exigent les épaisseurs sous lesquelles ils l'emploient, ils lui incorporent en forte proportion une matière rougeâtre qui n'est autre chose que de la tuile écrasée et passée à la claie de 0^m,015 environ de maille. Pour les maçonneries de blocage, ils admettent, indépendamment des tuileaux pilés, du

gravier, des recoupes de pierre : le tout formant un mélange où les parties solides se présentent par fragments d'autant plus gros que l'emploi doit se faire par plus grandes masses¹.

D'ailleurs rien n'est fixe dans la composition de ces bétons, non plus que dans les méthodes suivies pour calciner la pierre ou pour éteindre la chaux. Les Romains avaient institué dans les divers centres de l'Empire des corporations de chauxfourniers, mentionnées à plusieurs reprises dans les constitutions du Code théodosien² : ces corporations fondèrent dans chaque contrée des traditions essentiellement locales, que les Byzantins continuèrent jusqu'à nos jours. En général ils recherchent les chaux obtenues par la cuisson du marbre : à l'Athos, à Salonique, dans la vallée du Méandre, ce sont les chaux de marbre qu'ils emploient de préférence. Pline rapporte qu'un vieil usage proscrivait à Rome les chaux ayant moins de trois ans d'extinction³ ; cet usage s'est perpétué dans presque tout l'Orient : on éteint la chaux dans d'énormes bassins où elle séjourne pendant des années entières ; après quoi on la décante pour la mêler à la poussière de tuileaux. Lorsque l'emploi de la chaux de marbre devient trop coûteux, on recourt à des calcaires moins purs ; et comme la chaux qu'ils fournissent possède de légères qualités hydrauliques qui la feraient durcir dans les fosses d'extinction, on se contente de la déliter en l'arrosant d'une quantité d'eau juste suffisante pour la réduire en poudre ; on répand cette poussière de chaux par couches de quatre ou cinq centimètres sur des lits de sable ou de tuileaux pilés, et l'on fabrique directement le mortier en corroyant le mélange. Cette méthode est universellement adoptée dans la région de Koutahia, et pratiquée à Constantinople. La brique pilée agit à la manière d'une pouzzolane, et donne aux maçonneries une grande consistance. N'exagérons rien toutefois : les mortiers des Byzantins, et ceux des Romains eux-mêmes, sont fort loin de présenter par rapport aux nôtres cette supériorité qu'on est trop disposé à leur attribuer : où les mortiers

¹ Au reste, le béton tel que nous le mettons en œuvre, le béton coulé, était en usage chez les Byzantins. Le fait ressort des récits que leurs chroniqueurs nous ont laissés au sujet de Sainte-Sophie. Codinus et l'Anonyme de Banduri mentionnent en termes non équivoques le moulage des massifs de fondation. Codin., de Struct. S. Soph., edit. paris. p. 67, ed. bonn. p. 135 ; Anonym. ap. Banduri, Imp. orient., t. 1, p. 68.

Ces deux écrivains, — qui du reste ont évidemment puisé à la même source, — ajoutent que le béton était fabriqué à l'aide d'eau chaude tenant de l'orge en dissolution ; j'ignore ce qu'il en faut croire.

² Cod. theod., XIV, vi.

³ Plin., Hist. nat., XXXVI, 35.

modernes réussissent, ceux des anciens sont excellents; où nos mortiers sont de mauvaise qualité, les leurs sont au moins médiocres¹: les anciens se contentèrent partout des ressources locales; et leur supériorité consista moins à se créer des matériaux factices, qu'à s'accommoder de ceux que le pays même leur offrait.

II. — LES PAREMENTS

Ce n'est pas dans les monuments de l'art officiel du haut Empire qu'il faut chercher les modèles qui s'imposèrent aux Byzantins: on les trouvera bien plutôt dans les débris des constructions vulgaires, et surtout dans les ruines de certaines villes obscures où la modicité des ressources créait aux architectes des conditions équivalentes à celles de leurs successeurs byzantins.

Or, si l'on parcourt les villes de second ordre de l'Asie romaine, telles que Soles ou Nysa, on y trouvera de nombreux exemples de construction qui se résument comme il suit: Un blocage formant le corps du mur; des pierres de taille servant de revêtement; point de scellements entre les pierres: du mortier à la place de ces ferrements soudés au plomb, dont l'usage était si général chez les Romains d'Occident.

Cet emploi du mortier dans les constructions d'appareil remonte assez loin dans l'histoire de l'architecture en Asie. Dès le deuxième siècle avant notre ère, Philon de Byzance le conseille pour les tours de défense²; et, au bas Empire, la pratique de maçonner les pierres d'appareil devient si générale que l'on compte les monuments, tels que le Pont du Sangarius, où les pierres s'assemblent à joints vifs. Peut-être même le ciment fut-il, dans plus d'un cas, substitué au mortier: c'est ce qu'il semble permis d'inférer d'un texte où Paul le Siléntaire, parlant de Sainte-Sophie, dit que les blocs des grosses piles furent maçonnés « à l'aide de pierre calcinée et délayée dans de l'eau³ ».

¹ Qu'il me suffise de citer l'exemple des mortiers de Djerach: malgré leur provenance authentiquement romaine, ils ont si peu fait prise, qu'il m'a fallu plus d'une vérification pour me convaincre qu'ils fussent autre chose que de la terre délayée.

² Phil. byz., § I, 5 (Veterum mathemat. opera, Paris, 1693; réédité et traduit par MM. de Rochas et Graux: Revue de Philologie 1879). « Les pierres, dit Philon, doivent être réunies par du gypse. » La même prescription se retrouve au § III du traité de Philon.

³ Paul. Silent., descr. S. Soph., part. II, v. 39. — Procope (de Ædit., ed. paris. p. 7; ed. bonn. p. 178) et

Comme appareil, les parements byzantins répondent généralement au type figure 5, que j'emprunte à l'ancienne citadelle de Smyrne :

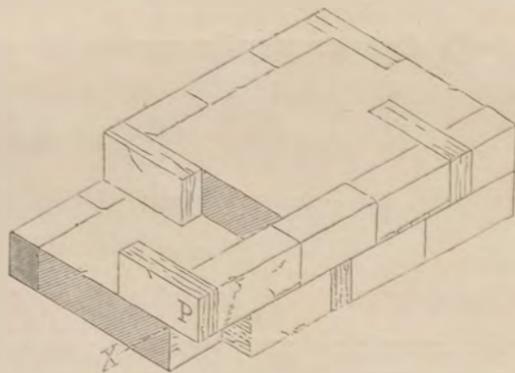


Fig. 5.

Chaque assise présente, mêlées à des carreaux posés sur leur lit de carrière, des pierres de champ faisant office de boutisses et toutes en délit.

Cette pratique, de poser les boutisses en délit, se rattache à de très vieilles traditions orientales : à Jérusalem elle apparaît neuf siècles avant notre ère dans les substructions salomonniennes du Temple. Et elle n'est pas sans avantages : elle permet de réduire à volonté l'épaisseur des boutisses, et, par suite, de restreindre la quantité de pierre faisant queue dans les massifs. En outre, si les remplissages viennent à subir des tassements, la boutisse, ainsi posée en délit, a plus de raide pour résister.

Mais les Byzantins ne tardent pas à reconnaître qu'un parement ne peut adhérer aux remplissages qu'à la condition de se contracter comme eux, c'est-à-dire de contenir à volume égal une égale quantité de mortier. Pour atteindre à ce résultat, ils exagèrent l'épaisseur des lits du parement en même temps qu'ils réduisent les hauteurs d'assises : au lieu de pierres de taille ils mettent en œuvre de simples moellons. Cela même ne leur suffit pas : entre deux cours de moellons



Fig. 6.

ils intercalent une, deux et jusqu'à trois assises de briques (fig. 6). Moyennant

l'Anonyme de Banduri (t. I, p. 72) sont en désaccord avec le Silentiare : mais cet auteur, dont les descriptions sont toujours si scrupuleusement fidèles, paraît mériter créance.

cette précaution, la proportion de mortier s'égalise entre le corps du mur et le revêtement, et, les tassements s'opérant uniformément dans toute la masse, les risques de déliaisonnement disparaissent.

Dans ces ouvrages mixtes, les moellons jouent le rôle de carreaux, les briques pénètrent davantage et servent comme boutisses. Quelquefois même (fig. 7¹), à défaut de briques, on emploie, pour relier le parement au remplissage, de longs tubes en poterie qui plongent comme des attaches dans la garniture de

Fig. 7.

blocage. Mais laissons de côté ces artifices de détail : le vrai type du parement byzantin est celui que la figure 6 caractérise ; et les plus heureuses applications qui en aient été faites s'observent dans les monuments de la Grèce. Les cours de briques tranchent en rouge sombre sur le blanc rougeâtre des mortiers et sur le gris mat de la pierre. Ordinairement le mortier est lissé en retraite sur le nu du mur : si bien que chaque brique, chaque moellon a son contour redessiné en noir par un trait d'ombre. On ne saurait allier une meilleure entente des effets avec un sens plus juste des vraies convenances de la bonne construction.

LA COLONNE BYZANTINE

Les architectes de Rome considéraient la colonne comme un simple accessoire décoratif : leurs voûtes massives ne leur paraissaient point admettre des supports aussi grêles, aussi sujets à perdre l'aplomb : et si parfois, dans les salles de leurs thermes, les Romains firent retomber des voûtes d'arête sur des colonnes, ils eurent soin d'adosser ces colonnes à des massifs qui sont les véritables points d'appui². A peine l'école d'Orient nous a laissé des applications de l'arcade sur colonnes³ ; il faut descendre au moins jusqu'à l'époque constantinienne pour trouver des exemples de ces grandes constructions voûtées, telles que les citernes

¹ Cet exemple provient d'un pan de mur en ruine près de Beyrouth.

² Thermes de Caracalla, de Dioclétien ; Basilique de Maxence, etc.

³ Les plus anciennes représentations d'arcades sur colonnes nous sont fournies par les médailles romaines d'Asie : Donaldson, *Archit. numismat.*, fig. 20, 21, 22, 28, 34, 37. — Comme exemples conservés, nous citerons

monumentales de Constantinople, où la charge porte tout entière sur un quillage.

La figure suivante (fig. 8) rappellera l'aspect des colonnes byzantines :

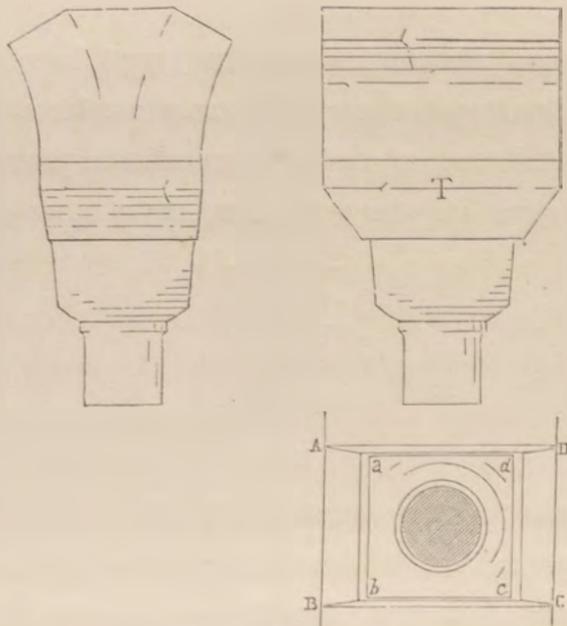


Fig. 8.

Entre le fût circulaire et le rectangle A B C D des naissances, se placent d'ordinaire deux assises qui correspondent, l'une au chapiteau, l'autre au tailloir T qui le surmonte. Le chapiteau établit le passage du plan circulaire du fût au plan carré *abcd*; le tailloir T sauve la transition entre le carré *abcd* et le rectangle des naissances ABCD. Bien entendu, si la section de la retombée est un carré parfait, le chapiteau suffit, et le tailloir peut être supprimé : ce cas est celui de Sainte-Sophie.

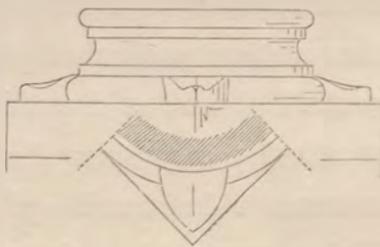


Fig. 9.

— La base, lorsqu'elle n'est pas la copie d'une base antique, se présente sous la forme d'un empatement par gradins, ou même d'un chapiteau renversé¹; ou

la grande cour de Spalatro, l'arcade sur colonnes du Temple de Damas, et les monuments du Haurân publiés par M. de Vogüé, Syrie centrale, pl. 7, 20, etc.

¹ On trouve la base par gradins à Saint-Vital de Ravenne, et la base en chapiteau renversé, dans une citerne

bien, en reproduisant d'ailleurs les profils consacrés, elle se renforce sur les quatre angles, de quatre griffes destinées à la rendre moins fragile (fig. 9¹).

— Les fûts des colonnes sont, autant que possible, des monolithes taillés dans des bancs de calcaire compacte, et dressés en délit. Souvent les Byzantins remployèrent des fûts de marbre arrachés aux édifices antiques : mais, en les surchargeant sous le poids de leurs voûtes, ils durent compter davantage avec le risque de déterminer des fissures suivant les fils ou les veines tendres. Procope raconte² que, pendant la construction de Sainte-Sophie, des colonnes éprouvèrent dans leur masse une véritable désagrégation : on les vit s'en aller en éclats.

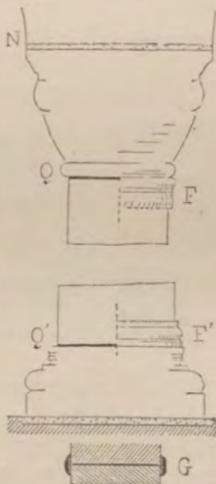


Fig. 10.

Pour prévenir ces fissures longitudinales qui se devinent d'après le récit de Procope, les Byzantins eurent recours à des frettes métalliques cerclant les fûts tant à leur sommet qu'à leur pied. La figure 10 montre, en F et F', la disposition des frettes à Sainte-Sophie. Des anneaux de même sorte enserrèrent à leur sommet les colonnes de l'église de Vatopedi à l'Athos, etc³.

de Constantinople découverte en 1873 près de l'El-Meïdan. Les bases de Saint-Vital sont figurées dans l'ouvrage de M. de Dartain sur l'Architecture lombarde, planche 2.

¹ L'usage des griffes d'angle est de fort ancienne origine. L'exemple ci-dessus provient des constructions de Dioclétien à Spalatro ; mais il serait, je crois, possible de remonter plus haut encore. Pline raconte (Hist. nat. XXXVI, iv, 14) que deux Grecs nommés Batrakos et Savros sculptèrent, en guise de signatures, l'un une grenouille, l'autre un lézard aux « spiræ » des colonnes qu'ils avaient taillées : le mot spiræ, dans le langage technique des Latins, désigne essentiellement les profils des bases ; et l'on se demande de quelle façon des accessoires sculptés tels que Pline les indique auraient pu s'adapter à ces profils, à moins de se disposer comme les griffes mêmes des bases de Spalatro.

² De Ædific., 1, 1, ed. paris. p. 9 ; ed. bonn. p. 180.

³ Photius nous apprend que l'église du Palais construite par Basile le Macédonien présentait, elle aussi, des colonnes ornées d'anneaux qu'il désigne sous le nom de περιζώματα.

Lorsque, faute de ressources, les Byzantins renoncent aux monolithes consolidés par des frettes, ils subdivisent le fût en deux ou tout au plus en trois tronçons pris dans des pierres en délit : mais toujours ils ont soin d'intercaler entre ces tambours en délit, des assises basses A (fig. 11 bis) posées sur lit de

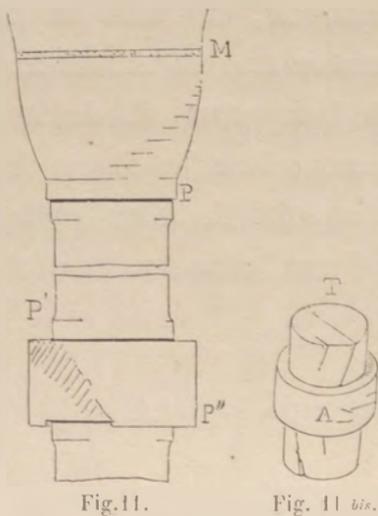


Fig. 11.

Fig. 11 bis.

carrière et faisant saillie sur tout le pourtour. De cette sorte, si les tambours viennent à se fendre verticalement (croquis T), les assises intermédiaires A retiennent en présence les fragments disjoints et jouent dans la construction le rôle de véritables parpaings. L'exemple le plus remarquable qui nous reste de cette association d'assises basses sur lit de carrière et de longs tronçons dressés de champ, nous est fourni par la citerne dite des Mille et une colonnes, à Constantinople.

— Enfin, comme surcroît de garantie, les Byzantins ont soin d'asseoir leurs colonnes sur des lits faits d'une matière plastique destinée à rendre la répartition des charges plus uniforme; et cette matière est le plomb laminé : presque partout les tambours des colonnes byzantines sont dressés sur des feuilles de plomb d'un millimètre environ d'épaisseur¹.

L'usage des lits de plomb remonte à l'époque du haut Empire et, tout aussi bien que celui du mortier dans les constructions d'appareil, il se rattache à des origines orientales. En deçà de l'Adriatique, je n'en connais point d'exemples :

¹ Un texte de Paul le Siléntaire (Descr. S. Soph., 2^e part., v. 60) donne à penser que la pose sur lits de plomb n'était pas exclusivement réservée au cas des colonnes : il rapporte qu'à Sainte-Sophie les pendentifs furent arasés à l'aide de pierres de taille qui reçurent, par l'intermédiaire de feuilles de plomb, le poids de la coupole. L'état actuel de l'édifice ne permet guère de vérifier cette assertion.

il apparaît sur la côte de Dalmatie dans un monument oriental et de conception et de procédés, le palais de Dioclétien. Vient ensuite, dans l'ordre des dates, la basilique constantinienne de Bethléem¹. Puis, au début de l'ère byzantine, les applications se multiplient : à Jérusalem, les portes de l'enceinte du Temple ; à Constantinople, la basilique de Saint-Jean, les grandes citernes, Saint-Serge, Sainte-Sophie.

La figure 11 marque par des traits noirs les lits de plomb qui s'observent à la citerne des Mille et une colonnes : ces lits de plomb P, P', P'', n'existent qu'entre les tambours des fûts, c'est-à-dire aux points où la section portante est le plus étranglée. En M, entre la naissance de la voûte et la large plate-forme du chapiteau, la surface d'appui est à peu près trois fois plus grande qu'en P, et l'on s'est contenté d'une simple couche de mortier : le plomb fut réservé pour les points où la charge devenait exceptionnellement violente.

La colonne de Marcien nous offre à son tour un exemple de la pose sur lits de plomb, exemple doublement curieux parce qu'il met en lumière les inconvénients du système. Le plomb, employé sous une épaisseur excessive (0^m,013) céda sous la charge et il fallut, pour assurer la verticalité du fût, recourir à des cales et faire subir au plomb un matage énergique. Là est le danger : le plomb s'étale et déborde sur le pourtour du lit, sans qu'on puisse assigner un terme à l'effet d'écrasement qu'il éprouve.

Cet effet d'écrasement, les Byzantins l'évitent par une application fort ingénieuse du procédé de cerclage que nous décrivions tout à l'heure. Il s'agit d'empêcher le plomb de déborder : ils l'enserrent (fig. 10) dans les anneaux F ou F' ; et le plomb, cerné, bridé pour ainsi dire, ne peut ni s'écraser ni s'étendre. Aujourd'hui, lorsque les constructeurs grecs dressent un fût monolithe, ils lui donnent non seulement un lit de plomb, mais encore une frette de fer telle que l'indique le croquis G² : sur ce point, comme en tout ce qui touche à l'histoire des arts en Orient, la pratique contemporaine explique en les continuant les méthodes du passé.

¹ La date de la basilique de Bethléem ressort des observations consignées par M. de Vogüé dans son livre sur les Églises de la Terre sainte.

² Ce détail provient d'une église de l'Athos, que j'ai pu observer en cours de construction (Monastère S. Panteleémon).

CHAPITRE II

LES VOUTES EXÉCUTÉES SUR CINTRES

LA VOUTE EN BERCEAU

Ainsi que nous le montrerons, les Byzantins ne croyaient point à la nécessité d'un cintre pour élever une voûte : ils savaient, selon les cas, s'affranchir des sujétions du cintrage, ou s'y soumettre ; et cette différence de procédés classe tout naturellement les voûtes byzantines en deux catégories bien distinctes. Au mode de construction sur cintres appartiennent les voûtes en pierre de taille et la plupart des voûtes en moellon ; la brique seule se prête avantageusement au mode de construction sans cintrage.

Nous examinerons ici les voûtes en berceau bâties sur cintres ; et les traditions que nous verrons dominer en elles seront en général celles des écoles antiques de l'Asie.

— S'il fallait caractériser par un exemple l'esprit qui guida les constructeurs de l'Asie romaine dans l'établissement de leurs voûtes, nous nous bornerions à citer une galerie souterraine des Thermes d'Hiérapolis dont la planche I (1^{re} fig.) contient la représentation perspective.

Les voussoirs inférieurs, ceux qu'on peut mettre en place sans le secours d'aucun cintre, s'enchevêtrent et forment une masse bien liaisonnée ; mais dès l'instant où un cintre devient nécessaire pour les porter, ces voussoirs se disposent confor-

mément au croquis ci-dessous : ils constituent une série d'arceaux indépendants, simplement accolés les uns aux autres et munis chacun d'un rebord R.

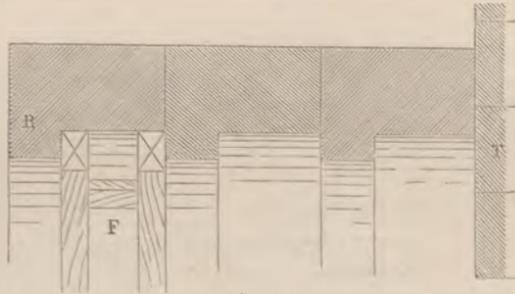


Fig. 12.

L'idée pratique qui suggéra ce singulier appareil est évidente : on a voulu construire le berceau tout entier à l'aide d'un cintre volant tel que F. Cette ferme F fut installée tour à tour sous chacun des arceaux; et, comme elle aurait couru risque de gauchir sous la charge, on a ménagé le rebord R pour la maintenir plane et dans son aplomb. Cet appareil entraînait dans la taille des voussoirs une certaine complication; mais en revanche un cintrage général devenait inutile : et ce genre d'économie était fort appréciable dans une contrée où le bois à bâtir fait défaut.

Les tombeaux d'Hierapolis (pl. 1, 2) furent pour la plupart voûtés en berceau sans le secours d'aucun cintre, à l'aide de longues dalles reposant par leurs extrémités sur deux murs-pignons.

Dans les ruines de Laodicée du Lycus, on retrouve l'appareil déliaisonné de la figure 12, moins les rebords R; ce même appareil déliaisonné se reproduit au petit temple de Spalatro : partout on voit dominer la tendance à s'affranchir des complications du cintrage, fût-ce même au prix de sujétions d'appareil assez graves.

Souvent les Romains d'Orient donnent à leurs voûtes un extradados polygonal du genre de celui-ci :

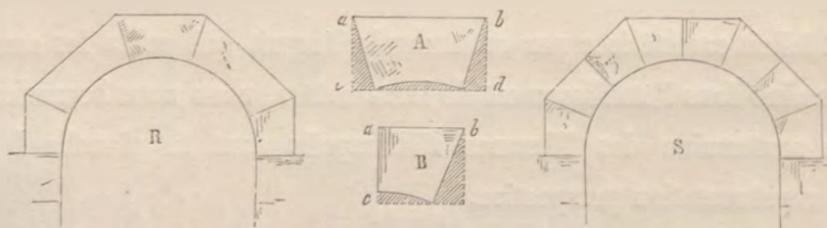


Fig. 13.

Ils adoptent ce parti lorsqu'ils veulent transformer en claveaux des blocs tels que A ou B déjà équarris. Cela permet d'utiliser la face supérieure ab du bloc, ou

même deux de ses faces, ab et ac : la taille se simplifie; et en même temps le raccord de l'extrados avec le tympan est rendu plus facile. La plupart des arcades de Spalatro sont ainsi appareillées.

— Nous avons dit combien les Grecs d'Asie se montrent sobres de ferrements dans la construction de leurs murs : dans leurs voûtes d'appareil ils proscrivent les ferrements d'une manière absolue. Ils redoutent les ruptures qu'un tassement même imperceptible entraînerait si les voussoirs étaient cramponnés ensemble : ils tiennent à laisser au berceau toute l'élasticité possible. Et cette exclusion est d'autant plus significative qu'elle se vérifie dans les voûtes mêmes qui reposent sur des pieds-droits à scellements : les voûtes souterraines du temple d'Æzani, celles des substructions qui portaient le grand temple de l'acropole de Pergame, celles du théâtre romain de Smyrne, nous offrent autant d'exemples à l'appui de cette remarque.

— Les berceaux byzantins appareillés, sont exactement du type romain : non plus que les voûtes romaines d'Orient, elles ne présentent jamais de scellements entre les voussoirs. Telles les voûtes du pont jeté par Justinien sur le Sangarius (fig. 14).

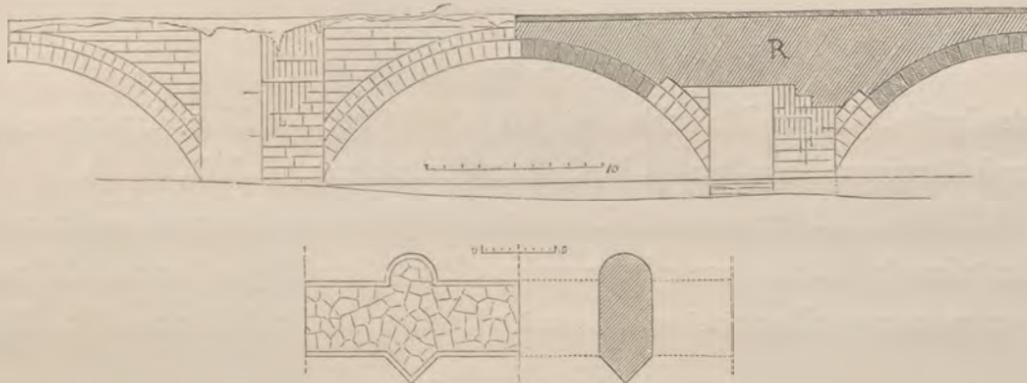


Fig. 14.

Les arches sont tracées en arc de cercle, et revêtues d'une garniture massive en blocage qui s'arase au niveau de la chaussée. L'extrados polygonal, exclu des grandes arches, s'observe dans les constructions annexes.

Examinons maintenant les particularités qui se présentent dans les voûtes en menus matériaux :

Lorsqu'à la pierre de taille les Byzantins substituent des moellons, rarement

prennent-ils la peine de leur donner la forme de voussoirs : ils les maçonneront à bain de mortier, les lits bâillent vers l'extrados, et le mortier en rachète la surépaisseur.



Fig. 15.

Ou bien (fig. 16, A), ils posent entre deux moellons une brique, et atténuent ainsi l'effet de la surépaisseur en la répartissant entre un nombre double de lits.

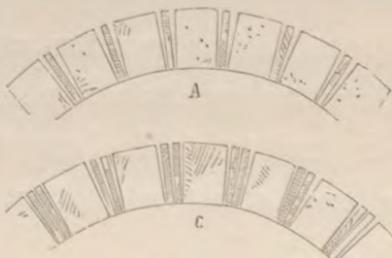


Fig. 16.

Quelquefois (croquis C) au lieu d'une brique ils en intercalent deux. Il est même des cas où les briques sont remplacées (fig. 17) par des éclats de tuile creuse, frag-



Fig. 17.

ments d'autant plus bombés qu'ils sont plus près de l'extrados. Nous citerons comme exemple l'ancienne chapelle athonite de Saint-Panteleémon (pl. XIX, fig. 2).

A l'Athos, la brique est ordinairement employée sans mélange de moellon; et, à l'imitation de certains exemples romains d'Asie¹, les briques formant elef sont disposées transversalement et coincées entre les deux moitiés du berceau (fig. 18).

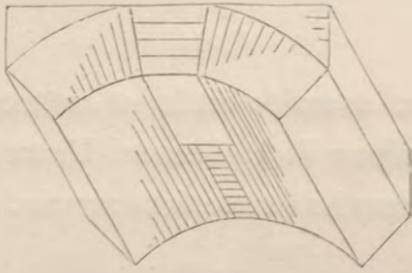


Fig. 18.

A Saint-Marc de Venise, les arceaux en brique de la grande nef présentent, de

¹ Par exemple, le théâtre antique de Sardes dont notre figure 18 est empruntée.

sept en sept lits, une assise de grands carreaux qui jouent un rôle de liaison tout semblable à celui des arases dans les murs.

Notons encore, comme une dernière particularité, l'usage de renforcer les berceaux par des nervures transversales, véritables arcs doubleaux laissant entre eux un intervalle variable entre 3^m,30 et 4^m,50.

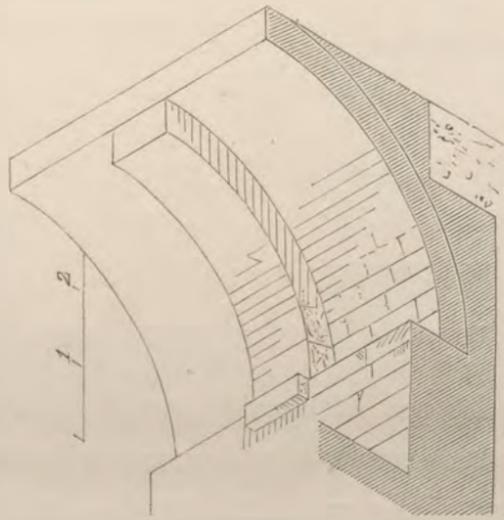


Fig. 19.

La voûte sur arcs doubleaux représentée figure 19 est celle d'une des citernes de la citadelle byzantine de Khonas.

PÉNÉTRATIONS ET VOUTES D'ARÊTE

I. — VOUTES D'APPAREIL

On sait avec quel soin les Romains d'Occident évitaient les pénétrations de voûtes en berceau : lorsque deux galeries devaient se croiser, ils éludaient la difficulté en plaçant les naissances des voûtes à des niveaux très inégaux. Les Romains d'Orient, et avant eux les populations grecques d'Asie mineure et de Syrie, admettaient au contraire la voûte d'arête avec moins de réserve : leurs édifices nous offrent de fréquents exemples de berceaux coudés (fig. 20 et 21) présentant à la fois l'angle saillant de la voûte dite d'arête, et l'angle rentrant de la voûte en arc de cloître.

Le long d'un angle rentrant, tel que as (croquis 21), les deux berceaux interrompus s'appuient l'un contre l'autre et se soutiennent mutuellement : inutile de ménager entre eux une liaison. Et en effet, toute arête rentrante est invariablement marquée par une rupture de continuité dans l'appareil, un onglet. La remarque se vérifie au théâtre de Nicée (fig. 20), au théâtre d'Hierapolis, et mieux encore

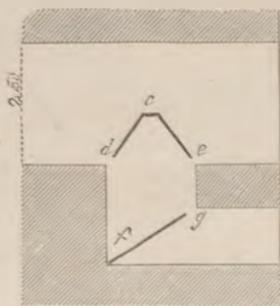


Fig. 20.

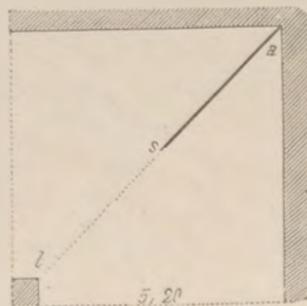


Fig. 21.

(fig. 21) au théâtre de Djerach. Ce dernier exemple est d'autant plus significatif qu'il associe sous un même coup d'œil les deux cas de l'arête saillante et de l'arête rentrante : arête rentrante de a en s , saillante de s en b . Tant que l'arête est rentrante, le déliaisonnement règne; dès que l'arête devient saillante, l'enchevêtrement des matériaux commence.

— Cette distinction établie, attachons-nous spécialement au cas des arêtes saillantes.

On rencontre des voûtes, telles que celles des substructions de Balbek (fig. 22) où l'appareil de pénétration est entièrement semblable à celui que nous pratiquons aujourd'hui même.

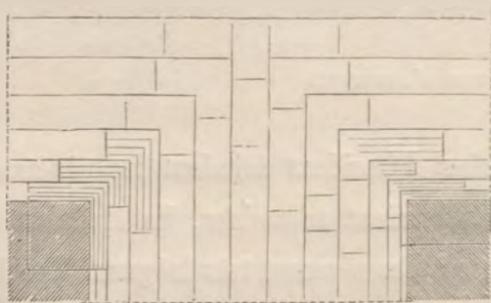


Fig. 22.



Fig. 23.

Ici comme dans nos voûtes modernes, les pierres d'angle forment crossettes pour relier entre elles les assises correspondantes des deux berceaux.

Toutefois les anciens voyaient avec défiance ces voussoirs coudés qui se brisent au moindre tassement; et, pour atténuer le danger des ruptures, ils poussèrent la précaution (fig. 23) au point d'arrondir l'angle que forment par leur rencontre les plans de lits (odéon d'Athènes, théâtre d'Hiérapolis, etc.).

Mais ils firent mieux encore : ils évitèrent absolument les pierres à crossettes; et les moyens d'en éluder l'emploi se résument dans la figure suivante, empruntée à l'un des plus anciens monuments de Pergame¹ :

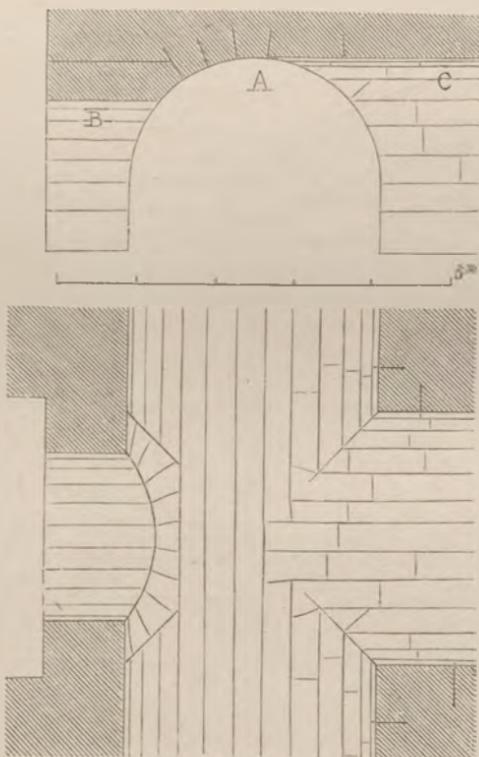


Fig. 24.

La moitié de droite de la figure présente une pénétration entre deux berceaux d'égale montée, A et C; la moitié de gauche, une pénétration entre deux berceaux A et B de montées inégales : une « lunette ».

Pour la pénétration en lunette, la voûte de moindre montée B fut exactement construite comme si elle avait dû exister seule; puis on est venu appuyer sur elle les assises du berceau principal A.

— Quant à la pénétration établie entre les berceaux d'égale montée A et C, c'est

¹ Le Mahl tepe : M. Curtius considère ce monument comme remontant au moins au 11^e siècle avant notre ère : Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1872.

une véritable voûte d'arête, et les voussoirs d'angle de cette voûte se disposent conformément au dessin perspectif planche X, 1. On se rendra compte des détails d'exécution par l'examen de l'épure suivante (fig. 25) :

Appelons A et A' deux voussoirs qui se rencontrent : A n'est autre chose qu'un voussoir courant qui se prolonge au delà de l'arête, subit en T une légère retaille et vient buter suivant le plan ZR contre le voussoir même qui le croise. Les voussoirs A et A' s'enchevêtrent exactement à la manière des pierres d'angle dans un appareil en besace.

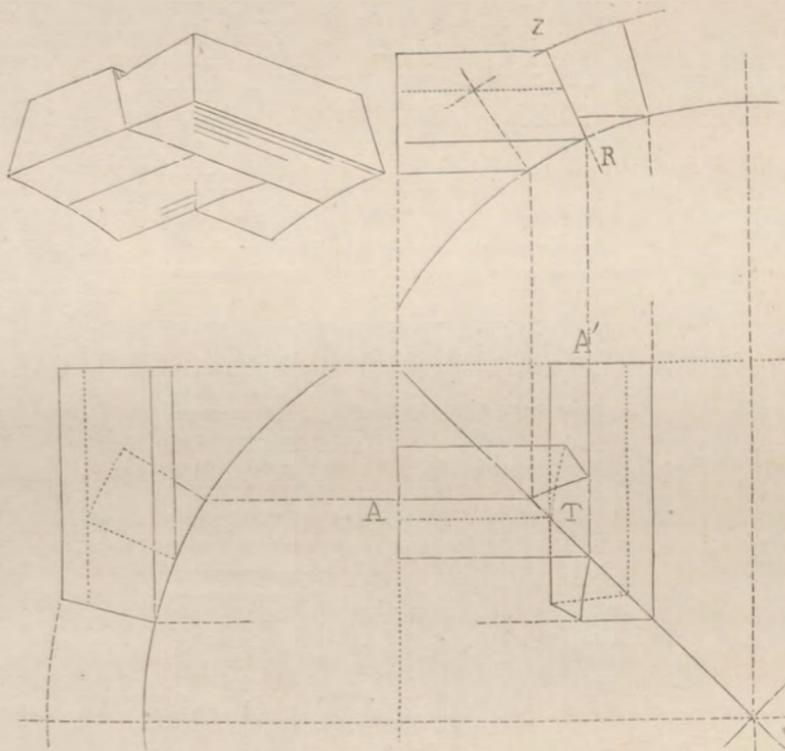


Fig. 25.

Point de claveaux coudés, point d'angles rentrants; et les seules particularités qui distinguent un voussoir arétier A sont :

- 1° La coupe oblique ZR qui le termine;
- 2° La retaille T.

— Cette retaille, lorsqu'elle a lieu (fig. 26) sur un voussoir V situé dans la partie supérieure de la voûte, dégage une portion de douelle *bck* dont la forme est triangulaire et parfaitement admissible.

Mais si l'on envisage un voussoir voisin des naissances, le voussoir V' par exemple, cette portion de douelle devient un quadrilatère irrégulier $b'c'ma'$, qui s'ajuste fort mal.

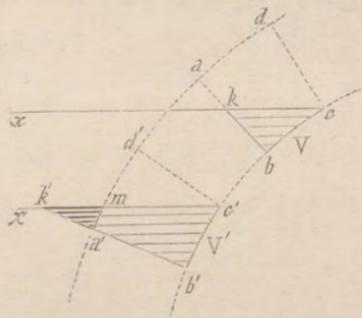


Fig. 26.

De là une difficulté que les constructeurs de Pergame éludèrent (fig. 24) en acceptant pour les premières assises l'appareil à crossettes, mais que nous trouvons résolue à Djerach à l'aide d'un appareil à décrochements fort ingénieux dont la planche X (1^{re} fig.) donnera d'ailleurs une idée suffisante.

— Tel fut le mode de construction admis en Syrie pendant la période romaine ; tel il fut pendant toute la durée de l'Empire byzantin ; et la tradition antique était si vivante en plein XII^e siècle, qu'au jour où les croisés voulurent bâtir en Terre sainte, il leur fallut, sous peine de renoncer au concours des ouvriers du pays, abandonner le système des voûtes sur nervures pour adopter l'appareil oriental, tel que les ruines de Djerach nous le montrent. A peu d'exceptions près, les monuments des croisés sont voûtés selon le type figure 25 (église d'Abou-Gosh, palais des hospitaliers de Saint-Jean, Sainte-Anne de Jérusalem, etc.). Les matériaux sont des moellons de petit échantillon et sommairement taillés, mais toujours taillés d'après les modèles antiques : la présence du mortier entre les lits fait la principale différence entre ces voûtes du moyen âge et celles des Romains de Syrie¹. Aujourd'hui même, les maçons de Palestine ne bâtissent pas autrement.

A Constantinople et dans l'Asie mineure, la tradition antique fut moins persistante : on hésitait, on marchait par tâtonnements ; si bien qu'au jour où Justinien voulut élever le pont du Sangarius, il ne se trouva pas sur le chantier un ouvrier

¹ Cet appareil syrien fut appliqué avec un plein succès par M. Mauss dans sa belle restauration de Sainte-Anne de Jérusalem. C'est à M. Mauss que je dois la connaissance de cette solution aussi pratique que simple.

capable d'appareiller une arête. On éluda le problème, en adoptant le parti indiqué planche X, 3, et défini par l'épure ci-dessous :

On construisit d'abord le berceau dont l'axe est ST (fig. 27), en se bornant à l'échancrer suivant ASB, A'SB'; et, dans les vides donnés par l'échancrure, on

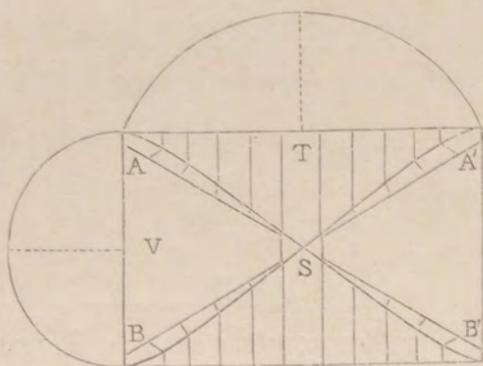


Fig. 27.

ajusta comme on put le berceau de pénétration : expédient assez naïf et qui, ce semble, caractérise bien l'inégal développement des méthodes dans les diverses écoles entre lesquelles l'art byzantin s'est de tout temps partagé.

11. — VOUTES EN BRIQUE

Les Byzantins nous ont laissé de nombreux exemples de voûtes d'arête où la brique est employée exactement comme le moellon dans les constructions syriennes. Il suffit, dans le type des voûtes d'arête de Djerach par exemple (pl. X, 1), de substituer aux cours de voussoirs des briques, pour se faire une idée fort exacte des voûtes d'arête byzantines qui s'observent à l'Athos, dans la Grèce, dans l'Exarchat.

Mais il faut tenir compte des différences de détail :

Les briques se taillent mal. Aussi l'on se contente de recouper sur tas celles qui constituent l'arêtier, de façon à leur donner un contour peu différent de celui qu'indiquerait le tracé théorique : le mortier comble les vides et corrige ce que la taille pourrait avoir de trop imparfait.

Vers le sommet, où la surface d'intrados se confond presque avec un plan horizontal, la solidité de ces voûtes en matériaux médiocrement ajustés inspire aux

Byzantins une certaine défiance : aussi, renonçant à tout tracé géométrique, ils surhaussent d'ordinaire la clef de leurs voûtes d'arête de la façon indiquée par la figure suivante :

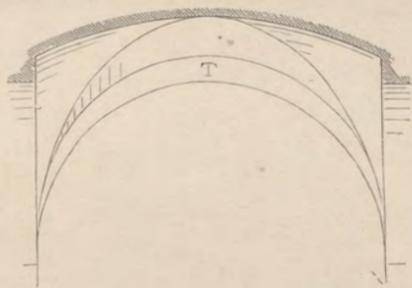


Fig. 28.

La voûte ainsi modifiée se décompose en quatre panneaux qui se contrebutent deux à deux, et peuvent rester en équilibre lors même qu'aucune solidarité n'existerait entre eux.

Ce relèvement présente un autre avantage : il permet d'adopter pour les arcs diagonaux, au lieu d'ellipses, des arcs de cercle : il fait disparaître à la fois les chances d'instabilité et les complications du trait.

— Enfin (fig. 28) chaque rang de briques est légèrement arqué : particularité qui se reproduit dans les rangées de moellons de nos voûtes du moyen âge, et qui dans les deux cas admet une même explication :

Au lieu de maçonner sur un cintrage général, nos constructeurs du moyen âge ne donnaient de cintres qu'aux nervures-arêtières des voûtes ; puis, appuyant sur ces nervures une cerce mobile, ils se servaient de cette cerce en guise de cintre pour exécuter, l'une après l'autre, les assises arquées des panneaux¹ : — Admettez que la cerce pose directement sur deux fermes diagonales en charpente, et cette méthode de construction s'appliquera de point en point aux voûtes byzantines. A la rigueur la cerce est ici de trop : car une rangée de briques peut être maçonnée sous une très forte inclinaison sans être autrement maintenue que par la cohésion de son lit de mortier : et de cette sorte la voûte d'arête s'achève sans autres frais de cintrage que l'établissement de deux fermes diagonales. Bientôt nous verrons les Byzantins arriver, par un heureux agencement de leurs briques, à s'affranchir même de cette dernière entrave.

¹ Viollet-le-Duc, Dictionnaire de l'Architecture, tom. IV, p. 106.

CHAPITRE III

PRINCIPES DE LA CONSTRUCTION SANS CINTRAGE

APPLICATION AUX VOUTES EN BERCEAU

On admet communément que l'emploi d'un cintre est la première condition d'une voûte.

Cela est vrai s'il s'agit (fig. 29) d'une voûte construite par assises rayonnantes qui surplombent progressivement sur le vide :

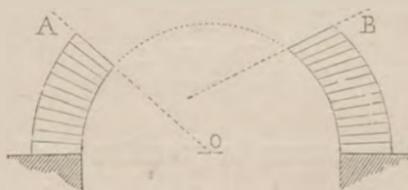


Fig. 29.

Mais rien n'oblige à bâtir ainsi la voûte par lits rayonnants ; et si l'on cesse de s'imposer cette sujétion purement gratuite, on arrivera, sans autres matériaux que des briques et du mortier, à réaliser sans le secours d'aucun cintre tous les types de voûtes, l'arcade seule exceptée : au lieu de maçonner par lits tels que A, B, il suffira (fig. 30) de disposer les briques par tranches verticales telles que TT'.

Voici, dans le cas d'une voûte en berceau, comment les Byzantins procèdent.

Soit M un mur de tête servant de point de départ au berceau :

Au moyen d'une couche de mortier, ils font adhérer contre ce mur de tête M les briques destinées à former la première tranche; la deuxième tranche

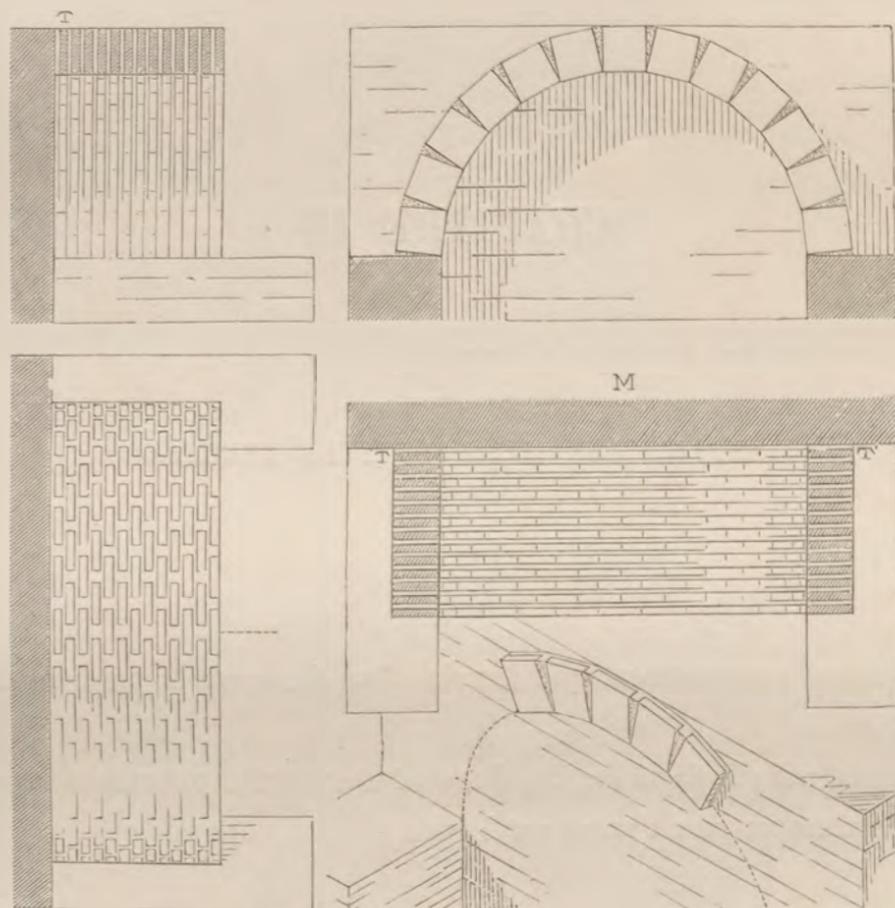


Fig. 30.

vient se souder à la première comme la première s'est accolée au mur de tête : et ainsi de suite. La voûte se prolonge par tranches au lieu de s'élever par assises; et l'adhérence qui fixe chacune des tranches à celle qui la précède, rend tout support auxiliaire entièrement superflu.

Telle est la méthode dans sa simplicité théorique. Suivons maintenant de plus près la marche du travail :

Considérons la première tranche T : tant qu'elle demeure inachevée (voir le croquis perspectif au bas de la figure 30), les briques restent fixées par la seule force du mortier qui les scelle au mur M.

Envisageons cette tranche terminée : à partir de ce moment elle constitue un arceau qui se soutient de lui-même ; c'est un premier tronçon de voûte.

A ce tronçon de voûte rien n'empêche d'ajouter une nouvelle tranche, à celle-ci une troisième...

— Si le mortier n'est pas à prise très énergique et très prompt, il est clair que les tranches de la voûte courent le risque de se déformer par flambement, et les briques de se détacher.

Les Byzantins éludent cette double difficulté en remplaçant les tranches verticales de la figure 30 par des tranches plus ou moins déversées, ainsi que les indiquent les projections suivantes :

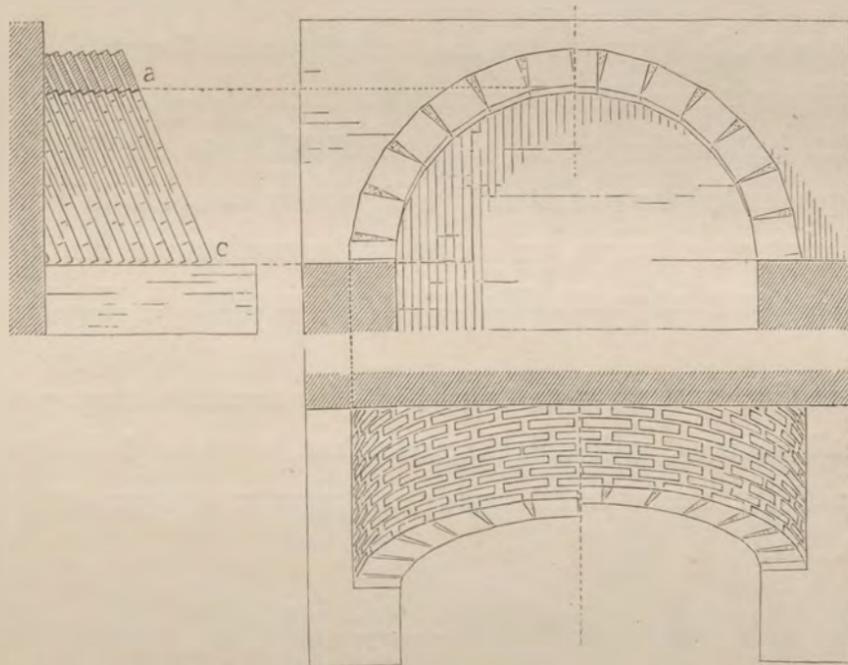


Fig. 31.

Grâce à cette modification, les briques s'appuient sur des plans inclinés tels que *ac* au lieu de s'appliquer contre des surfaces verticales : de là pour les briques une moindre propension à glisser, et pour les tranches une moindre tendance à flamber. L'intrados n'est plus un parement lisse et cylindrique : il présente un profil à redans ; mais cela même est un avantage lorsque la voûte doit être revêtue de stucs ou de mosaïques, que ces redans accrochent.

L'inclinaison des lits sur la verticale est ordinairement du quart d'un angle droit : l'exemple suivant, qui provient des ruines du palais des Blachernes, peut être regardé comme représentant à cet égard une moyenne.

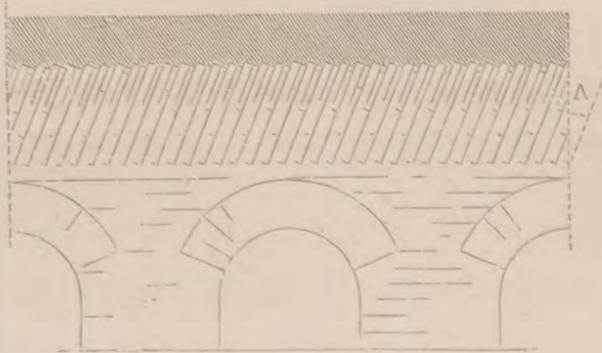


Fig. 32.

— Au reste, le dévers des tranches se règle essentiellement d'après l'échantillon des briques et la qualité du mortier. Dans l'exemple ci-dessus, où l'inclinaison A est de 22° , la dimension des briques est de $0^m,33$ de côté sur $0^m,04$ d'épaisseur. A mesure que les briques présentent plus d'épaisseur ou moins de surface, l'angle A s'ouvre davantage ; et lorsque, par exception, des moellons sont employés en guise de briques, cet angle est porté à 45° : c'est le cas des voûtes de Nicée planche V, 2.

Souvent l'inclinaison A d'une tranche est plus accentuée à son pied qu'à son sommet ; et la tranche, au lieu de demeurer plane, se courbe de la façon indiquée par la figure 33 : cette courbure lui donne plus d'empatement et par suite un surcroît de stabilité.

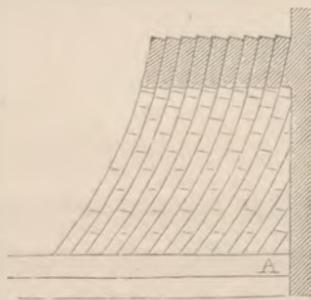


Fig. 33.

— Déverser ou courber les tranches est donc un premier moyen de parer aux effets de glissement. Un autre artifice, qui rentre au fond dans le même

ordre d'idées, consiste à substituer aux tranches planes des tranches tronconiques :

Au lieu des tranches planes et verticales de la figure 30, imaginez (fig. 34) des anneaux dont la surface soit engendrée par la révolution d'une ligne oblique sa tournant autour de l'horizontale cs : chaque tranche devient un tronc de cône ; les anneaux successifs s'emboîtent au lieu de s'accoler, et l'obstacle au glissement des briques s'accroît à mesure que la conicité s'exagère.

Enfin un parti qui réunit les avantages de tous ceux qui précèdent consiste à procéder par tranches remplissant la double condition d'être coniques, et d'avoir leurs bases inclinées (fig. 35).

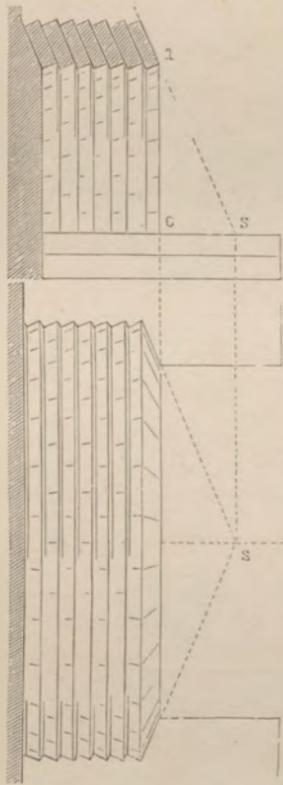


Fig. 34.

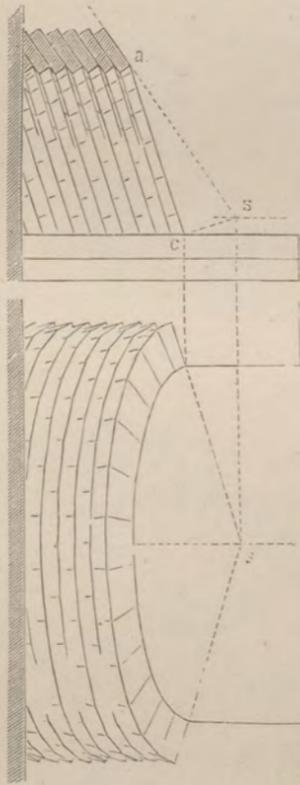


Fig. 35.

Tout à l'heure (fig. 34) le plan servant de base à une tranche était une surface verticale : dans le cas actuel, ce plan de base ca s'est déversé, et le sommet s du cône s'est relevé au-dessus du niveau des naissances. Le profil du berceau cesse d'être un cercle pour devenir une ellipse : mais l'inclinaison des tranches étant généralement faible, l'écart est insensible.

— Ainsi nous sommes en possession de quatre variantes principales auxquelles se rapportent à très peu près tous les berceaux exécutés sans cintrage, et qui peuvent se classer comme il suit :

- | | |
|---|--|
| 1 ^{er} groupe. Berceaux par tranches planes | } verticales (fig. 30).
} inclinées ou courbes (fig. 31 et 33). |
| 2 ^e groupe. Berceaux par tranches coniques | |

A ces types généraux il convient de joindre celui de la figure 36, où se combinent les deux modes de construction : par tranches, et par lits.

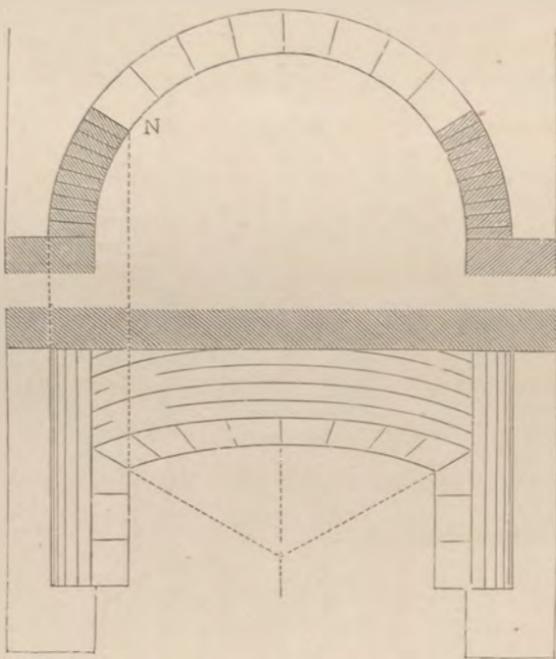


Fig. 36.

Dans la région des reins, où la maçonnerie à lits rayonnants est possible sans cintres, la voûte a ses lits rayonnants. Puis le procédé change, et la voûte se termine par tranches. Cette solution mixte, extrêmement pratique, est de toutes la plus usitée chez les Byzantins : on en trouvera des exemples planches II, III, IV, etc.

— Ici se placent quelques observations de détail dont nous avons à dessein dégagé l'exposé général du système :

1° Dès qu'une tranche T (fig. 37) est dressée, les Byzantins ont — nous le croyons du moins — le soin de la consolider en la recouvrant sur toute sa surface d'un enduit de mortier M, épais de 0^m,04 à 0^m,05 : et c'est contre cet enduit qu'ils viennent maçonner ensuite les briques de la tranche suivante T' : les énormes épaisseurs de mortier qui séparent les tranches de brique les unes des autres ne sauraient s'obtenir qu'en procédant ainsi par charges générales.

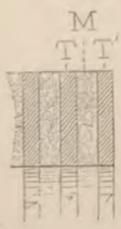


Fig. 37.

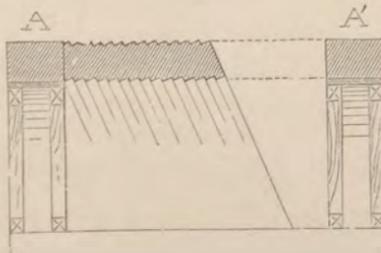


Fig. 38.

2° Quel que soit le type adopté il est clair que, pour construire par tranches, il faut partir d'un mur-pignon tel que le mur M (fig. 30). A défaut de mur on élèverait, d'après les procédés ordinaires, un arc de tête A (fig. 38), et l'on prolongerait le berceau sans employer de cintres. Le berceau une fois terminé, il sera nécessaire de l'arrêter soit contre un second mur-pignon, soit contre un second arc de tête A' : mais la complication de cintrer deux arceaux formant têtes est fort insignifiante si la galerie voûtée s'étend sur une grande longueur ; et le mode d'exécution de la partie sans cintrage ne se subordonne en rien à cette circonstance. Continuons donc d'admettre que le berceau se développe entre deux murs-pignons ; le travail peut être conduit de deux manières différentes :

On peut (fig. 39) partir d'une des têtes S, s'acheminer vers l'autre et combler

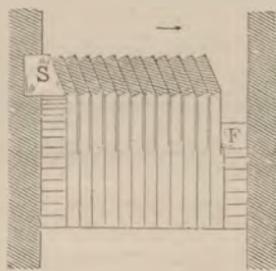


Fig. 39.

l'intervalle entre la dernière tranche et le second mur de tête, à l'aide d'une fourrure F.

Mais plus ordinairement, en vue d'accélérer l'ouvrage, on attaque la voûte à la fois par ses deux extrémités (fig. 40 et 41) : un atelier commence à l'un des murs-pignons, un autre à l'autre ; et la jonction se fait vers le milieu à l'aide de briques T (fig. 40) posées à lits rayonnants et coincées entre les deux tronçons du berceau.

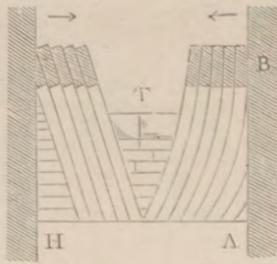


Fig. 40.

Ce mode de fermeture exige que les briques T soient recoupées d'après le champ qu'elles auront à remplir : de là une complication, dont l'arrangement figure 41 permet de s'affranchir. Le raccord, dans le cas de la figure 41, est obtenu à l'aide d'un double cours de briques disposées en arête de poisson et formant entre elles un angle V qui s'ouvre ou se ferme selon que l'espace à combler est plus ou moins grand.

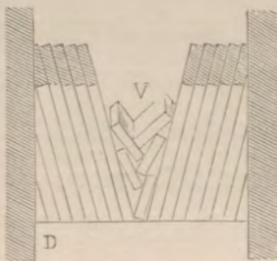


Fig. 41.

La solution figure 39 est réalisée aux thermes antiques de Nicomédie (pl. II, 2) ; celle de la figure 40 existe à l'arc dit de Constantin à Salonique (pl. IV, 1) et se retrouve dans les voûtes byzantines des citernes de l'acropole d'Athènes. Quant à la combinaison figure 41, elle s'observe (pl. IX, 1) à Sainte-Sophie de Constantinople.

— Le parti indiqué figure 42 est plus usuel encore :

Il consiste, dans la région moyenne ABCD, à faire alterner des lits rayonnants tels que R, avec des tranches de champ telles que T. Le lit rayonnant R

n'embrasse entre ses points extrêmes qu'un développement assez court ; de sorte qu'on peut compter sur sa stabilité malgré la forte inclinaison qu'il présente. Le lit suivant sera plus incliné encore : mais en revanche il offrira un développe-

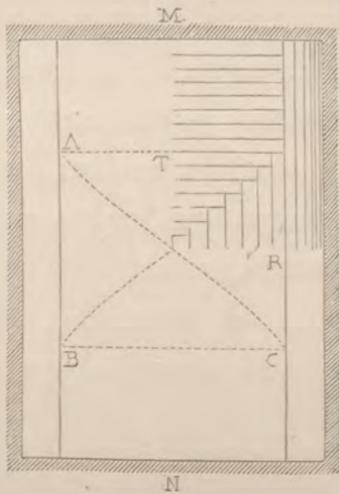


Fig. 42.

ment un peu plus court ; et ainsi de suite. Nous citerons comme exemples la voûte de Salonique représentée planche VII, 2 ; les berceaux d'une citerne située au pied de la citadelle de la même ville ; une voûte à l'église des Sept-Dormeurs d'Éphèse, etc.

— D'autres fois (fig. 43) au lieu de faire alterner une assise rayonnante avec une tranche transversale, on établit l'alternance entre un groupe G de trois

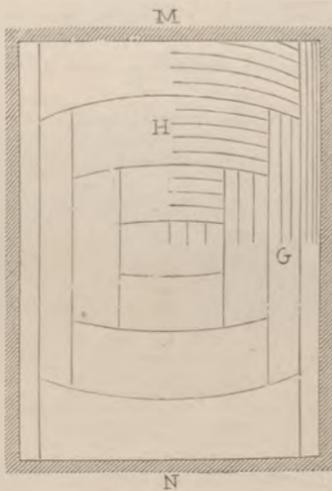


Fig. 43.

ou quatre assises et un groupe de tranches H à peu près équivalent. Nous reproduisons (pl. V, et pl. VI, 3^e fig.) diverses voûtes fermées selon cette méthode : celles

de la planche V proviennent des fortifications de Nicée ; et celles de la planche VI, de l'église Saint-Panteleémon à Salonique.

— Si les voûtes par tranches s'exécutent sans cintres, du moins faut-il pour les construire posséder un moyen de se guider dans l'espace ; et immédiatement deux procédés de direction se présentent : l'un, qu'il suffit d'énoncer, consiste dans l'emploi d'un gabarit volant qui passerait d'une tranche à la suivante ; l'autre, beaucoup plus pratique, repose sur l'usage de tiges directrices, dont un exemple fera saisir le fonctionnement.

— Plaçons-nous dans le cas où la tranche à décrire doit être un tronc de cône ayant son axe horizontal (cas de la figure 34, page 35) :

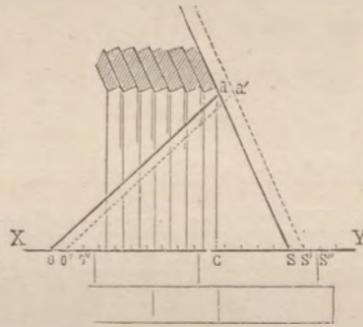


Fig. 44.

Le tracé (fig. 44) n'exige rien d'autre qu'un axe XY, une tige articulée sa , et un fil oa . Les lignes sa , so , oa forment ensemble un triangle qu'il suffit de faire tourner pour engendrer la surface conique d'une tranche. La tranche achevée, on fera avancer en $s'a'o'$ le triangle générateur ; et ainsi de suite.

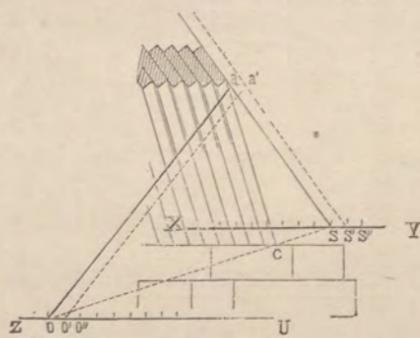


Fig. 45.

Le croquis 45 montre comment il faudrait modifier le procédé pour l'accommoder à des tranches inclinées. Inutile d'ailleurs d'insister sur des moyens de tracé

qui s'imposent dès que le principe est admis ; il est temps de jeter un coup d'œil sur le système en lui-même, ses inconvénients et ses avantages :

Ce qui distingue nos voûtes de celles qui viennent d'être étudiées, c'est le déliaisonnement de la maçonnerie qui se trouve coupée, décomposée pour ainsi dire, en une série de feuilletts verticaux que le mortier seul rend mutuellement solidaires. — Qu'une surcharge isolée vienne à peser sur l'une ou l'autre des tranches : la tranche pressée, n'étant qu'imparfaitement unie à ses voisines, subira pour son propre compte une déformation élastique ; et, si la déformation est très accentuée, le mortier va se briser et la tranche pressée se séparer des autres. Les Byzantins l'ont compris ; aussi évitaient-ils d'appliquer le procédé aux voûtes soumises à de violents et brusques efforts. Une arche de pont, ils auraient je crois hésité à la bâtir par tranches ; mais ils voûtaient ainsi sans scrupule les salles de leurs grands édifices, les galeries de leurs citernes, etc. ; et la conservation des voûtes qui nous restent du VI^e siècle justifie bien la confiance qu'ils attribuaient à ce genre économique de construction.

Les voûtes par tranches offrent un dernier avantage, celui d'une poussée moindre que celle des berceaux par assises :

Deux tranches contiguës, étant dans une certaine mesure rendues solidaires entre elles par le mortier qui les relie, forment ensemble un groupe comparable à ces arceaux de charpente connus sous le nom de fermes à la Philibert-Delorme : Si la solidarité créée par le mortier était parfaite, une voûte par tranches pourrait prendre sur deux appuis un état d'équilibre compatible avec l'absence entière de poussées. Se fier absolument sur cette propriété, serait s'exposer à de graves mécomptes : mais il n'en demeure pas moins vrai que la propriété existe, et contribue à restreindre l'effort de renversement exercé par les berceaux sur leurs pieds-droits.

En somme, peu de poussées et stabilité largement suffisante pour les besoins courants : tels sont, avec l'économie des frais de cintrage, les mérites du système déliaisonné.

— Il est des édifices, et fort nombreux, où ce mode s'associe au procédé vulgaire d'exécution par lits rayonnants et sur cintres ; le dessin ci-contre fera saisir

l'esprit qui préside à l'association : c'est un plan du double porche du monastère des Saints-Apôtres de Salonique. On y distingue quatre berceaux A, M, C, C, de proportions très diverses, dont la structure change en même temps que la proportion varie :

Le porche extérieur A est sur plan carré, et sa voûte (pl. VII, 2) résulte d'une alternance de tranches et d'assises; le porche intérieur comprend deux petites galeries C, C très longues par rapport à leur largeur et voûtées par tranches; enfin une voûte centrale M dont la profondeur est inférieure au diamètre : cette dernière seule est à lits convergents.

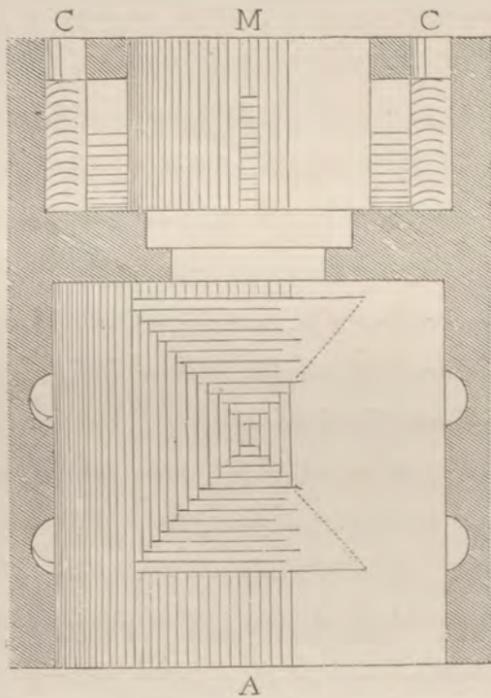


Fig. 46.

Ces différences de structure n'ont rien d'arbitraire. En effet, pour élever un berceau ouvert à ses deux extrémités, il faut un arc de tête exécuté sur cintre : il le faut quel que soit le développement de la voûte entre ses têtes; si ce développement est de quelque longueur comme en A, on trouve avantage à changer de système et supprimer les cintres dans l'intervalle d'une tête à l'autre; mais dès que cet intervalle se restreint comme dans le cas du berceau M, l'avantage qu'il y avait tout à l'heure à changer de système devient illusoire; mieux vaut alors exécuter la voûte tout entière sur cintres : et c'est à ce parti que l'architecte s'est arrêté.

Chacune des deux méthodes trouve de la sorte sa place, pour ainsi dire sa

fonction et son rôle : et, lorsque les Byzantins ont un choix à faire entre elles, ils le règlent invariablement sur des considérations de cet ordre. Tout, chez eux, est à ce point raisonné, méthodique, calculé : leur mode de construction peut quelquefois donner prise à la subtilité, jamais il ne laisse place à la fantaisie.

CAS PARTICULIERS

BERCEAUX RAMPANTS, TOURNANTS, ETC.

Nous trouvons dans les monuments antiques de l'Orient des voûtes rampantes construites par arceaux échelonnés :

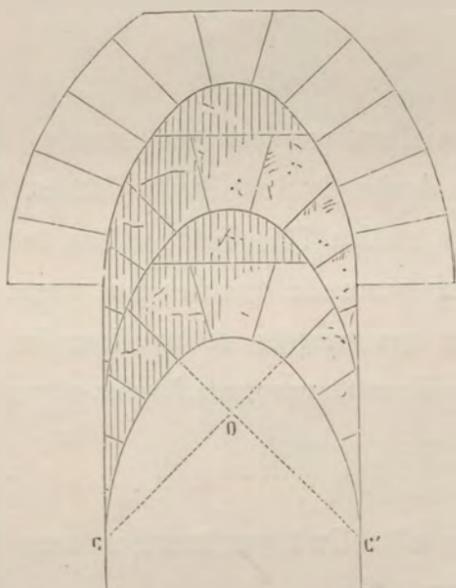


Fig. 47.

Cette disposition, qui s'observe notamment au grand théâtre de Djerach, permettait d'exécuter les arceaux successifs sur une fermette mobile, et les Byzantins en l'appliquant eurent soin d'adopter des arceaux très surhaussés, dont les voussoirs supérieurs exigeaient seuls un appui. L'exemple figure 47 est emprunté aux ruines byzantines d'Ouroum-kalé (au S.-E. d'Afium Kara-hissar).

— Mais ce n'est là qu'un expédient ; et le mode de construction par tranches inclinées, tel que nous l'avons présenté, résout la question des berceaux rampants d'une façon bien plus naturelle et plus simple :

Supposons que les matériaux soient des moellons : on les emploiera (fig. 48) par tranches perpendiculaires à l'intrados ; et leur mise en place sous cette forte inclinaison n'exigera évidemment aucun support auxiliaire.

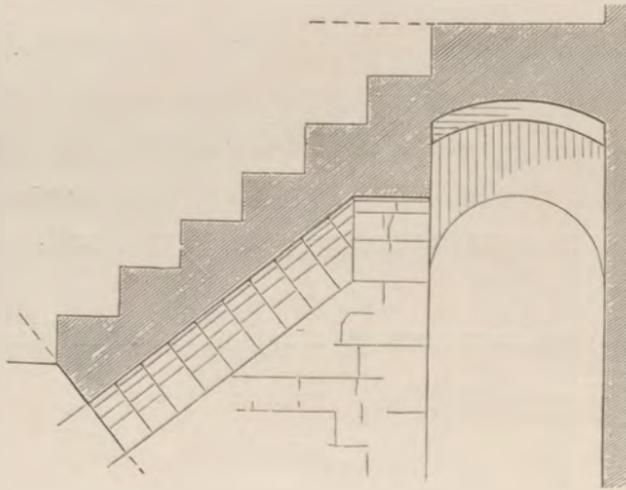


Fig. 48.

Ce rangement de moellons par tranches normales à la rampe est réalisé (pl. IX, 2) à l'escalier du donjon de Saint-Paul à l'Athos.

Lorsque les matériaux, au lieu d'être des moellons, sont des briques, le procédé figure 48 s'applique mieux encore : les tranches sont plus minces, et leur adhérence mieux assurée. Substituez aux rangées de moellons des cours de brique, et la figure 48 résumera le type de voûte rampante le plus répandu à l'Athos (souterrains de Dionysio, etc.).

— Un berceau biais s'établirait par tranches avec la même facilité qu'un berceau droit ou rampant :

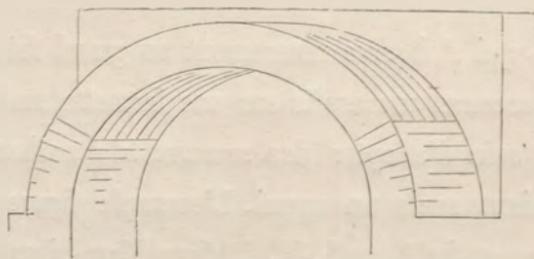


Fig. 49.

La figure 49 indique d'une manière assez précise l'allure des tranches pour qu'il nous paraisse superflu d'insister sur cette nouvelle application du système.

— Le procédé peut se généraliser davantage encore ; et l'économie qu'il procure en permettant de supprimer les cintres est d'autant plus appréciable que la voûte elle-même présente plus de complication ou de variété dans ses formes.

Supposons qu'au lieu d'un intrados cylindrique on veuille donner à la voûte une forme conique : évidemment il suffira de faire varier le diamètre des tranches à mesure que la voûte s'évase.

La figure 50 montre comment ce mode de construction fut réalisé dans les embrasures coniques de l'enceinte de Nicée :

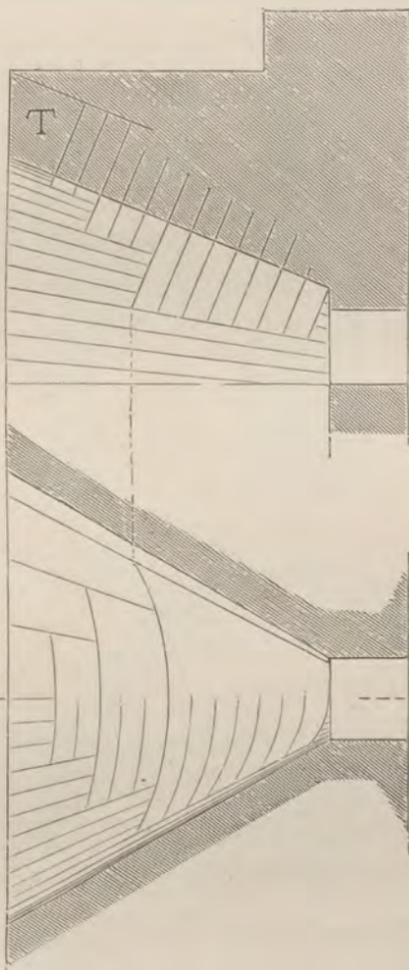


Fig. 50.

Aucun support auxiliaire n'est utile pour dresser les tranches de cette voûte ; et la tête même T qui la termine peut, à l'aide de bon mortier, être fixée sans cintre contre la dernière tranche.

— Par extension du même ordre d'idées, on construira (fig. 51) le berceau tournant d'un escalier en vis à l'aide de tranches de brique dirigées normalement à l'hélice moyenne. La voûte figure 51 est celle de la tour d'Alexis Comnène au Pantocrator (Athos). On citerait au même titre l'escalier de Saint-Georges de Salonique, etc.

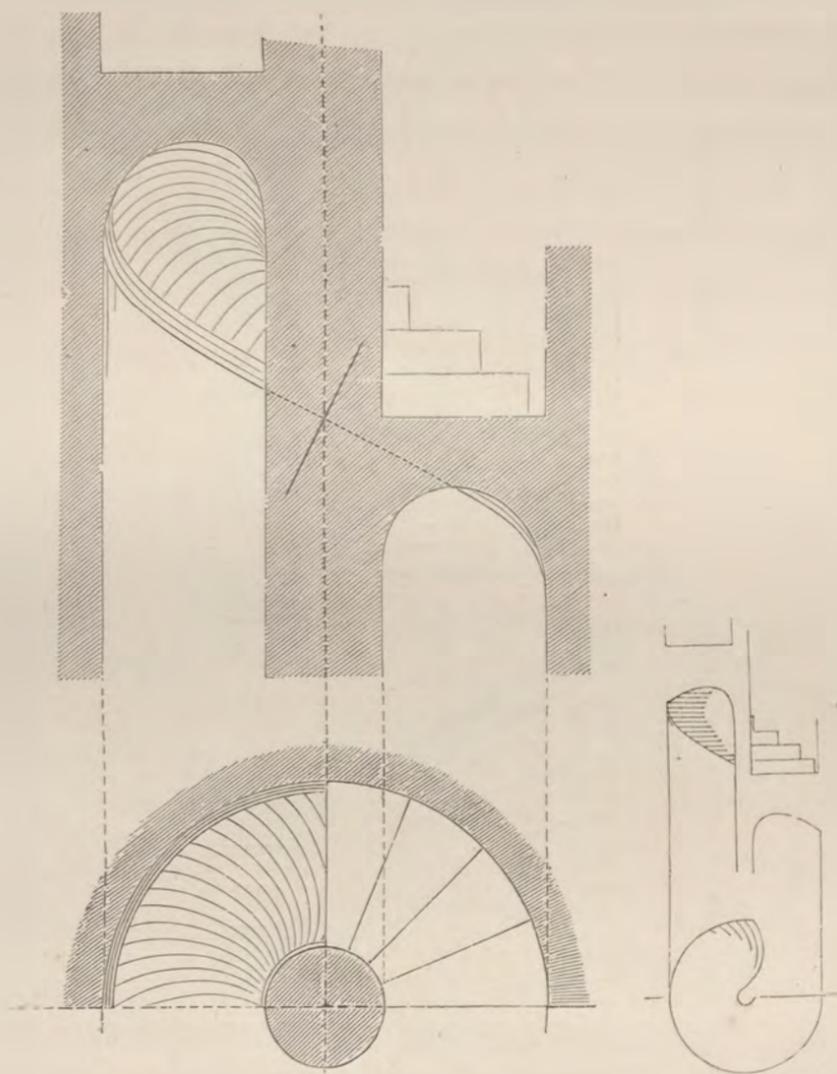


Fig. 51.

Fig. 51 bis.

— Le croquis 51bis indique une solution plus pratique encore :

Dans cette voûte, qui provient de Sainte-Sophie de Salonique, les tranches de brique ne sont autre chose que des assises horizontales surplombant progressivement les unes par rapport aux autres. Qu'on se figure un évidement en vis

ménagé dans un massif à lits de niveau ; et l'on aura l'idée de ce singulier ouvrage. Il serait difficile d'aller plus loin dans la voie des simplifications.

Observons enfin que la suppression des cintres n'implique pas absolument la disposition des matériaux par tranches ; en voici la preuve :

La voûte figure 52, qui fait partie de l'église byzantine du Theos-kyrios à Corfou, conserve aujourd'hui même le peu qu'elle eut jamais de supports auxiliaires ; et ce cintrage se réduit à une petite ferme en brique, située à fleur de la tête du berceau.

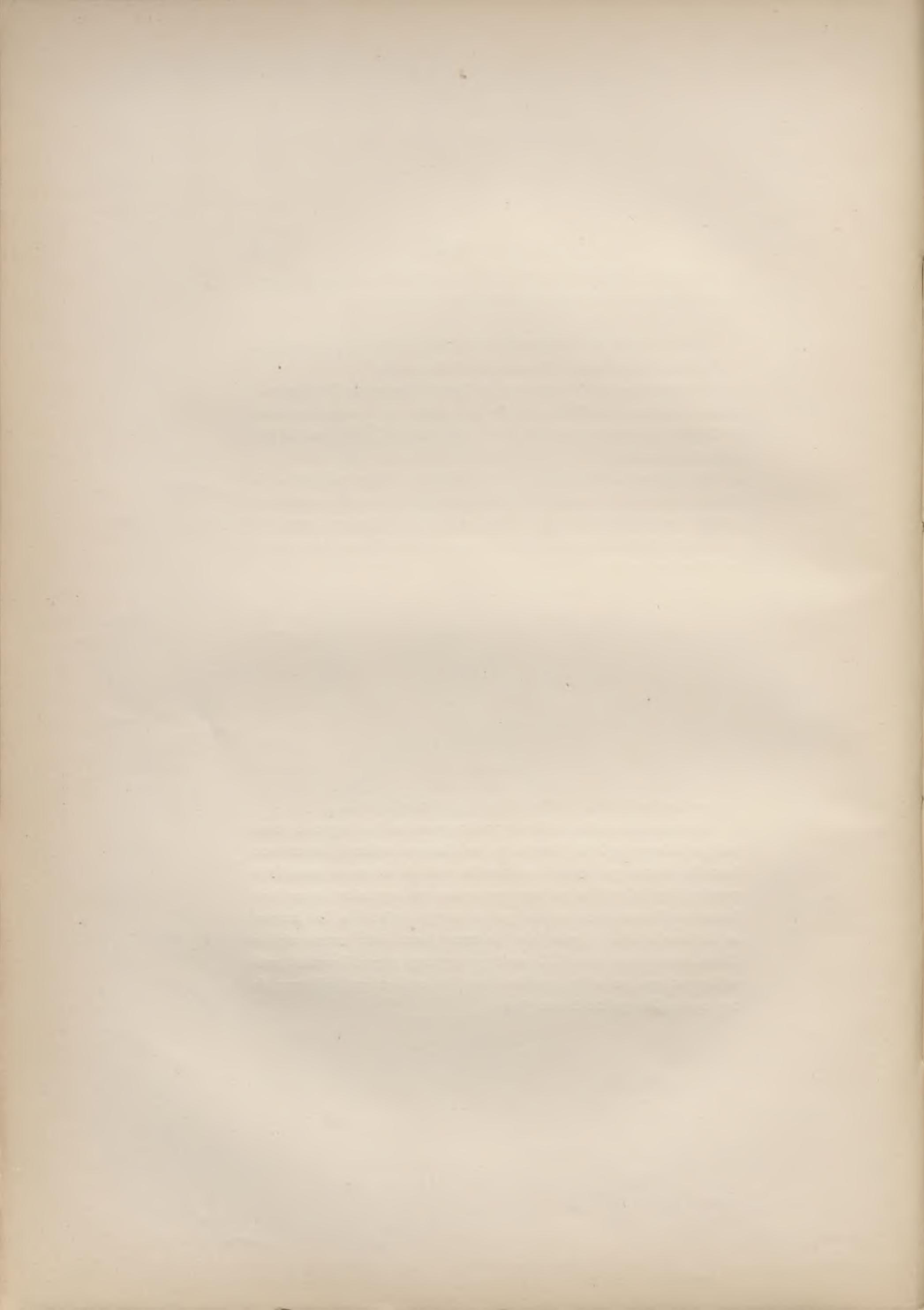
Les corbeaux qui reçoivent cette fermette de brique n'existent qu'à l'endroit même de la fermette ; et l'on reconnaît à la seule inspection de l'ouvrage que jamais, entre cette fermette et l'intrados, il ne put exister rien qui remplit l'office de couchis : la voûte n'eut point, elle ne put avoir de couchis comme supports.



Fig. 52.

— Constater ce fait, c'est dire la façon dont la voûte fut établie :

On éleva sur le cintre de tête un premier arceau dont les briques A s'avancent par redans vers la direction du berceau. Entre ces redans A, on est venu loger des briques qui forment une nouvelle série de redans en avant de la première. Ainsi la voûte se prolongea par anneaux qui engrenaient les uns dans les autres. Et sans doute ce n'est pas un exemple isolé : bien des berceaux où la ferme de tête n'a point laissé de traces furent élevés comme celui de Corfou, sans cintrage général. Ce mode par engrenage progressif convient particulièrement aux cas où les matériaux sont des moellons que l'adhérence du mortier ne suffirait point à fixer en place.



CHAPITRE IV

VOUTES D'ARÊTE

Le principe de construction que les Byzantins appliquèrent aux voûtes en berceau résout immédiatement la question des voûtes d'arête.

Puisqu'une voûte d'arête résulte de la combinaison de deux berceaux qui se croisent, une voûte d'arête doit — au même titre que chacun des berceaux qui la constituent — se prêter à la construction sans cintres : il suffira d'appliquer à chacun des berceaux le procédé par tranches ou, en d'autres termes, de substituer à la disposition de lits indiquée par la moitié gauche de ce croquis celle qui correspond à sa moitié de droite.

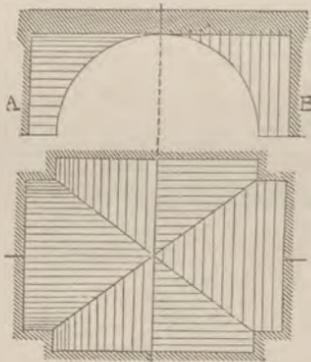


Fig. 53.

Le tout se réduit donc à mener de front l'exécution des deux berceaux élémentaires ; et pour cela voici la marche à suivre :

Supposons (fig. 54) que l'espace à voûter soit circonscrit par quatre murs-pignons C, C' et A, A' :

Contre les murs-pignons C, C' on maçonne, en leur donnant une légère conicité, les tranches qui portent les numéros d'ordre 1, 1 et sont destinées à former les têtes du premier berceau.

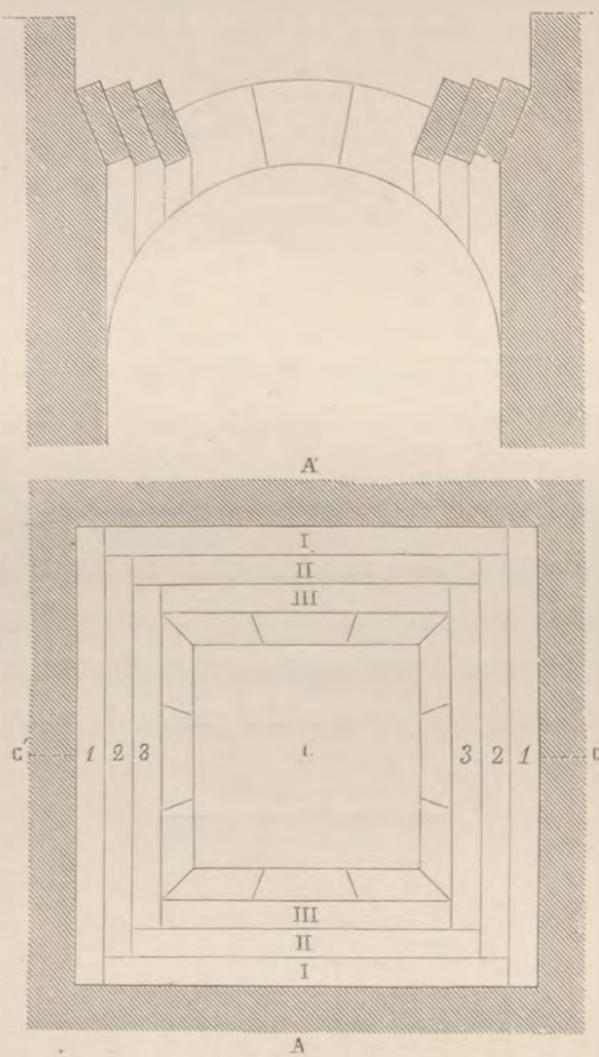


Fig. 54.

Puis on établit d'une façon toute semblable, contre les murs-pignons A, A', les tranches numérotées I, I, qui seront les têtes du second berceau.

Revenant au premier berceau, on construit les tranches marquées 2, 2; et

l'on continue en passant à tour de rôle de l'un des berceaux à l'autre. Les tranches III, III, par exemple, trouvent sur la surface convexe des tranches 3, 3 un appui, un sommier ; elles-mêmes servent ensuite de sommiers à de nouvelles tranches : et ainsi de proche en proche. — La figure 55 complètera l'idée du système en montrant l'agencement des briques au voisinage des naissances.

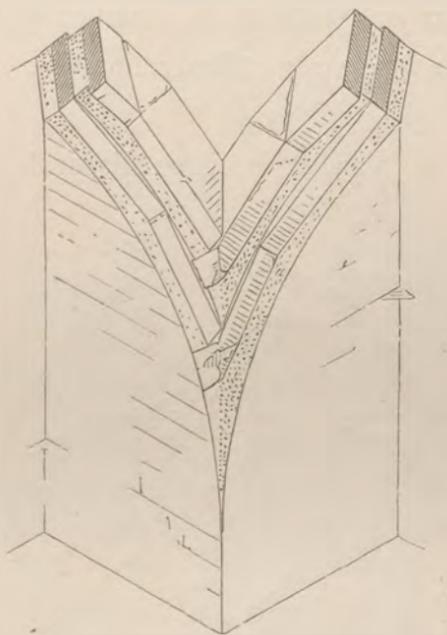


Fig. 55.

Inutile d'ailleurs que le plan soit exactement carré : s'il se présentait sous une forme barlongue, il suffirait (fig. 56) d'établir le chevauchement entre une tranche A et un groupe B de deux tranches ;

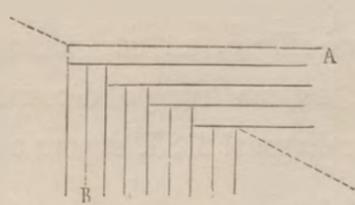


Fig. 56.

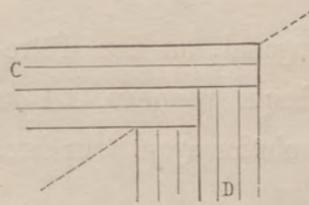


Fig. 57.

ou bien (fig. 57) entre deux groupes C et D composés l'un de deux tranches, l'autre de trois : l'épaisseur du mortier venant en aide, des groupements de ce genre satisferont évidemment à toutes les exigences de la pratique.

La planche XI, 2, montre une voûte d'arête construite par tranches, et dont les deux berceaux générateurs sont exactement cylindriques : elle provient des souterrains de Vatopedi (Athos). D'autres voûtes toutes semblables existent à Zographou. Mais ce ne sont que des exceptions : suivant une remarque déjà faite, les Byzantins considèrent comme trop plate la partie centrale de ces voûtes. D'ailleurs la courbure elliptique de l'arête les gêne : double considération qui reporte leur préférence sur un type dont la définition géométrique est plus complexe, mais dont l'usage est plus sûr et l'exécution plus simple.

La figure 58 donne le plan et la coupe diagonale de cette nouvelle voûte d'arête :

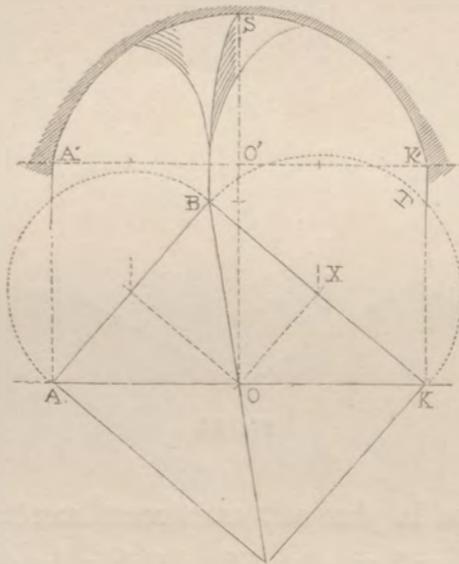


Fig. 58.

L'arc diagonal, au lieu d'être une demi-ellipse, est une portion de cercle $A'SK'$; et chaque panneau, tel que BOK , est un triangle découpé dans une surface de révolution ayant pour directrice l'arc diagonal $A'SK'$ et pour axe l'horizontale OX .

Rien, dans cette définition, ne suppose que le plan soit un carré plutôt qu'un rectangle barlong; et, de son côté, l'arc arétier $A'SK'$ peut avoir à volonté plus ou moins de flèche : évidemment plus sa flèche $O'S$ sera grande, mieux la solidité sera garantie.

— Quant au mode de tracé dans l'espace, la figure 58 l'indique implicitement. Détachons par la pensée un panneau triangulaire, et examinons à part (fig. 59) ce panneau DCF :

Le tracé se décompose de lui-même en deux opérations relatives l'une à l'arc arêtier, l'autre aux arceaux de remplissage.

1° Arc arêtier :

Puisque cet arc est une portion de cercle, il suffira d'articuler en son centre une tige CA, C'A' de longueur invariable, et de la faire tourner dans le plan diagonal CF.

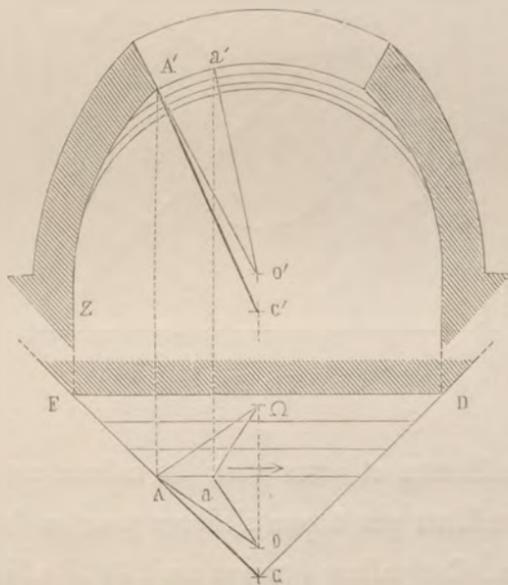


Fig. 59.

2° Arceaux de remplissage :

Soient A un point de l'arc arêtier ; O et Ω deux points pris sur l'axe de révolution du panneau : à l'aide d'une règle OA et d'un fil ΩA , on construit le triangle O Ω A ; et la rotation de ce triangle autour de l'horizontale O Ω engendre l'arc Aa...

— Cette façon de tracer la voûte d'arête amène dans le relief des surfaces des circonstances assez inattendues et contient, je crois, l'explication de la voûte byzantine jusque dans ses apparentes bizarreries :

Si l'on coupe la surface par une série de plans de niveau, on verra les sections horizontales se disposer comme il suit (fig. 60) :

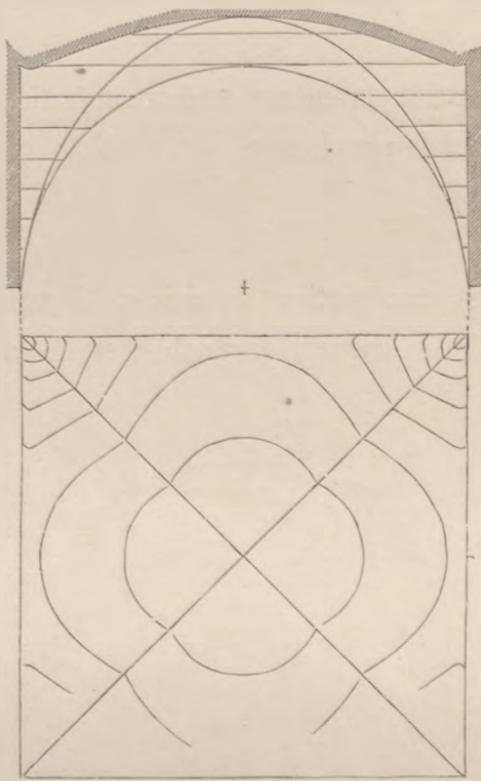


Fig. 60.

Les arêtes sont saillantes et vives vers les naissances, très émoussées vers le sommet, où elles semblent peu à peu s'effacer pour se fondre dans la concavité d'une surface sphéroïde. Cette allure étrange avait été dès longtemps signalée ; elle n'est, on le voit, autre chose qu'un résultat du mode de génération adopté.

Voici enfin (fig. 61) le profil que l'on obtient lorsque l'on coupe la voûte verticalement, selon un plan de symétrie ΩX :

Le profil présente en F une inflexion et se relève vers les têtes jusqu'à devenir tangent, en T , à la ligne OT' .

Cette inflexion F , suivie d'une contre-courbe FT , se remarque dans toutes les

¹ Au moyen des données m, n, h (fig. 61) il est facile d'obtenir l'équation de la surface et d'en déduire analytiquement les conséquences énoncées ci-dessus. Le calcul n'offre en lui-même aucune particularité intéressante, et nous croyons superflu de le développer ici.

La courbe fournie par le calcul présente une branche parasite que la figure indique en ponctué : cette branche parasite est celle qu'on obtiendrait en prenant comme arc directeur, au lieu de la partie ASK du cercle C , la partie $A\Sigma K$.

voûtes d'arête surhaussées qui témoignent d'un certain soin d'exécution : partout la surface d'intrados se relève en trompe vers les arcs formerets ou les murs de tête. Il y a là une particularité bien caractéristique et qui peut à son tour devenir un indice du mode de construction par tranches lorsque les enduits voilent ou dissimulent le parement.

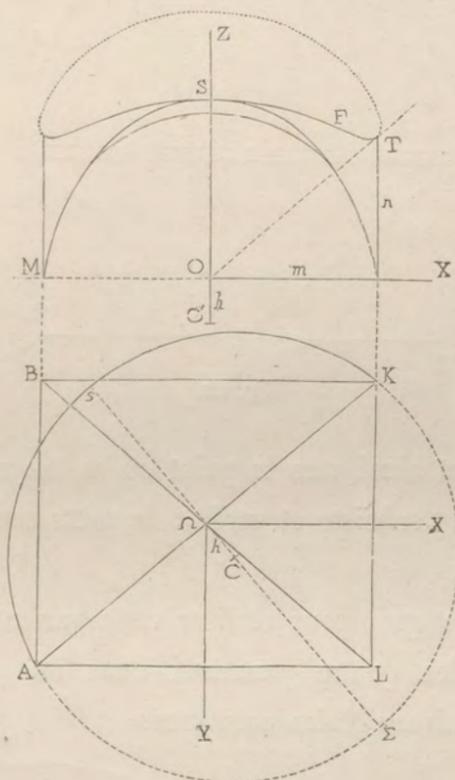


Fig. 61.

Pour compléter l'idée de ces reliefs si absolument étrangers à notre architecture, nous croyons utile de jeter les yeux sur les perspectives planches XI, 1; XIII, 1, et surtout d'examiner (pl. XXV) les voûtes des collatéraux inférieurs de Sainte-Sophie de Constantinople : Sainte-Sophie est le plus curieux exemple qui nous reste de cette conception singulière, où la logique de l'esprit grec ne s'arrêta même pas devant les anomalies de la forme.

CAS PARTICULIERS

A présent que l'allure des surfaces est connue, on se rend aisément compte des légers correctifs que la forme théorique de la voûte admet dans les applications usuelles.

La modification la plus fréquente consiste (fig. 62) à supprimer le rebord extrême de la voûte, en conservant seulement la partie centrale *abc*.

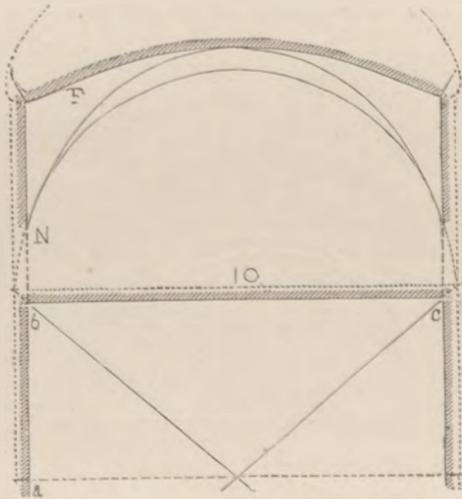


Fig. 62.

Le profil s'interrompt ainsi vers le point où sa tangente devient horizontale, mais l'inflexion *F* (fig. 61) subsiste et garde à la voûte cet accent spécial que nous indiquions tout à l'heure.

Il est clair du reste que, pour réaliser cette variante, il suffit de prendre les axes de révolution des quatre panneaux dans un plan horizontal *O* situé un peu en contre-bas du niveau *N* des naissances.

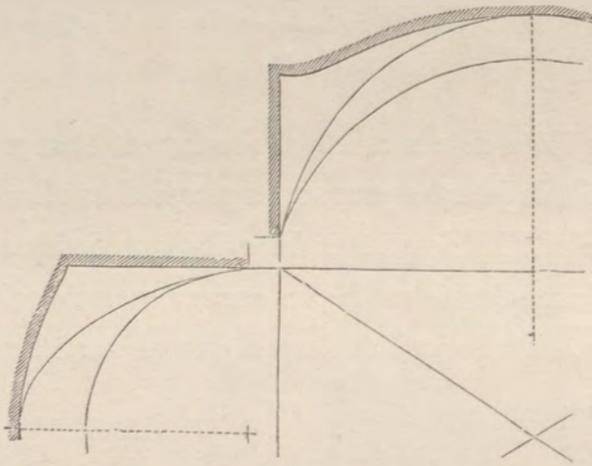


Fig. 63.

— On peut procéder plus librement encore, et s'affranchir de la condition de faire diverger d'un même centre les axes de révolution des quatre panneaux : au besoin on place ces divers axes à des niveaux divers, ce qui donne à la voûte

une flexibilité de formes qui permet de l'adapter aux exigences les plus variées de la pratique. Tous les éléments du tracé deviennent indépendants les uns des autres ; on peut à sa guise surbaïsser un panneau, surélever le panneau voisin : donner à l'arêtier la flèche que l'on veut et à chaque arceau de tête la montée qui convient. Au narthex de Sainte-Sophie, l'architecte usa de cette latitude pour ramener à une même montée les quatre têtes des voûtes d'arête malgré la forme barlongue de leur plan. La perspective planche XI, 1 et l'épure figure 63 expliquent suffisamment cet artifice.

Au surplus, il serait illusoire d'attribuer à toutes les voûtes byzantines un tracé géométrique rigoureusement défini, et dans plus d'un cas l'irrégularité de forme que présentent les panneaux des voûtes montre que les Byzantins se sont contentés d'un cimbelot pour tracer l'arêtier, se fiant pour régler la courbure des surfaces au sentiment des formes qui est inné chez les populations de race grecque. Les tours de défense de Constantinople, presque toutes construites à la hâte et sous la menace de quelque attaque, nous offriraient au besoin plus d'une application de ce procédé sommaire.

CHAPITRE V

COUPOLES ET NICHES SPHÉRIQUES.

On a construit dès la plus haute antiquité des voûtes sur plan circulaire : la plupart des voûtes archaïques, celles de Mycènes et de l'Eubée, abritaient des salles rondes ; et, par une curieuse rencontre, le choix de la forme circulaire dérive ici du même ordre d'idées qui fit prévaloir la coupole dans l'architecture byzantine. Les premiers architectes voyaient dans la figure convexe en tous sens des dômes une garantie contre les déformations, mais avant tout ils cédaient au désir de bâtir directement dans l'espace. Pour nous, le moyen naturel d'élever une voûte semble être de lui donner un cintre ; les architectes des temps primitifs envisageaient les choses tout autrement : ils n'imaginaient pas cette voie coûteuse et détournée qui consiste à passer par une construction temporaire en charpente pour aboutir à un ouvrage de pierre ; ils allaient plus droit au but, et la façon dont ils ont bâti montre qu'en réalité l'idée de cintre est une conception complexe, fruit d'une culture raffinée. Les particularités de leurs voûtes (fig. 64) se résument en deux caractères essentiels, horizontalité des assises et surhaussement des profils : deux circonstances si bien appropriées au procédé de bâtisse sans cintrage, que leur concours implique évidemment le procédé lui-même. La face de lit étant plane et de niveau, chaque pierre P se met en place sans chance de glissement ; et, grâce au surhaussement du profil AS, ce bloc P surplombe assez peu pour ne courir aucun risque de bascule. On arrive donc, sans le moindre appui, à poser une assise, puis une autre : chaque assise constitue un anneau indéformable ; et,

quand toutes les pierres sont en place, à peine reste-t-il à faire disparaître par une opération de ravalement les parties saillantes P.

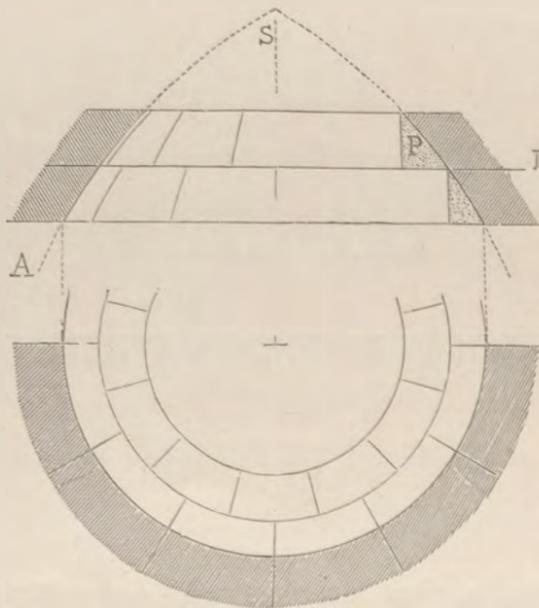


Fig. 64.

— L'époque romaine, à son tour, nous a laissé des exemples de voûtes d'appareil sur plan circulaire. Les voûtes qui abritent les carrefours des grandes rues de Djérach sont des coupoles en grands matériaux, aussi bien que celle du temple rond de Balbek, etc.

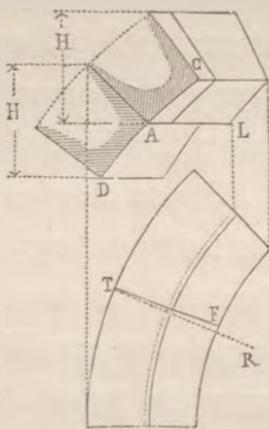


Fig. 65.

Confinées vers les extrêmes limites du territoire romain, ces voûtes sphériques en grands matériaux paraissent propres à l'Orient : on en chercherait, je crois,

vainement des exemples dans nos contrées; et toutes sont construites suivant un mode uniforme. Les cours de voussoirs (fig. 65) ont leurs lits tronc-coniques, comme ceux des coupoles modernes, mais avec des irrégularités de détail assez fréquentes :

Ainsi 1° les lignes de lits, telles que AL (fig. 65), ondulent plus ou moins par rapport à la courbe circulaire qu'elles devraient décrire ;

2° Les plans de joints TF s'écartent parfois d'une façon très sensible de la direction TR du plan méridien.

— Malgré ces tolérances, les voûtes sphériques en pierre d'appareil étaient des ouvrages coûteux, que les Byzantins osèrent rarement imiter. Du moins ils surent, par une heureuse extension d'idée, transporter aux voûtes en briques, le principe des lits coniques, et bâtirent conformément aux indications de ce croquis :

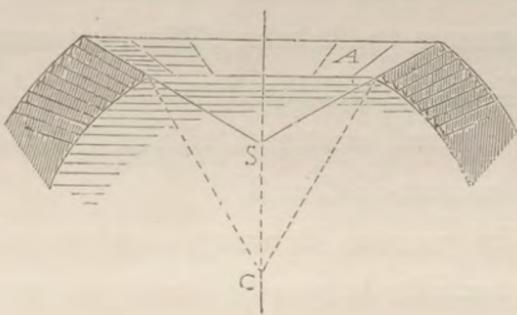


Fig. 66.

Ils rangèrent les briques par couronnes successives A, qui représentent individuellement de minces surfaces coniques. Quelquefois, comme dans les fortifications de Koutahia, ils construisirent les reins de la voûte par assises de moellons posés en tas de charge, sauf à bâtir la calotte supérieure à l'aide de briques formant, ainsi que le montre la figure 66, une série de troncs de cône emboîtés les uns dans les autres.

Cette disposition de briques par cônes emboîtés se prête à merveille au genre d'économie que les Byzantins recherchent avant tout, la suppression du cintrage. Les briques d'un lit A sont appliquées sur une couche de mortier qui les fixe au lit précédent; puis, une fois terminé, ce lit A se comporte comme un tronc de cône tourné la pointe en bas et qui ne peut ni se déformer ni descendre: il demeure en place et sert à son tour de surface d'appui pour un deuxième anneau, celui-ci pour un troisième; et ainsi de suite: un cintre ne serait qu'un

embarras. C'est là d'ailleurs, sous une forme nouvelle, l'application d'une méthode qui nous est familière. Construire une voûte sans cintres, c'est exécuter la maçonnerie par couches successives possédant individuellement une stabilité propre; dans les voûtes d'arête ces sections étaient des troncs de cône à bases verticales, ici les bases se disposent horizontalement : au fond, l'idée demeure la même. — Entrons dans le détail.

Étant admis le principe des anneaux coniques, il semble naturel de faire tendre les lits vers le centre même de la sphère, c'est-à-dire (fig. 66) vers le point C.

A ma connaissance, les Byzantins ne le font jamais : toujours ils reportent les sommets des cônes de lits en des points tels que S situés au-dessus du centre C. — Et cela s'explique :

Si les génératrices des cônes de lits tendaient toutes vers C, ces génératrices se redressant à mesure que la voûte s'élève, on serait conduit dans l'exécution des cônes de lits à de véritables impossibilités. Au point de vue de la facilité du travail, il y a grand avantage à réduire l'inclinaison des génératrices par le déplacement du sommet de C en S.

Au point de vue des poussées, l'avantage n'est pas moindre :

On peut en effet assimiler la poussée développée par la calotte supérieure d'une coupole, à l'effort d'un cône pesant dont l'angle serait S : à poids égal, l'effort d'écartement exercé par ce coin conique sera d'autant plus violent que l'angle S lui-même sera plus aigu.

— Ainsi, à mesure que la voûte s'achève, on se trouve conduit à remonter le sommet S des cônes de lits : de la position S ce sommet vient en S', puis en S'' (fig. 67). Voici à cet égard la règle qui paraît suivie :

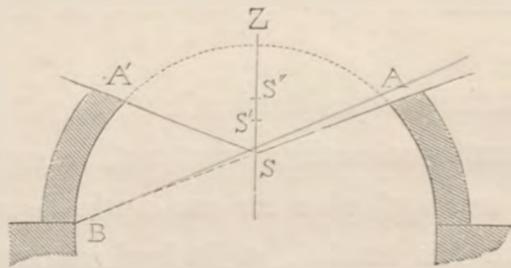


Fig. 67.

Soit A un point de la surface conique ; B l'extrémité opposée du diamètre de base : le point S sera toujours à l'intersection de l'axe Z de la voûte avec la

ligne BA. — Cette loi n'est point absolue : quelques grandes voûtes y dérogent, par exemple celle de Saint-Georges de Salonique dont je reproduis ici un fragment (fig. 68).

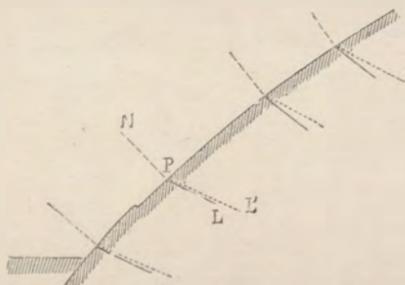


Fig. 68.

Mais dans la plupart des cas la règle se vérifie ; et la figure suivante (fig. 69) montre avec quelle précision elle fut appliquée dans une des tours de l'enceinte byzantine de Constantinople que son état de ruine m'a permis d'observer de plus près¹.

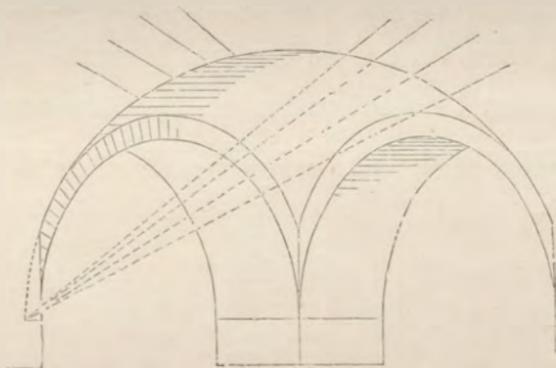


Fig. 69.

Quant au tracé dans l'espace, il s'exécute (fig. 70) à l'aide d'une tige SA²,

¹ Dans cette figure, j'indique du côté gauche les inclinaisons telles qu'elles existent, et du côté droit les inclinaisons théoriques : la différence est insensible.

Au contraire (fig. 68), à Saint-Georges de Salonique, les lits théoriques étant représentés par les lignes ponctuées PL', on voit que l'écart s'exagère à mesure qu'on s'élève.

² Ce mode de direction dans l'espace a été plus d'une fois signalé, et notamment par Guys (Voyage littéraire de la Grèce, 1783, t. II, p. 2).

Pour des coupes dont l'intrados n'est pas concentrique à l'extrados, W. Elton a vu employer deux tiges directrices, dont une donnait la courbure extérieure, l'autre la courbure intérieure (A survey of the Turkish Empire, 1801, p. 221-223).

Enfin on peut consulter, sur la tradition de ces méthodes de tracé dans l'espace, Andreossy (Constantinople et le Bosphore, 1828, p. 120).

articulée successivement en S, S', S''..., et sous-tendue par un fil qui part du centre C et dont la longueur R est égale au rayon de courbure.

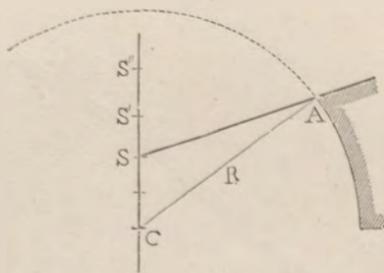


Fig. 70.

Au besoin même on se contente d'une tige R donnant le rayon.

Reste la question de fermer la voûte à son sommet : et pour cela la méthode que nous venons de développer n'est pas exempte de difficultés. Passé un certain niveau LL' (fig. 71), les briques rencontrent l'intrados sous des incidences peu admissibles ; et la calotte sphérique, trop aplatie, manque de consistance.

Cet énoncé de la cause du mal en implique le remède : Dès que les briques d'un lit LL' auront atteint l'inclinaison limite α , arrêtons-nous et substituons à la calotte LNL' un couronnement en pointe LRL' où les briques garderont uniformément l'inclinaison α .

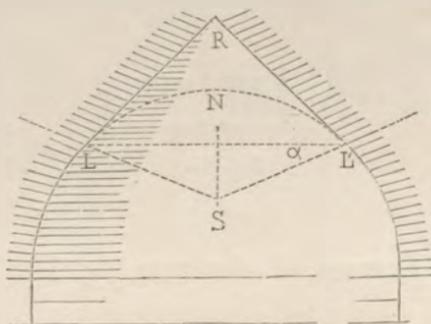


Fig. 71.

Ainsi raisonnèrent en effet les constructeurs de deux écoles dont les procédés touchent de bien près à ceux de l'art byzantin : les Persans et les Arabes. Presque toutes leurs coupes se terminent par un couronnement en pointe qui trouve sa justification dans le besoin d'arrêter la pente des assises à cette limite α . Bien entendu la valeur de α n'est pas si absolument fixée qu'on ne puisse attribuer aux lignes LR et RL' une légère courbure ; et l'on arrive de la sorte à des profils

surhaussés que les Persans savent décrire avec un goût exquis. — Malheureusement ces profils n'apparurent aux confins de l'Empire grec qu'à une date où l'art byzantin commençait à s'immobiliser : les Grecs ne les imitèrent point, et persistèrent dans l'emploi de la forme sphérique, sauf à terminer le dôme en son sommet à l'aide d'un disque de blocage maçonné sur une plate-forme. Cet expédient (assez rare) est indiqué planche XVIII, 1 ; et je l'ai vu employer sur un chantier grec à Smyrne pour l'achèvement d'une coupole exécutée sans cintres.

— Une coupole est ordinairement enveloppée à la base dans une garniture de maçonnerie qui forme gaine jusqu'à la hauteur des reins et se raccorde avec l'extrados par une contre-courbe (fig. 72).

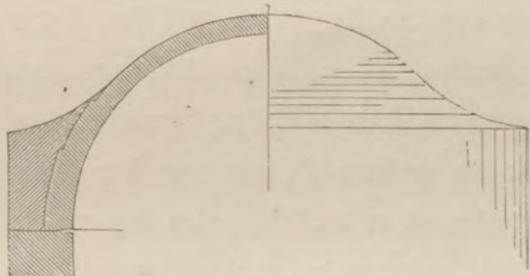


Fig. 72.

C'est dans cette garniture que s'ouvrent les baies d'éclairage ; et, de la gaine enveloppante, il ne reste plus qu'une série de tronçons discontinus faisant éperons ou contre-forts dans l'intervalle d'une baie à l'autre.

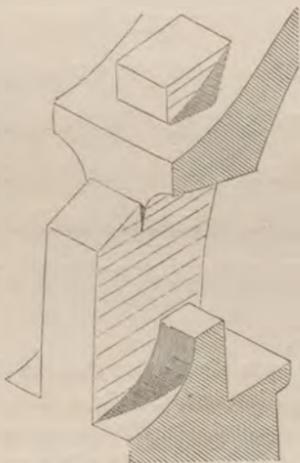


Fig. 73.

Tel est (fig. 73) l'aspect du dôme de Sainte-Sophie ; tel est en général l'aspect

des coupoles byzantines antérieures au ix^e siècle. A cette époque se répand l'usage de monter les coupoles sur des tambours cylindriques qui sont de véritables tours au sommet des édifices. Les contre-forts dégénèrent alors en colonnes engagées (pl. XX, 2) et sont reliés deux à deux par des arcatures qui garnissent et consolident les reins. Cette forme est la dernière qu'ait revêtue la coupole byzantine; et, de nos jours même, lorsque les Grecs de Turquie ont un dôme à construire, c'est invariablement à ce modèle qu'ils se reportent.

TYPES SECONDAIRES DE COUPOLES

Au type général de construction qui vient d'être décrit se rattache une série de variantes où la recherche décorative se mêle aux combinaisons techniques, mais où s'accusent néanmoins deux idées pratiques bien nettement écrites : l'une consiste à prévenir par un système de nervures les déformations des coupoles; l'autre a trait aux poussées et se traduit, selon les cas, soit par une réduction dans le poids des voûtes, soit par un enchevêtrement plus intime des matériaux qui les composent.

I. — COUPOLES A NERVURES OU A COTES

Le plus bel exemple de la coupole nervée est le dôme de Sainte-Sophie (pl. XXV). L'intrados est partagé en quarante fuseaux par autant de nervures méridiennes saillantes, qui toutes vont converger au sommet et donnent du raide aux maçonneries sans en exagérer notablement le poids. On raconte que la voûte fut construite sur des cintres; et dans cette hypothèse chaque nervure marquerait la place occupée par une ferme. Mais rien n'est moins prouvé que l'existence de ce cintrage. Les seuls textes qui le mentionnent appartiennent aux xiv^e et xv^e siècles¹ :

¹ Codinus, qui écrivait au xv^e siècle, et le chroniqueur anonyme édité par Banduri, qui paraît avoir vécu vers le xiv^e siècle (Codin. De Sancta Sophia, Ed. bonn. p. 144; p. 72 de l'Ed. du Louvre. — Anonym. ap. Banduri, Imp. orient. t. I p. 72). L'un et l'autre parlent d'un décentrement anticipé qui aurait préparé la ruine de la coupole. Ces deux chroniqueurs — qui puisent évidemment à la même source — ajoutent qu'en vue d'atténuer dans l'avenir les poussées, la voûte fut reconstruite à l'aide de briques de Rhodes, cinq fois moins lourdes que les briques ordinaires : cette dernière assertion est en désaccord avec les observations faites lors des restaurations de Sainte-Sophie (Salzenberg, Altchristl. Baudenkm. v. Constp.) : mais ce récit, tout erroné qu'il puisse être, témoigne d'une direction d'idées qu'il n'était pas sans intérêt de connaître.

les descriptions contemporaines ne font nulle allusion au fait, pourtant si insolite, d'une charpente auxiliaire; et les irrégularités de forme que présente la coupole paraissent contredire l'hypothèse d'une construction exécutée sur un moule. Quoiqu'il en soit, les nervures existent; et, à première vue, elles rappellent ces arceaux de briques que les Romains d'Occident noyaient dans le blocage de leurs voûtes. Ressemblance purement apparente. Les arceaux méridiens d'une voûte occidentale étaient indépendants des remplissages, s'achevaient avant eux, leur servaient de supports et restaient enfin incorporés dans leur masse. Au contraire, les nervures de Sainte-Sophie se sont exécutées en même temps que les panneaux de remplissage, et se relient au reste de la voûte par la continuité des mêmes assises coniques. L'utilité de l'armature romaine consistait à préserver les cintres des pressions de la voûte; à Sainte-Sophie, les nervures n'ont d'autre rôle que de raidir et de rendre moins déformable cette coque mince qui constitue le dôme: la différence est capitale.

Vers le ^{xiii}^e siècle, les nervures des coupoles cessent à très peu près de conserver leur rôle utile, pour passer à l'état d'accessoires décoratifs: alors elles se construisent à l'aide de briques qui n'ont aucune liaison avec les remplissages et rompent la continuité d'une manière assez fâcheuse. L'exemple figure 74 provient de l'église du monastère de Chora (Khairieh-Djami-si), à Constantinople.



Fig. 74.

Quelquefois même la coupole s'élève sur un tambour en tour ronde, et les nervures se prolongent verticalement de la base de ce tambour au sommet de la coupole. La Theotokos de Constantinople, restaurée à la fin du ^{xiii}^e siècle par la mère de l'empereur Andronic, présente une des plus anciennes applications de ce singulier ornement, qui se retrouve d'ailleurs dans plusieurs monastères de l'Athos, à l'église métropolitaine de Nicée, etc.

— Au groupe des coupoles nervées se rattache toute une famille de voûtes

dont l'intrados affecte l'aspect d'une surface sphérique ondulée : les coupoles à côtes, dont voici un exemple.

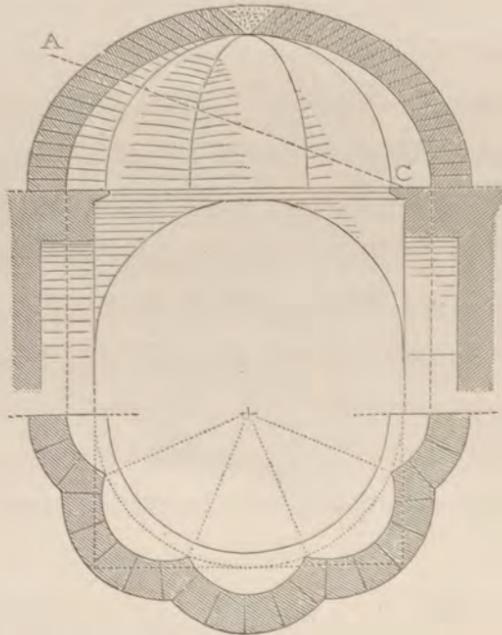


Fig. 75.

J'ai pu relever les détails de cette coupole dans une chapelle du monastère de Chora qui était en réparation : chaque assise est découpée en feston dans une surface conique ; et la génératrice A se dirige fort exactement vers l'extrémité C du diamètre de base.

Saint-Serge de Constantinople (pl. XX, 1 et XXII, 1) présente en grand l'application de ce système ; et la forme côtelée offre un double avantage : les arêtes saillantes agissent comme des nervures qui rendent la coupole moins déformable, et les rentrants permettent d'asseoir directement la coupole sur sa base octogone (pl. XX, 1).

La même planche (2^e figure) nous offre un autre exemple de voûtes à côtes, provenant de la Theotokos de Constantinople.

II. — COUPOLES PAR TROMPILLONS ÉTAGÉS

Au lieu de maçonner la coupole par assises, souvent les Byzantins la construisent en étageant les unes au-dessus des autres de petites trompes du genre de celles qu'indique la planche XIV. Le procédé est même antérieur à l'époque

byzantine, il appartient à l'architecture romaine de l'Orient, et l'on en trouve l'application dans la coupole du temple rond élevé par Dioclétien à Spalatro :

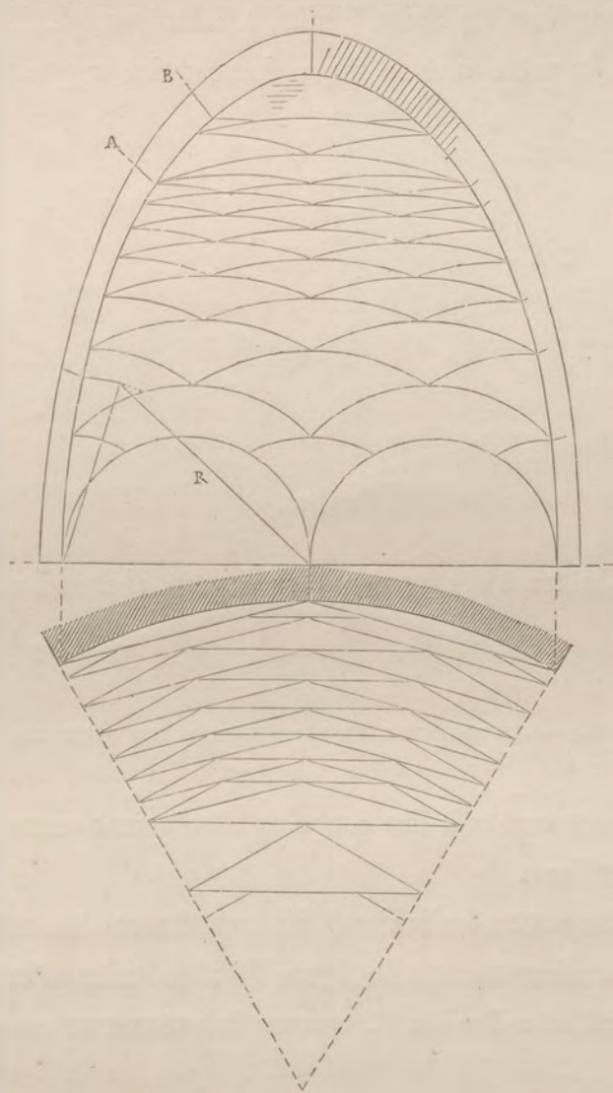


Fig. 76.

Chacune des trompes (fig. 76) se compose d'une série d'arceaux de brique en décharge les uns par rapport aux autres. Il ne faut évidemment aucun cintre pour porter ces arceaux ; et, pour les décrire dans l'espace, il suffira d'une tige mobile R, qu'un fil tendu force à tourner autour d'un diamètre horizontal de la sphère.

On arrive ainsi à un niveau A, où les arceaux sont trop multipliés eu égard à l'étendue du périmètre : on réduit alors le nombre des trompes à moitié. Et enfin, à partir du niveau B, on achève l'ouvrage d'après les procédés ordinaires

en s'aidant, selon toute apparence, d'un léger cintrage pour terminer la voûte.

— Comme exemple byzantin de ce mode de construction, citons le vestibule demi-circulaire du tombeau de Saint Dimitri à Salonique (pl. XIV, 3). Notre perspective en montre la voûte revêtue d'une incrustation rapportée : nous croyons

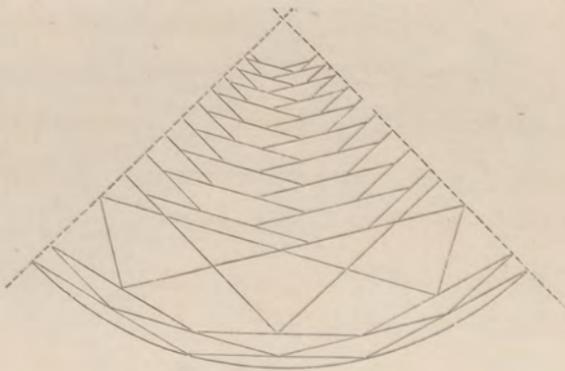


Fig. 77.

utile de donner ici le tracé des arceaux, en faisant abstraction de tout ornement accessoire.

III. — COUPOLES EN TUILES CREUSES, EN POTERIES

Les Byzantins ont construit des coupoles absolument exemptes de poussées ; et voici par quel artifice :

Aux briques des voûtes ordinaires, ils substituent des tuiles courbes qu'ils disposent par lits conformément à la figure 78 : les tuiles d'un lit tournent leur concavité vers le ciel, et celles du lit suivant la présentent en sens inverse ; de

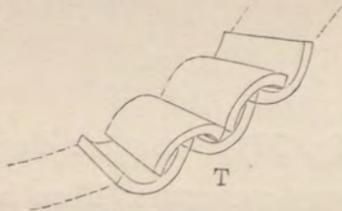


Fig. 78.

cette sorte deux assises successives constituent par leur réunion une couronne absolument inextensible. Aucun des anneaux de la coupole ne saurait augmenter de rayon ; et par suite la coupole elle-même, ne pouvant s'élargir, devient incapable de pousser au vide : c'est une voûte où toutes les assises forment

chainage. — La planche XIX, 2, montre la disposition de ces tuiles creuses dans un édifice de l'Athos aujourd'hui en ruine, la chapelle de l'ancien monastère de Saint-Panteleémon.

Un dernier procédé, qui associe aux avantages des lits inextensibles celui d'une extrême légèreté, consiste dans l'emploi de tubes en terre cuite comme matériaux des coupoles : procédé curieux, qui prit ses principaux développements dans l'école de l'Exarchat, et dont les applications les plus remarquables se trouvent à Ravenne, dans les monuments élevés par les Empereurs grecs ou sous les influences directes de l'Orient.

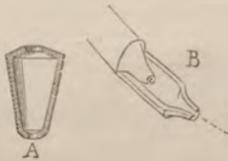


Fig. 79.

Les éléments des voûtes de Ravenne (fig. 79, B) sont des drains rétrécis par un bout, qui s'emboîtent les uns dans les autres et se disposent en spirale continue de la naissance de la coupole à son sommet. Grâce au mortier qui les unit, les drains d'une même spire sont scellés les uns aux autres et soudés aux tubes des spires voisines : ils constituent une chaîne incapable de s'allonger ; la voûte qui résulte de leur emploi est sans poussée aussi bien que celle de la figure 78, et charge moins ses appuis.

On sait depuis longtemps que la coupole de Saint-Vital est ainsi construite. Telle est également la structure du dôme du baptistère de Ravenne, dont je donne les détails (pl. XIX, 1) d'après un levé que je dois à l'obligeance de M. de Dartein. M. de Dartein a reconnu enfin le même mode de construction dans la voûte d'une chapelle contiguë à Saint-Ambroise de Milan, la chapelle Saint-Satyre.

Ces exemples nous reportent à une date assez reculée : le baptistère de Ravenne et la chapelle Saint-Satyre appartiennent au v^e siècle¹, ce qui fait remonter cet emploi des poteries tout au moins à cent ans au delà de l'époque justinienne : la méthode appartient au vieux fonds de l'art byzantin ; mais elle n'a laissé, à ma connaissance, de souvenir qu'en Syrie et sur la côte d'Afrique.

¹ De Dartein, *Architecture lombarde*, 1^{re} part., p. 11 ; 2^e part., p. 126.

En Syrie on emploie aujourd'hui des tubes de forme évasée, tels que ceux du croquis A (fig. 79); et, au lieu de les emboîter pour reproduire les spirales de Ravenne, on les dispose en manière de voussoirs. Partout, dans la région de Naplouse, Jérusalem, Jaffa, on rencontre des voûtes construites d'après ce système : les tubes sont scellés à l'aide de bon mortier ; et la voûte, quel qu'en soit le profil, s'achève sans le secours d'aucun cintre. Cette méthode, comme toutes les traditions orientales, tombera vite en désuétude au contact de l'Europe : mais le souvenir en est vivant encore parmi les ouvriers indigènes ; et, il y a un demi-siècle, elle était presque seule en usage dans la majeure partie de la Palestine¹.

Appliquées aux habitations, ces voûtes en poteries creuses offraient, sous un climat à brusques alternatives, la meilleure défense contre les températures extrêmes.

— Lorsqu'il fallait araser en terrasse l'extrados d'une coupole, on employait volontiers en guise de garniture de grands vases en terre cuite qui faisaient remplissage sans surcharger la voûte. J'ai pu reconnaître cette pratique lors des sondages faits pour restaurer l'ancienne église de Chora à Constantinople.

Enfin on attribuait aux voûtes en poteries l'avantage de la sonorité. J'ai observé dans une coupole en ruine, sur le chemin de Brousse à Nicée, des vases noyés au milieu des blocages, et groupés par deux, le col tourné vers l'intérieur. J'eus l'occasion d'interroger à cet égard des Grecs ; et j'appris d'eux que c'est aujourd'hui même une coutume d'incorporer aux murs des églises des vases vides dont le seul rôle est de renforcer les sons : nous nous trouverions ainsi en face d'un usage qui n'a rien de commun avec l'art de bâtir : ce serait, dans un édifice de date récente, l'équivalent des vases acoustiques de Vitruve².

NICHES SPHÉRIQUES

Une voûte en niche n'est en somme qu'une voûte sphérique coupée par un plan vertical : il paraît donc naturel de la construire à la manière d'une voûte sphérique, c'est-à-dire par lits en forme de tronc de cône et qui seront, selon les matériaux disponibles, soit des cours de voussoirs, soit des couches de briques.

— Les figures 80 et 81 répondent respectivement à ces deux cas d'application :

¹ Voir à ce sujet les curieux détails rapportés par Volney dans son Voyage en Syrie (t. II, .296).

² Vitr., V, 5

La voûte d'appareil figure 80 provient des thermes antiques d'Hierapolis.

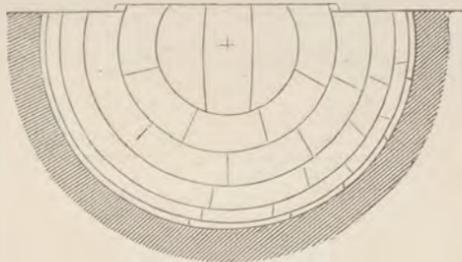


Fig. 80.

Tout ce que nous avons dit (page 61) au sujet des coupes d'appareil se vérifie dans cet exemple : tout, jusqu'aux fausses coupes des joints verticaux, dont aucun ne tend exactement au centre.

L'abside de la chapelle byzantine qui termine le pont du Sangarius présente, avec moins d'irrégularité dans les coupes verticales, des hauteurs de douelle qui vont en décroissant de la naissance au sommet¹ : circonstance qui certainement n'est pas fortuite, car elle se retrouve en Syrie dans presque toutes les voûtes d'absides. A Sainte-Marie-Latine de Jérusalem, cette décroissance continue des lits frappe l'œil même le moins exercé.

— Comme exemples de niches en briques, nous citerons l'Eski-Djouma de Salonique, où l'allure conique des lits est très apparente ; et surtout (fig. 81) les grandes absides de Sainte-Sophie de Constantinople.

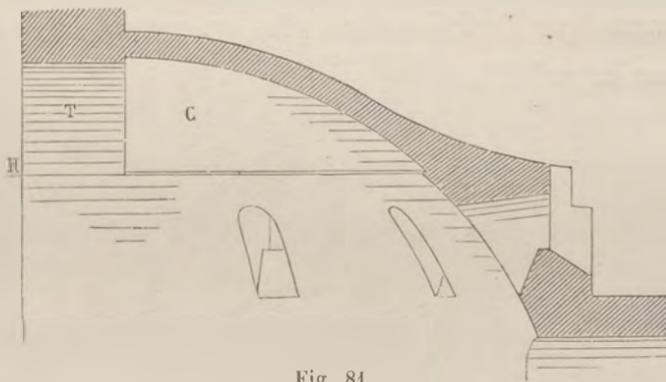


Fig. 81.

Ici, la marche du travail se lit dans la structure même de la voûte : la zone des reins, jusqu'en H, fut exécutée sans cintre ; l'arc T, achevé sur cintre ; et le remplissage C, maçonné directement dans l'espace.

¹ Ainsi, en se reportant aux notations de la figure 65 (page 60), on a $DA < AC$, etc.

Ce mode de construction par tranches coniques est essentiellement simple, mais une réserve bien évidente en restreint les applications : il faut, pour qu'on puisse le suivre, que la niche embrasse en plan au moins une demi-circonférence (fig. 82);

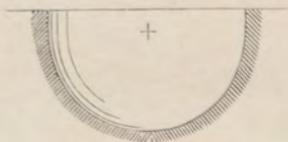


Fig. 82.

Sinon (fig. 83), les lits coniques développent, perpendiculairement au

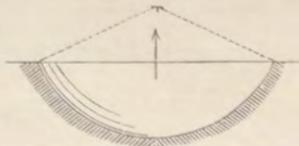


Fig. 83.

plan de tête, des poussées que rien ne neutralise : le système devient inadmissible, et l'on doit recourir à la solution des lits en éventail, caractérisée par les figures 84, 84 bis et suivantes.

Dans ce système nouveau, la disposition rayonnante des lits reporte les poussées à droite et à gauche, sans qu'aucun glissement puisse se produire vers le vide; de sorte que l'aplatissement plus ou moins accentué de la niche n'influe en rien sur la stabilité.

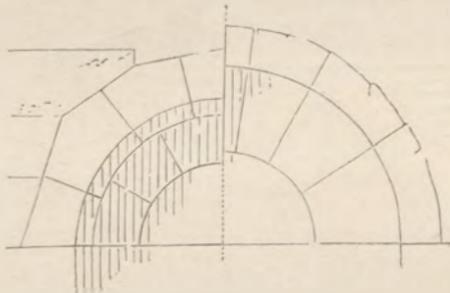


Fig. 84.

Fig. 84 bis.

L'exemple figure 84 provient du petit théâtre de Djerach, et celui de la figure 84 bis du prétoire de Mousmiéh (Ledjah). La même disposition se retrouve au prétoire de Sanamên (Haurân), etc.

— Aux thermes de Nicomédie, l'appareil est remplacé par de la maçonnerie de briques, et les lits en éventail se présentent comme il suit (fig. 85):

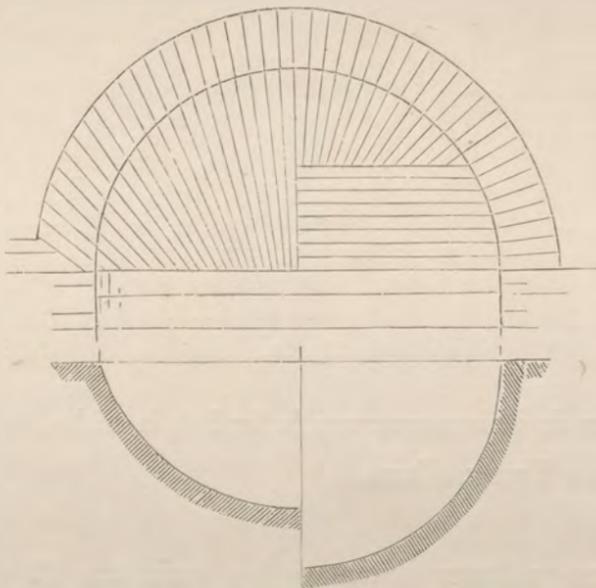


Fig. 85.

Fig. 85 bis.

Les lits inclinés s'appuient les uns sur les autres; et, comme le prouvent les traditions de l'Athos¹, il suffit pour les construire d'employer en guise de cintre une simple fermette de tête.

— A Spalatro (fig. 85 bis), on trouve les deux systèmes, conique et convergent, combinés ensemble : le régime conique dans toute la zone des reins ; le système en éventail, dans la partie haute. Chacun des deux s'applique ainsi dans la région où son emploi est le plus facile ; et cette association tranche de la façon la plus simple la seule difficulté sérieuse qui s'attache à la disposition en éventail, celle de la convergence des lits de briques. Ces lits se resserrent outre mesure vers le fond de la niche et s'ouvrent beaucoup trop sur ses bords : la solution mixte figure 85 bis limite ce resserrement dans les bornes où il est admissible. — Malheureusement elle n'est elle-même susceptible que d'applications limitées. Pour que la zone conique ne provoque pas ces effets de glissement dont nous avons plus haut signalé le danger, il faut que la niche soit peu aplatie, et telle par exemple que l'indique le demi-plan figure 85 bis : dès que l'aplatissement s'accroît, il faut parer au resserrement des lits en éventail par des combinaisons nouvelles, dont voici les principales :

¹ Traditions recueillies sur les chantiers du nouveau monastère de Roussiko.

La figure 86 montre une solution très fréquente dans les édifices byzantins d'Athènes :

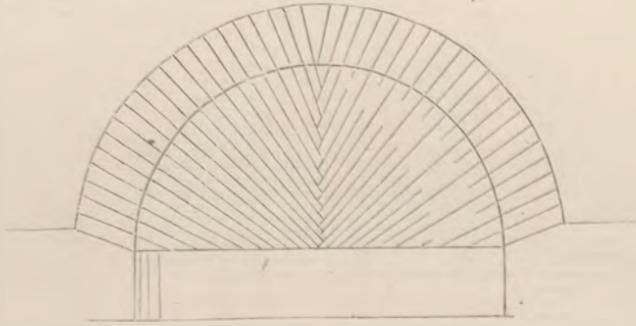


Fig. 86.

Les lits, au lieu de se resserrer vers le fond de la niche, se croisent en feuille de fougère suivant une ligne médiane.

On peut même atténuer davantage les variations d'épaisseur des lits en adoptant le parti indiqué figure 87 :

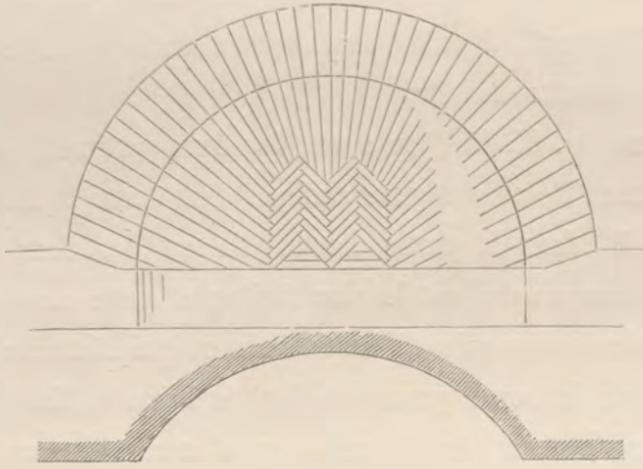


Fig. 87.

Au lieu de faire croiser les lits suivant la ligne médiane, on occupe toute la partie centrale par une sorte de marqueterie de briques à coupes chevau-chées : les lits en éventail ne forment plus qu'une bordure au pourtour de la conque, et le surcroît d'épaisseur que les couches de mortier éprouvent dans leur court développement devient presque insensible.

L'exemple figure 87 provient d'une fontaine byzantine à Constantinople. Le principe de cette disposition se retrouve à Saint-Marc de Venise (niches

du narthex), et la figure 88 nous en offre une variante (Saint-Bardias de Salonique).

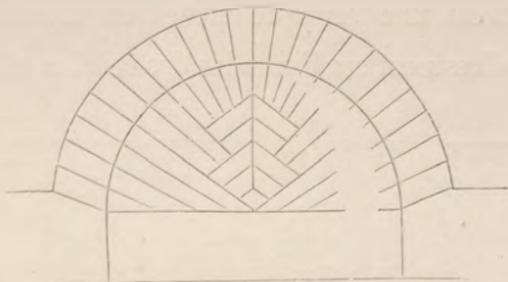


Fig. 88.

— Parfois, comme au porche de l'enceinte des Saints-Apôtres de Salonique (fig. 89), les assises de briques alternent avec des cours de moellons. On

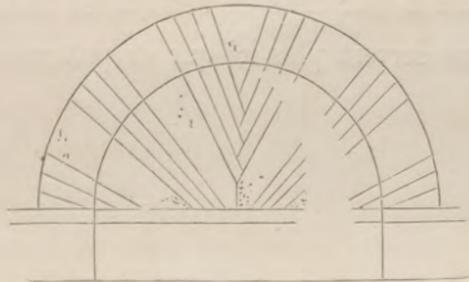


Fig. 89.

rencontre même des niches voûtées par zones de briques qui se présentent alternativement sur leur champ et sur leur plat : l'exemple figure 90 est emprunté à l'Arc de Constantin à Salonique.

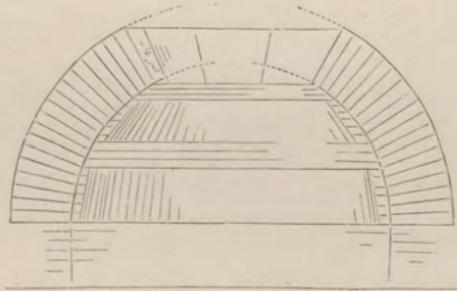


Fig. 90.

Mais, de transformation en transformation, on sent intervenir la pensée d'orner la voûte par des jeux de lignes ou de couleurs : les Byzantins en vinrent à exécuter, à l'aide de briques ou de moellons taillés, des parements

de niches qui sont de véritables œuvres de mosaïque. Ainsi les ruines byzantines d'Éphèse nous offrent une série de niches en moellons qui ornaient une fontaine, et dont les lits dessinent sur l'intrados des courbes telles que celles-ci :

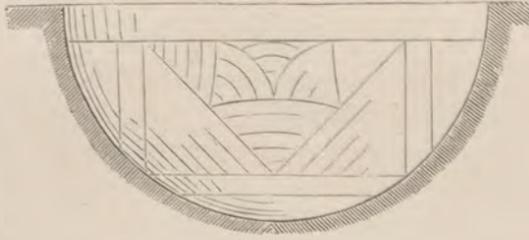


Fig. 91.

L'art de bâtir n'a rien à voir dans de semblables fantaisies ; et les combinaisons de la construction ne servent plus ici que de prétexte aux formes décoratives.

CHAPITRE VI

LA VOUTE SPHÉRIQUE SUR TROMPES

L'extrême facilité d'exécution que présentent les coupes fit songer de bonne heure à les adapter aux plans polygonaux : et, comme une calotte sphérique ne trouve son assiette naturelle que sur une base circulaire, on imagina de passer du polygone au cercle à l'aide de raccords tels que T (fig. 92) :

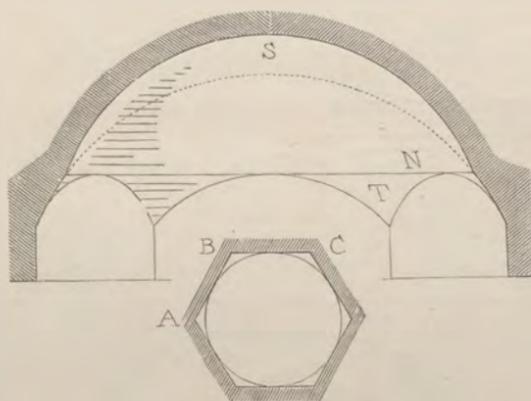


Fig. 92.

A chacun des angles A, B, C... un support en surplomb fut lancé dans le vide pour racheter le porte-à-faux de la calotte ; et ce support, dont la forme naturelle était celle d'un triangle sphérique, fut l'origine du pendentif.

— L'idée de cette transition se manifeste, mais timidement, dans l'architecture romaine de l'Occident : au temple de Minerva medica et dans les tombeaux qui

bordent l'ancienne route de Préneste, le pendentif existe, mais réduit à l'état d'un simple encorbellement par assises horizontales, dont la forme est d'ailleurs fort indécise et vague.

— Tout autre est l'aspect des pendentifs dans les monuments orientaux. Les surfaces forment des triangles sphériques bien définis, résultant de l'intersection d'une sphère centrale avec les plans verticaux des murs. Les lits, à leur tour, prennent la conicité des lits mêmes d'une coupole : comme structure et comme aspect, les pendentifs ne sont autre chose que des panneaux triangulaires taillés dans une voûte sphérique.

Ordinairement, le rayon de courbure des pendentifs est plus allongé que celui de la calotte qui les couronne, et la naissance de cette calotte est marquée par une brisure N (fig. 92). Mais quelquefois aussi cette brisure s'efface, la calotte et les pendentifs ont même rayon de courbure, et le système entier résulte de la pénétration d'une sphère unique par un prisme vertical à base polygonale : telle est la voûte représentée figure 93.

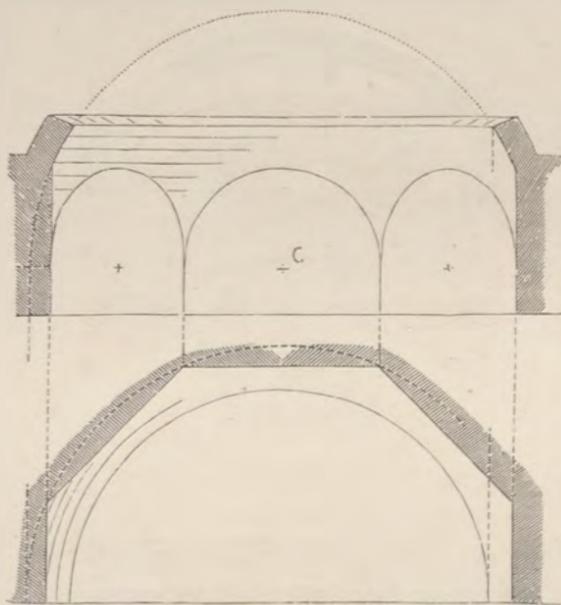


Fig. 93.

Moins le polygone de base a de côtés, plus les pendentifs surplombent, et plus leur exécution devient délicate : si bien qu'aux bases carrées les constructeurs ont

fréquemment substitué le plan suivant, formé d'un octogone et de quatre demi-cercles.

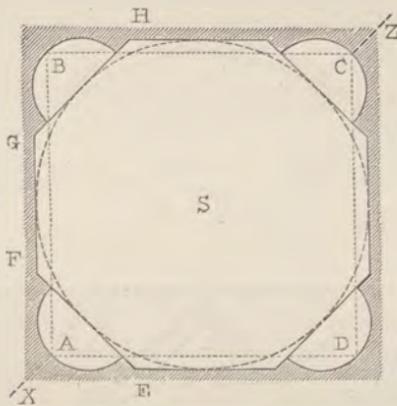


Fig. 94.

Cette façon de tourner la difficulté a laissé sa trace dans les constructions de l'Occident (tombeaux de la route de Préneste, etc.); chez les Orientaux, on en retrouve évidemment le souvenir dans les édifices du type de Saint-Serge de Constantinople; et l'exemple des grandes absides de Sainte-Sophie (fig. 95) montre que, même à l'instant où l'art byzantin avait pris son plus entier développement, cette tradition n'était point abandonnée.

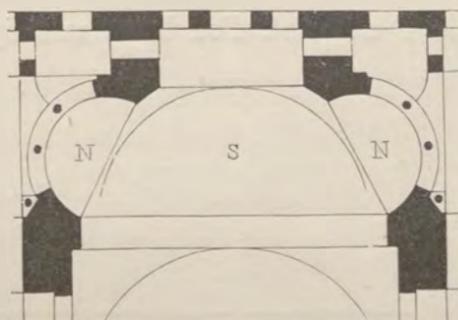


Fig. 95.

Les Byzantins firent un pas de plus : De l'ensemble (fig. 94) constitué par une coupole et quatre niches, ils imaginèrent de ne conserver qu'une partie, celle qui se projette dans l'intérieur du carré inscrit ABCD : ce qui leur fournit un des types de voûte les plus usités dans l'architecture du bas Empire, la coupole à base octogone soutenue sur quatre trompes d'angle.

— Précisons par un tracé la forme de ces trompes et la manière dont elles se

raccordent avec la calotte sphérique qui les surmonte. La coupe diagonale de la voûte (section XZ, fig. 94) se présente comme il suit :

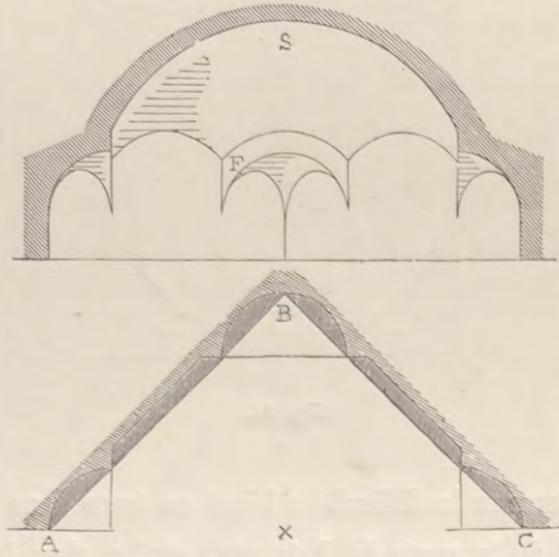


Fig. 96.

Chacune des trompes constitue une portion de surface sphérique qui s'arrête à la rencontre des murs verticaux et se trouve séparée de la calotte S par une archivolt F.

Quelquefois l'archivolt F s'efface : d'où la variante figurée par le croquis 97

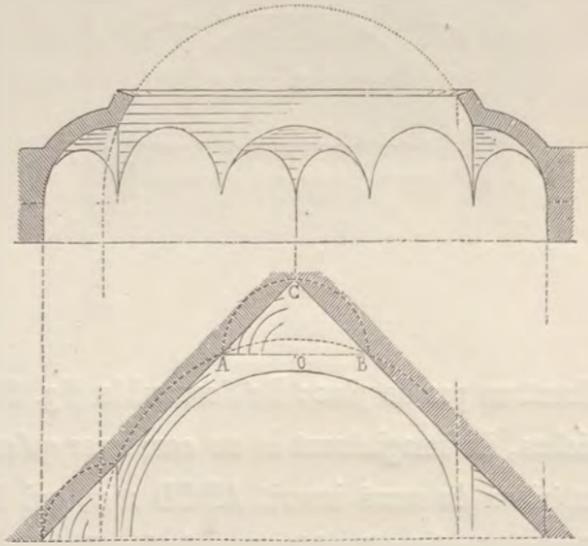


Fig. 97.

et qui s'observe à Saint-Nicodème d'Athènes, à Daphni, dans la plupart des églises byzantines de la Grèce.

Voici d'ailleurs, d'après l'exemple de Daphni, la manière dont les briques se disposent :

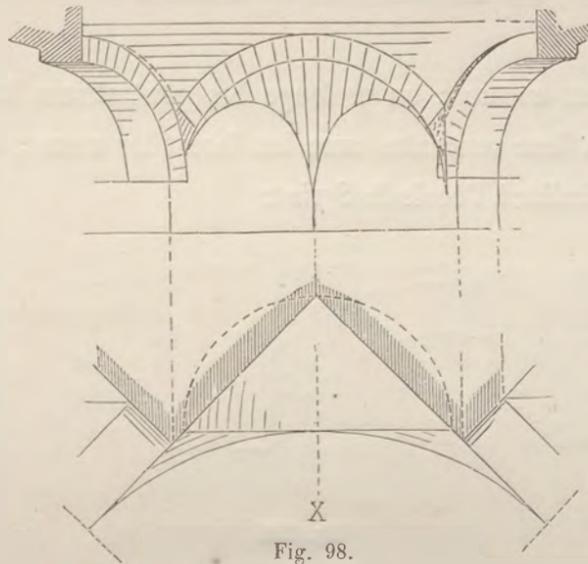


Fig. 98.

Les surfaces de lits (fig. 98) sont perpendiculaires au plan de tête de la conque, et divergent en éventail : tout se passe comme s'il s'agissait d'une niche de faible profondeur ; et les détails techniques développés pages 74 et suivantes s'adaptent à ce cas d'application de la façon la plus naturelle.

— Dans la pratique, cette solution se simplifie.

On peut en effet décomposer la trompe (fig. 97) en un arc de tête et un triangle de remplissage. L'arceau de tête est sensiblement cylindrique : on le construit comme un arc ordinaire ; puis on comble l'espace triangulaire qui le sépare des murs par une maçonnerie de menus moellons, sorte de rocaillage sans forme définie que des enduits régulariseront après coup :

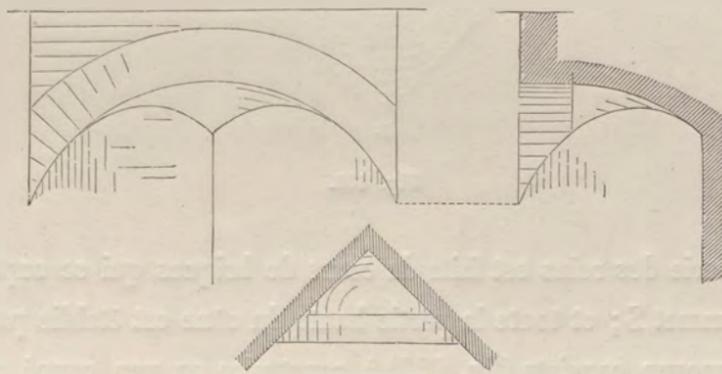


Fig. 99.

Ce procédé expéditif fut admis dans un grand nombre d'édifices où l'économie

était la première condition à remplir : San Vito de Zara nous en offre, sous une exécution un peu rude, une assez curieuse application.

Plus simplement encore : on prolonge les génératrices horizontales de l'arc de tête jusqu'à leur rencontre avec les faces des murs ; et l'on obtient cet aspect de voûte particulier à l'école de Syrie :

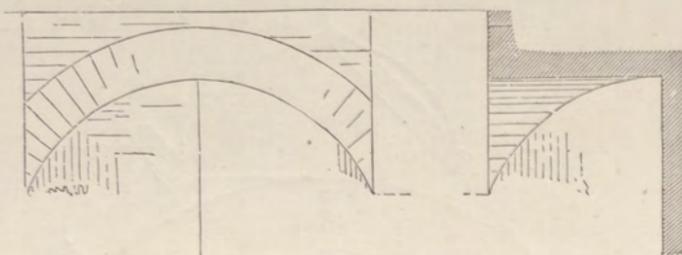


Fig. 100.

— Ou bien (pl. XXI, 2) on donne à la trompe une forme conique, mais en se gardant, si l'on bâtit en brique, de diriger les lignes de lits suivant les génératrices du cône : les épaisseurs d'assises viendraient à rien vers le sommet du cône, et le travail s'exécuterait mal. Le vrai système, dans ce cas, est celui que nous trouvons réalisé dans les fortifications de Nicée ; c'est un système mixte où la construction par tranches s'associe à la construction par lits, de la manière suivante :

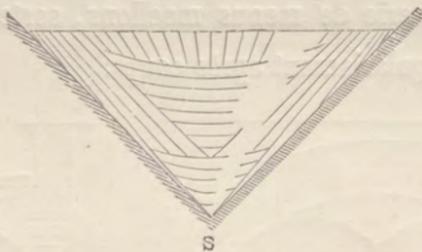


Fig. 101.

La maçonnerie des reins est faite de cours de briques qui se superposent sans converger au sommet S ; et toute la partie haute du cône est établie par tranches.

— Un autre moyen consiste (fig. 102) à construire en pan coupé un arc de tête auquel on adosse deux portions de berceau qui se pénètrent en angle rentrant comme deux panneaux d'une voûte en arc de cloître. Diverses églises d'Athènes,

entre autres celle du Grand monastère, présentent l'exemple de cette disposition qui se retrouve également à l'Athos. La figure 102 provient des fortifications de Simopetra (Athos).

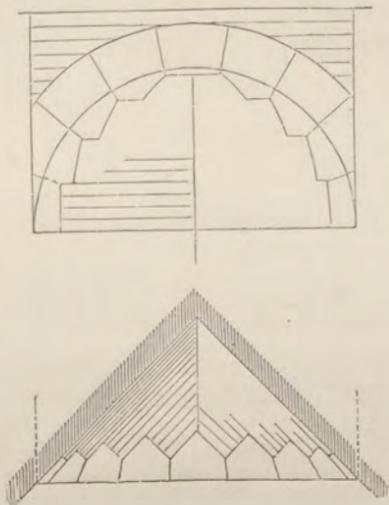


Fig. 102.

Quelquefois enfin (fig. 103) les Byzantins occupent les quatre écoinçons par de véritables niches dont le tambour en tour creuse se présente moitié en saillie et

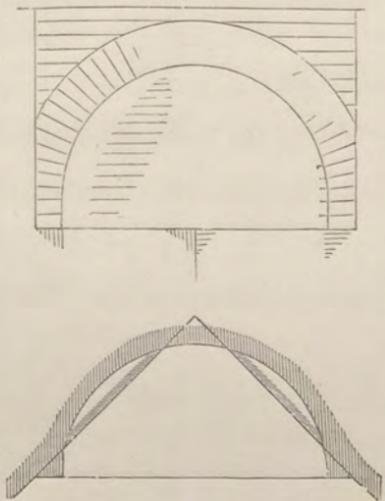


Fig. 103.

moitié en retraite. Le dôme de la Grande mosquée de Damas (pl. XXI, 1) repose sur quatre niches de ce genre. Cette combinaison se répète dans la plupart des édifices syriens; et, à Constantinople, les architectes grecs qui élevèrent les mosquées des premiers sultans en firent le plus fréquent aussi bien que le plus heureux usage.

CHAPITRE VII

LA VOUTE SUR PENDENTIFS DANS LE SYSTÈME DE CONSTRUCTION PAR LITS

I. — PENDENTIFS APPAREILLÉS

Les procédés de construction qui viennent d'être décrits tendent avant tout à faire porter sur un plan carré une voûte sphérique. Nous avons passé en revue les combinaisons de trompes d'angle employées pour éluder la difficulté : examinons les dispositions de pendentifs qui servent à la résoudre.

Les pendentifs d'une voûte à base octogone sont des portions d'une sphère pénétrée par les huit faces verticales du pourtour : Faisons pénétrer la sphère par un prisme dont la base soit un carré et nous obtiendrons, sans être obligés de recourir à des trompes d'angle, un type de voûte qui s'adapte directement au plan.

Cette extension d'idées si simple échappa tout à fait aux Romains d'Occident ; et, dans l'Orient même, nous ne la voyons prévaloir qu'au terme d'une série de tâtonnements qui témoignent de la lenteur avec laquelle se déduisent les conséquences d'un principe. Usant d'un artifice dont les ruines du Haurân offrent des exemples, les constructeurs romains établissent la transition à l'aide d'une pierre unique posée en pan coupé sur chacun des angles de la salle¹. Le plus souvent même, ils renoncent à jeter un dôme sur le vide restant, et terminent l'ouvrage par une série d'encorbellements : témoin un tombeau célèbre à Mylasa,

¹ De Vogüé, Syrie centrale, pl. 6.

ou bien cette construction d'aspect plus modeste figurée planche X, 2, qui recouvre une citerne antique à l'acropole de Pergame.

Une telle succession de pans coupés est fort ingénieuse sans doute, mais elle ne permet d'abriter que des espaces assez restreints ; elle est au pendentif d'appareil ce que la plate-bande est à la voûte : la portée des pierres disponibles en limite les applications ; et nous sommes loin encore d'une solution définitive et vraiment pratique.

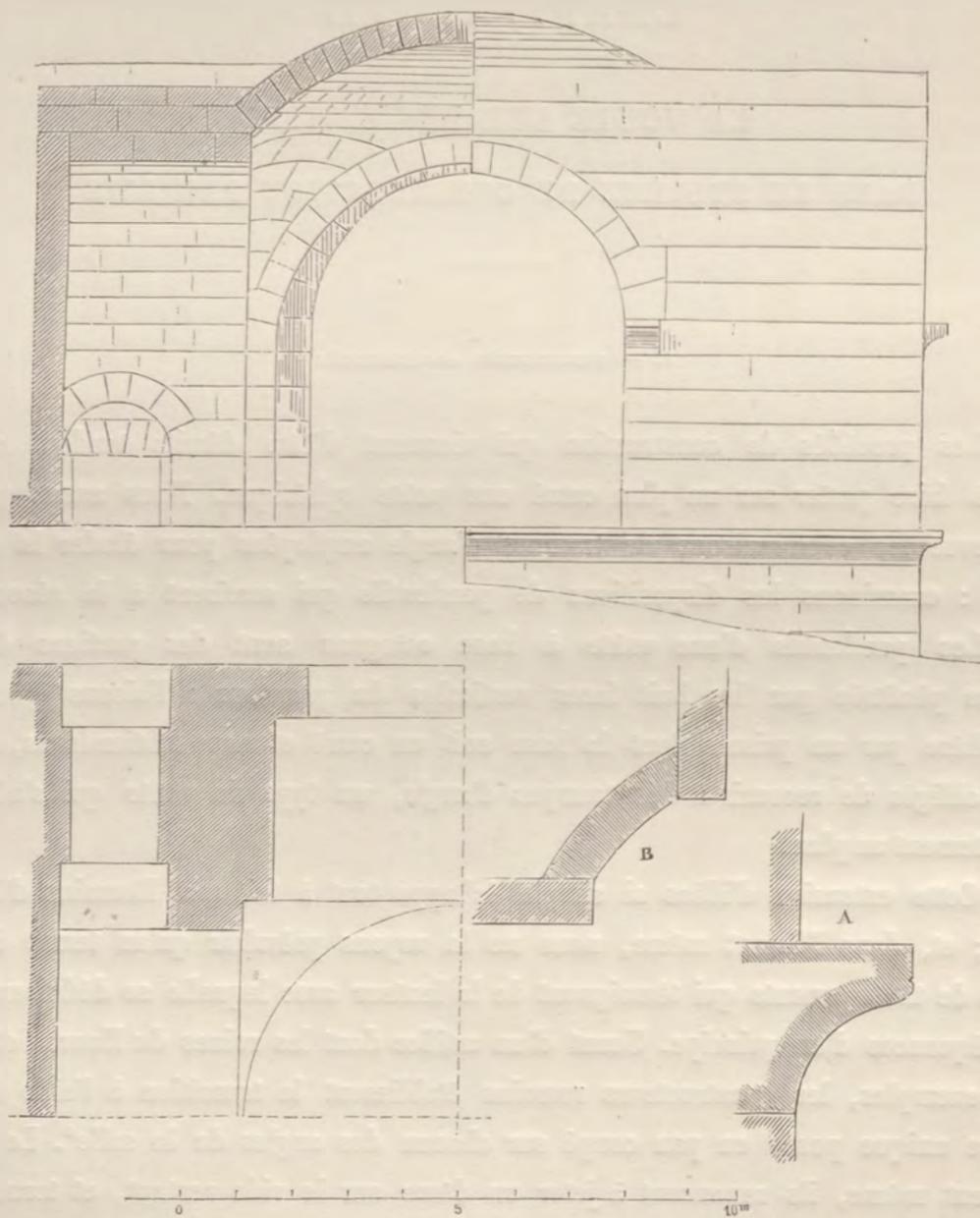


Fig. 104.

C'est, à ma connaissance, dans les ruines de Djerach qu'on aperçoit pour

la première fois la voûte sphérique à pendentifs établie sur un plan carré : tout un édifice est voûté suivant l'appareil indiqué planche XV, 1. Je donne ici (fig. 104) le relevé géométral d'une des salles et (fig. 105) la coupe diagonale de la voûte.

Le diagramme figure 105 explique à la fois la génération de la coupole et le trait de ses voussoirs :

La base est carrée ; la calotte et les pendentifs font partie d'une même demi-sphère ayant son centre en C ; et les surfaces de lits d'un pendentif, loin d'épouser la forme conique des lits de la calotte, sont de simples surfaces planes qui tendent au centre C.

Ainsi, prenons arbitrairement un point I sur la surface du pendentif : la surface de lit correspondante ne sera rien autre chose qu'un plan passant par ce point I et par la diagonale ACB du carré de base.

Comme détail d'exécution, le croquis 104, B, montre de quelle manière les voussoirs du pendentif s'appuient sur l'extrados des arceaux de tête.

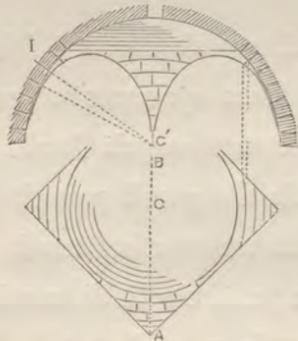


Fig. 105.

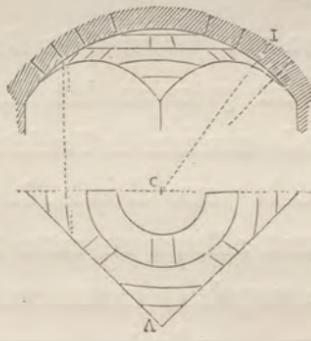


Fig. 106.

Des dispositions analogues se reproduisent à Jérusalem dans les parties byzantines du Haram-ech-chérif : la planche XV, 2, représente la voûte d'une porte située sous la mosquée El-aksa ; le croquis figure 106 en donne le plan et la coupe diagonale.

La calotte affecte un profil très surbaissé, mais l'appareil des pendentifs est exactement celui de Djerach : la surface d'un lit de pendentif tel que I est un plan IC, qui passe par l'axe diagonal CA. Enfin on aperçoit, dans les pendentifs aussi bien que dans la calotte même, ces fausses coupes de joints que nous avons eu plus d'une occasion de signaler¹, et qui contribuent pour leur part à prêter aux voûtes sphériques de l'Orient une physionomie qui leur est propre.

¹ Pages 60 et 73.

Tels sont les deux plus anciens exemples que je connaisse de pendentifs appareillés. Les voûtes de Jérusalem paraissent appartenir à l'époque de Justinien, c'est-à-dire au VI^e siècle¹ : mais pour celles de Djerach, la question de date est plus obscure ; le style et la structure générale de l'édifice sont les seuls éléments d'appréciation qui nous restent.

Or la structure est romaine : blocs énormes ; point de mortier ; taille de pierres aussi parfaite qu'aux temps du haut Empire, et de beaucoup supérieure à celle des monuments byzantins les plus soignés. Quant aux ornements, ils se réduisent (fig. 104) au seul profil A, qui se répète sur le soubassement et sur les impostes, et qui n'est, à vrai dire, ni romain ni byzantin : il n'a ni la raideur byzantine ni les formes molles et complexes de la décadence romaine : sa courbe insolite, mais si fortement caractérisée, ne s'explique que par une influence étrangère ; et dans cette singulière œuvre, reléguée aux limites orientales de l'Empire, on ne saurait voir, je crois, autre chose qu'une conception asiatique réalisée par une main romaine.

Quoi qu'il en soit, les procédés d'appareil qui s'accusent à Djerach et à Jérusalem ne s'étendent guère au delà des provinces syriennes et paraissent moins appartenir au fonds commun de l'architecture byzantine qu'à l'école locale de Syrie. Là, sur un sol où la pierre abonde, la coupole d'appareil pouvait avoir ses avantages ; mais partout ailleurs un autre type de construction tendit à prévaloir, je veux parler de la coupole en menus matériaux posés sur lit de mortier : type essentiellement pratique, dont le double mérite est de se réaliser à la fois sans épure et sans cintre.

II. — PENDENTIFS EN MENUS MATÉRIAUX

On rencontre en Asie mineure, notamment dans les vallées du Méandre et de l'Hermus, des voûtes sur pendentifs exécutées en briques et qui paraissent remonter à l'époque romaine. Comme l'indiquent les exemples reproduits planche XVI, les architectes de Sardes, de Philadelphie, de Magnésie du Méandre, étaient dès l'époque romaine en possession de la méthode, mais la méthode ne se généralise qu'à l'époque byzantine ; et les dispositions de voûtes sphériques qui tendent alors à prévaloir se ramènent, presque sans exception, à l'un ou l'autre des deux tracés suivants² :

¹ De Vogüé, Le Temple de Jérusalem.

² Chacun des diagrammes présente deux sections de la voûte : une coupe transversale et une coupe diagonale.

Dans le premier cas, les pendentifs et la calotte font partie d'une même sphère;

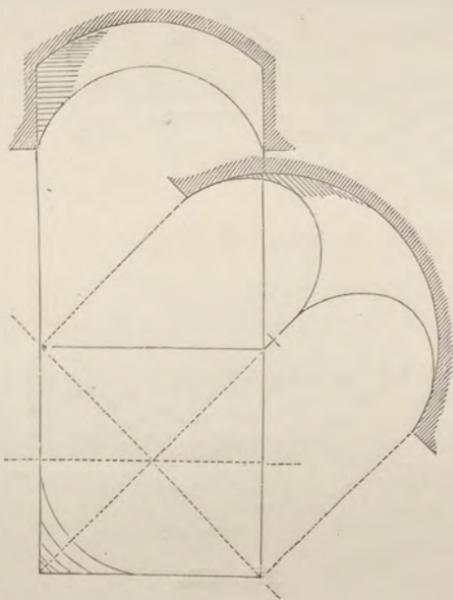


Fig. 107.

Dans le second, les pendentifs et la calotte appartiennent à deux surfaces sphériques distinctes.

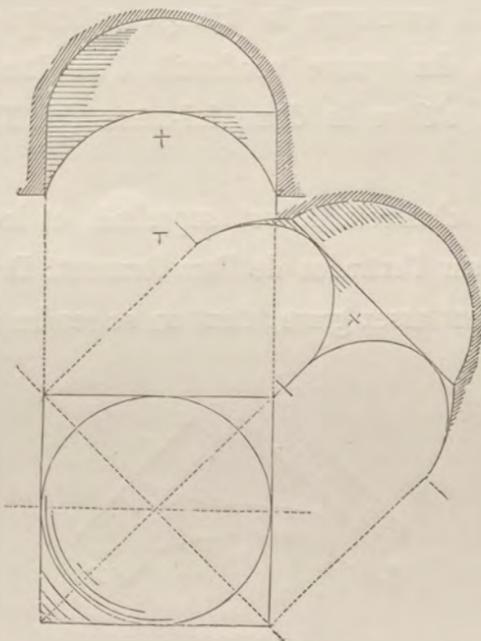


Fig. 108.

Dans les deux cas, le mode d'exécution s'impose pour ainsi dire de lui-même. Puisque le pendentif est une fraction de coupole, complétons par la pensée cette coupole : ses lits seront les lits mêmes du pendentif ; et la

façon de les interrompre à la limite du contour triangulaire est indiquée par la figure 109 :

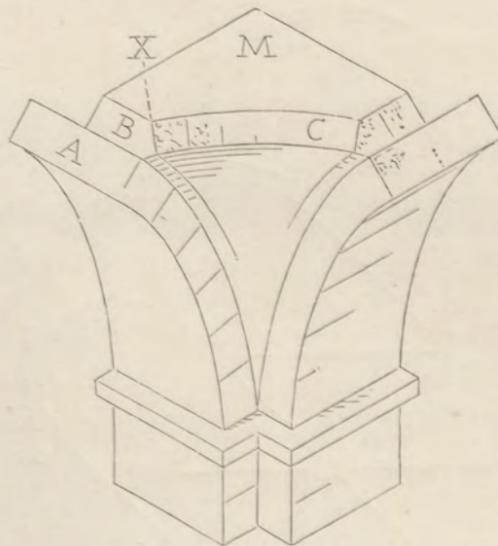


Fig. 109.

Une bordure en briques B cerne l'espace que doit remplir le pendentif : ces briques B sont taillées en chanfrein suivant X; et c'est contre le chanfrein X que viennent mourir les lits coniques C. — Extérieurement, une garniture de blocage M enveloppe le triangle sphérique : de sorte que, vu du dehors, l'ensemble des quatre pendentifs d'un dôme prend l'aspect d'un corps carré sur lequel s'élève le dôme lui-même (pl. XX).

— Quelquefois le chanfrein X est supprimé, et les assises du pendentif s'appuient directement sur l'extrados de l'arc formeret. De là une simplification, mais aussi un inconvénient assez grave, dont on se rendra compte par une section horizontale :

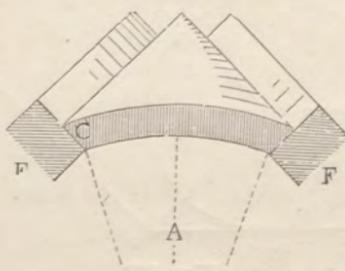


Fig. 110.

F étant (fig. 110) la coupe horizontale de l'arc formeret, il est clair que l'angle en C est trop aigu pour offrir une sérieuse résistance ; et les Byzantins

s'attachent, par des modifications indiquées figure 111, à remplacer cet angle C par un angle droit.

Fig. 111.

La surface du pendentif se raccorde tangentiellement avec les plans de tête : la section horizontale se rapproche selon les cas, soit d'une courbe à deux centres telle que B, soit d'un arc de cercle tel que D ; et, au niveau des naissances de la calotte, le plan général de la voûte s'écarte de la forme circulaire tantôt dans le sens indiqué par le croquis 112, tantôt dans le sens du croquis 113.

Fig. 112.

La déformation figure 112 s'observe à Saint-Marc de Venise. L'autre (fig. 113)

Fig. 113.

est plus ordinaire comme aussi plus logique : on la remarque à Sainte-Irène de Constantinople, à Sainte-Sophie de Salonique, etc. — La calotte, à son tour, épouse la forme de sa base et devient une surface sans définition géométrique

bien arrêtée, qui tient le milieu entre la sphère et l'arc de cloître. Imaginez une voûte en arc de cloître dont les quatre panneaux, au lieu de se couper à angles vifs, se raccordent en courbe lente : telle est la variante qui vient d'elle-même se substituer à la calotte sphérique; elle a d'ailleurs sur la calotte exacte un avantage précieux, c'est de mieux s'adapter aux plans barlongs : Sainte-Irène et le Pantocrator de Constantinople (Klissé-djami) ont des coupoles construites d'après ce système, et dont les plans sont des rectangles très sensiblement allongés.

— Il est des voûtes sphériques dont le profil présente, au-dessus des pendentifs, une brisure telle que AA (fig. 114) : la naissance de la calotte, au lieu de correspondre au sommet B des formerets, se trouve remontée de B en A, et s'accuse à l'intrados par une arête vive.

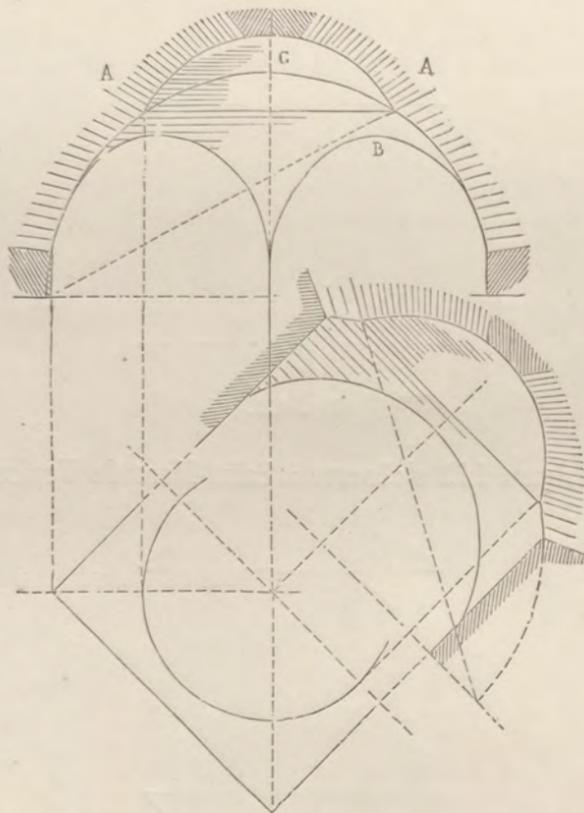


Fig. 114.

Cette particularité s'observe dans les voûtes de la planche XVIII et qui proviennent, l'une d'une citerne de Constantinople dite le Boudroun, l'autre d'une citerne voisine de l'Et-meïdan. Et, dans ces deux exemples, le changement brusque de

courbure AA est accompagné d'un brusque changement dans l'échantillon des briques : Au-dessous de cette brisure AA toute la voûte, y compris les pendentifs, est faite de grosses briques de 0^m 04 à 0^m 05 d'épaisseur ; au-dessus, tout est construit en briques aussi minces que nos tuiles plates.

Rien de plus fondé que cette distinction. En effet, une courbure plus accentuée et des matériaux plus minces sont évidemment les meilleures garanties de facile exécution pour une voûte qui s'élève sans cintrage. Tant que des briques épaisses et une courbure à grand rayon sont compatibles avec la marche régulière du travail, les Byzantins s'en contentent : mais dès qu'ils éprouvent la moindre gêne, ils s'arrêtent pour prendre des briques plus minces et un plus court rayon. De là cette brisure AA, qui d'ailleurs s'explique si naturellement en face des édifices, que sa présence passe inaperçue.

— On devrait même pour se placer au point de vue des Byzantins, considérer la voûte figure 114, non point comme un cas spécial, mais comme le type général dont toutes les voûtes sur pendentifs ne sont que des applications particulières ; toutes en dérivent, et le croquis ci-dessous rendra la corrélation palpable :

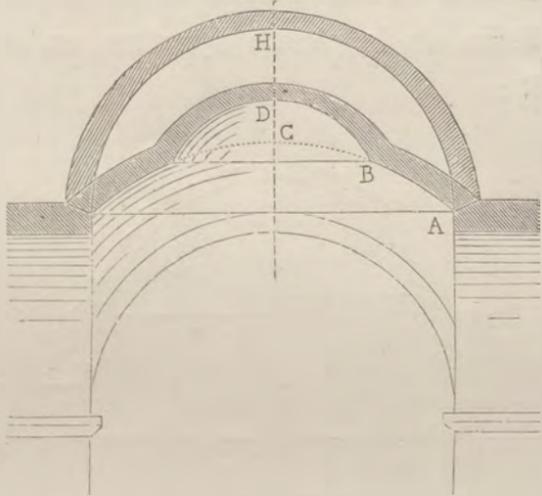


Fig. 115.

Supposons (fig. 115) que la brisure B s'abaisse jusqu'au niveau A : immédiatement nous obtenons la coupole sur pendentifs telle que la figure 108 l'avait définie.

Admettons ensuite que le centre de courbure de la calotte s'abaisse jusqu'à se confondre avec le centre de courbure des pendentifs, nous retrouvons la voûte à intrados continu, telle que l'avait donnée la figure 107.

Ajoutons qu'on peut varier à l'infini la proportion de la voûte : en adoptant pour les pendentifs et pour la calotte des profils en arc de cercle plus ou moins surbaissé, on règle à volonté la hauteur des pendentifs ainsi que la flèche de la coupole. Bien entendu, certaine mesure est à garder dans l'aplatissement des pendentifs : car il est clair qu'on ne peut en réduire la hauteur sans exagérer du même coup la poussée diagonale qu'ils développent.

Historiquement, les variétés de la voûte sphérique résumées par la figure 115 n'apparaissent point à la fois dans l'architecture.

Dans les édifices qui peuvent être rapportés à l'époque romaine, une seule de ces variétés se manifeste, celle où la calotte et les pendentifs font partie d'une même sphère (voûtes de la vallée de l'Hermus, pl. XV, XVI, XVII).

L'idée d'attribuer à la calotte un rayon moindre que celui des pendentifs ne se révèle guère avant le vi^e siècle, et le dôme de Sainte-Sophie en est un des plus anciens exemples authentiquement datés.

Vers le x^e siècle, sous les empereurs Macédoniens, l'usage se répand de séparer la coupole des pendentifs par un tambour en tour ronde : l'une des plus anciennes applications de date assurée est Saint-Bardias de Salonique.

Enfin, vers le déclin de la période byzantine, on assiste à une dernière transformation (fig. 116) :

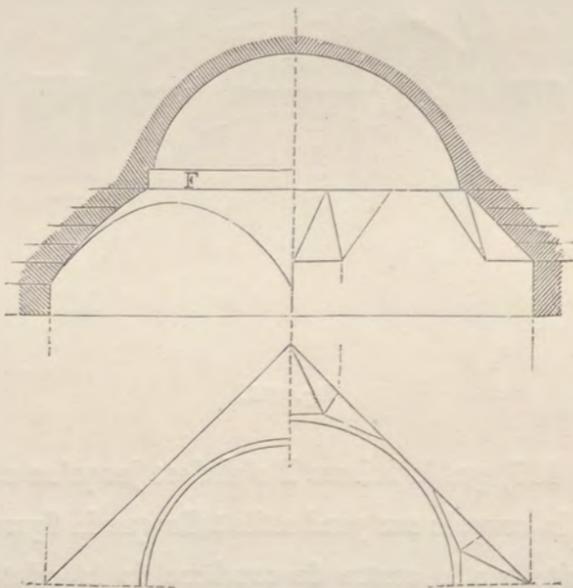


Fig. 116.

Les lits du pendentif, jusque-là peu inclinés, dégèrent en surfaces planes

et horizontales. A ce moment, le pendentif n'est plus qu'un encorbellement, un massif en surplomb faisant corps avec le mur ; la voûte proprement dite prend désormais son origine à la naissance de la calotte, et une frise F sépare d'ordinaire les deux parties de l'œuvre que leur structure rend distinctes.

Un encorbellement de ce nouveau genre n'est évidemment point astreint à présenter un intrados sphérique : si bien que, dans les édifices d'Andrinople ou de Brousse que les architectes grecs élevèrent pour les sultans, on voit se produire des pendentifs polyédriques et toute cette série de formes capricieuses qui se diversifient sans limite sous la domination ottomane. Mais nous n'avons point à nous étendre ici sur ce système, dont les origines et les applications nous entraîneraient en dehors du champ de l'architecture byzantine.

CHAPITRE VIII

LA VOUTE SUR PENDENTIFS

DANS LE SYSTEME DE CONSTRUCTION PAR TRANCHES

Dans les exemples que nous avons jusqu'à présent cités, le pendentif ne fait nullement corps avec le reste de la voûte : c'est un support, un ouvrage d'attente indépendant de la calotte qui le surmonte, et qui n'implique en rien ni le profil de cette calotte ni même son existence.

Tout autre est le caractère des voûtes sphériques que nous aurons désormais à faire connaître.

Ici, la calotte et les pendentifs qui la portent sont tellement liés qu'ils ne peuvent s'établir l'un sans l'autre : la calotte et ses pendentifs s'engendrent à la fois ; et le procédé de construction qui les donne est celui même que nous avons développé à l'occasion des voûtes d'arête. Une voûte sphérique de ce nouveau système est un cas particulier de la voûte d'arête telle que nous l'avons définie page 52 : c'est une voûte d'arête dont la flèche est égale à la demi-diagonale du rectangle qui lui sert de base.

Mais il convient de préciser cette indication par un tracé :

Dans la voûte d'arête byzantine (voir ci-contre figure 117), la courbe diagonale est un arc de cercle, et chaque panneau est une surface de révolution autour d'un axe horizontal situé dans le plan des naissances.

La hauteur du sommet au-dessus du plan des naissances n'est point déterminée, mais elle a visiblement un maximum qui correspond à la demi-diagonale du rectangle

de base : lorsque cette hauteur-limite est atteinte, l'arc diagonal devient une demi-circonférence ; et la géométrie la plus simple prouve qu'à ce moment les quatre panneaux de la voûte se raccordent pour constituer ensemble une surface exactement sphérique. Les assises de la calotte forment le prolongement, la continuation de celles des pendentifs ; calotte et pendentifs, tous les éléments de la voûte font corps ensemble : on ne saurait imaginer un mode de construction en plus parfaite harmonie avec la nature géométrique des surfaces.

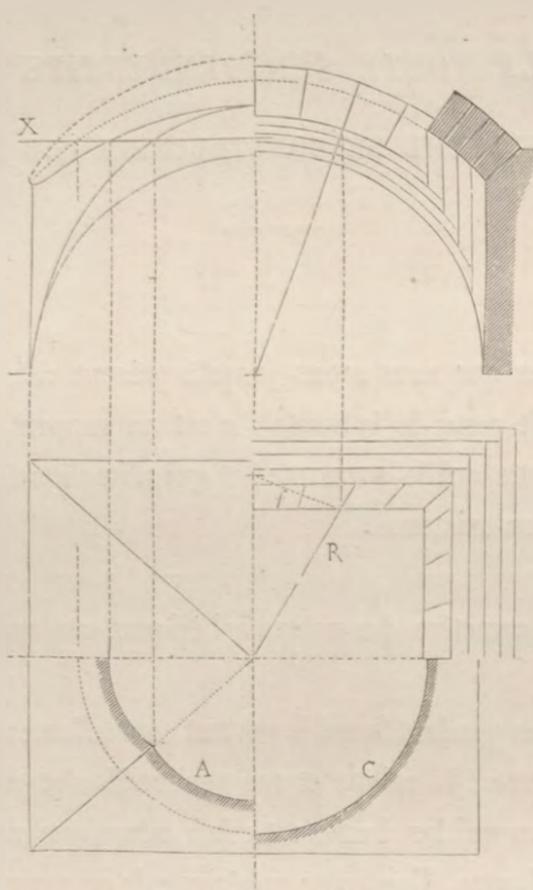


Fig. 117.

Fig. 117 bis.

Les figures 117 et 117 bis, mettant en regard la voûte sphérique et la voûte d'arête, aideront à saisir comment la transition s'opère de l'une à l'autre : à mesure que l'arc diagonal de la voûte d'arête se rapproche d'une demi-circonférence, les arêtes s'émoussent de plus en plus, et les sections horizontales passent de la forme brisée A à la forme circulaire C.

La voûte d'arête, nous l'avons vu, s'exécute sans cintre au moyen de briques et de mortier ; la voûte sphérique, figure 117 bis, se construira à l'aide des mêmes

matériaux, par les mêmes procédés; et, pour décrire dans l'espace les tranches coniques, il suffira, comme le montre la figure, d'une tige R et d'un fil *f*.

Veut-on surbaisser la voûte? La figure 118 donne à première vue la solution.

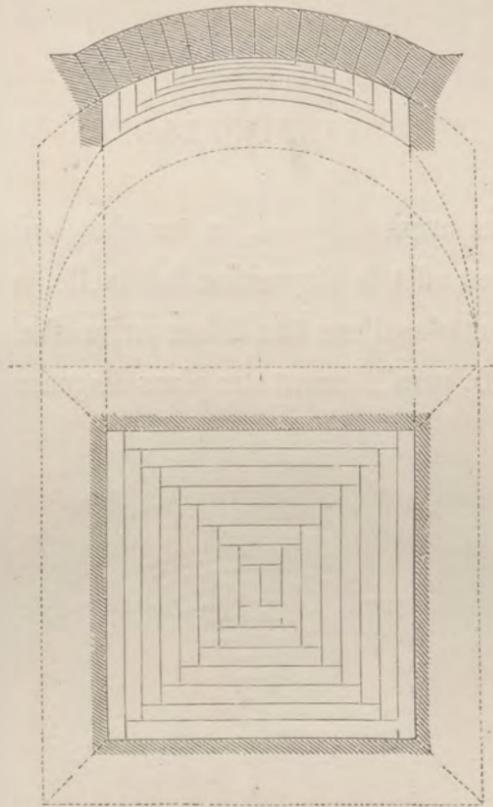


Fig. 118.

— S'agit-il de voûter sur plan barlong? on a la ressource indiquée figure 119,

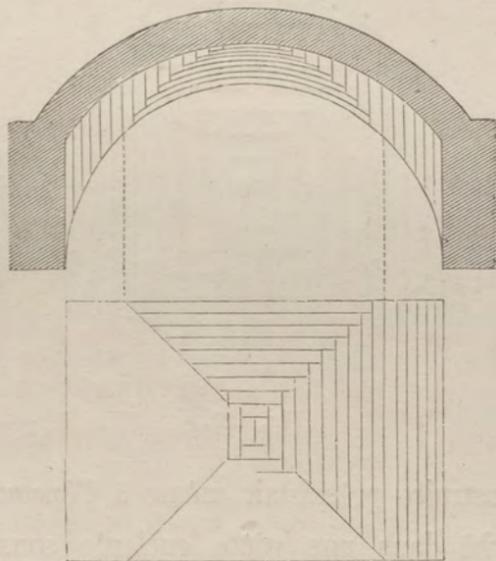


Fig. 119.

qui consiste à traiter la partie centrale en voûte surbaissée, et construire le surplus

à la manière d'un berceau rampant. Ainsi sont établies (pl. VII, 1) les voûtes sphériques faisant remplissage entre les arcs doubleaux des nefs latérales de Sainte-Irène de Constantinople. Telles sont aussi (pl. VIII, 1) les voûtes des magasins de Zographou (Athos), etc.

VARIANTES

Jusqu'à présent nous avons supposé les tranches orientées parallèlement aux plans de têtes. Telle est en effet la disposition habituelle, mais les Byzantins ne s'y astreignirent nullement; et plus d'une fois il leur arriva d'orienter les tranches, ainsi que l'indique la figure 120, parallèlement aux plans diagonaux.

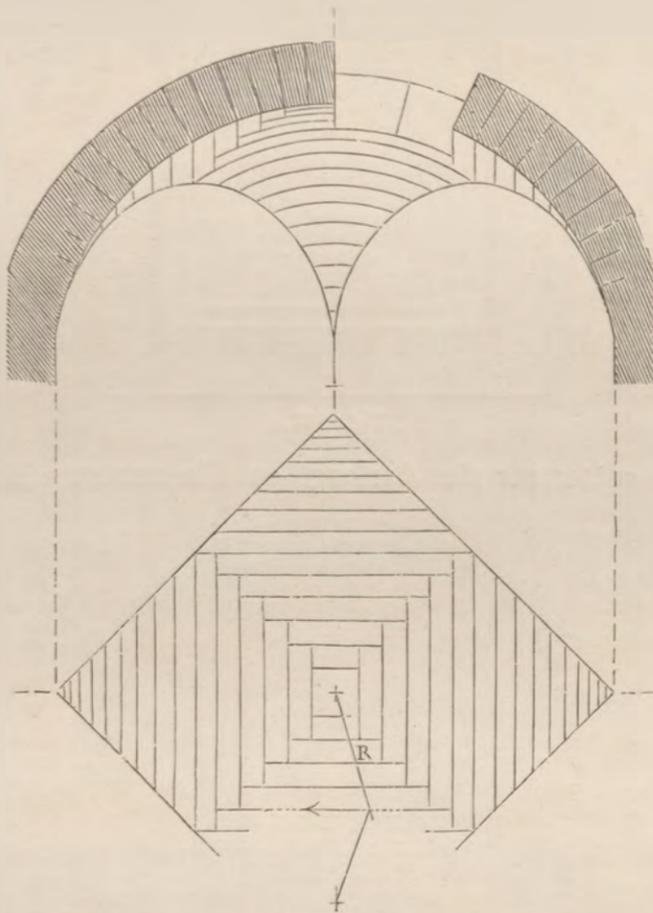


Fig. 120.

Cette façon de construire préexistait même à l'époque byzantine : on a la preuve de son antériorité dans une voûte enclavée sous les murs romains de Magnésie-du Méandre. La voûte est très surbaissée, barlongue et conforme, autant que les débris existants permettent de le vérifier, au dessin 2 de la planche XIII.

Les mortiers ont la consistance des meilleurs mortiers antiques : c'est de tout point une voûte romaine; et l'art byzantin nous apparaît dans cet exemple longtemps avant la date où l'on a coutume d'en placer l'origine.

Ainsi les voûtes sphériques établies par tranches verticales se divisent naturellement en deux grandes catégories, celle où les tranches se présentent parallèlement aux plans de têtes, et celle où les tranches sont parallèles aux plans diagonaux. Les Byzantins ne s'en tiennent pas à ces deux types fondamentaux : ils les associent l'un à l'autre en faisant alterner, ainsi que l'indique la figure 121, des tranches parallèles aux plans diagonaux avec des tranches parallèles aux têtes.

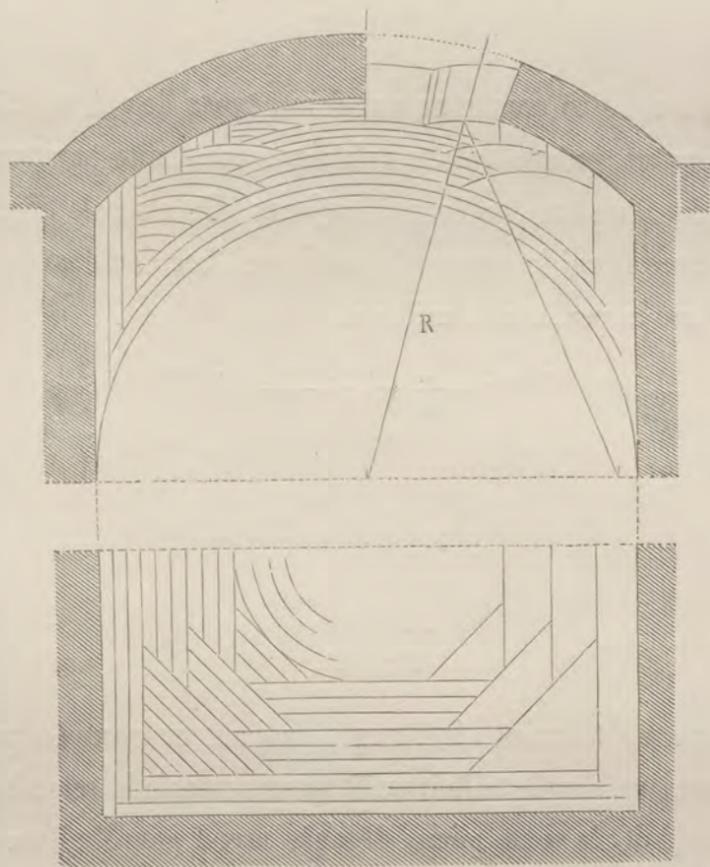


Fig. 121.

A titre d'application, je reproduis (pl. XIV, 2) la voûte de la salle du tombeau de saint Dimitri à Salonique.

— Pour épuiser la série des combinaisons qu'admettent entre eux les divers types de construction byzantine, il reste à mentionner des voûtes où la zone voisine

des têtes est seule exécutée par tranches et le reste construit par anneaux. La figure 122 explique ce parti mixte, fréquemment adopté dans les ouvrages de défense de Constantinople.

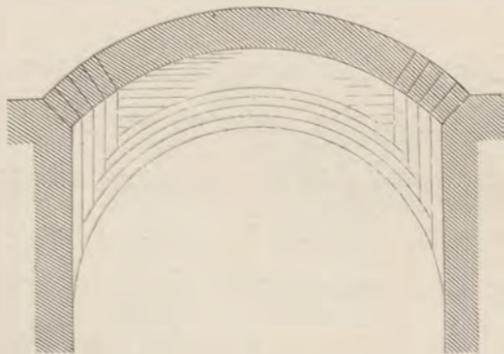


Fig. 122.

— Comme observation commune aux divers types de voûtes qui viennent d'être décrits, on remarquera qu'une calotte sphérique construite par tranches ne repose jamais sur l'extrados d'un arc doubleau : toujours elle s'accôle (fig. 123) contre la tranche TE de l'arceau qui la porte ; de sorte que l'arc doubleau se détache à peine sur l'intrados par une imperceptible saillie *s*.

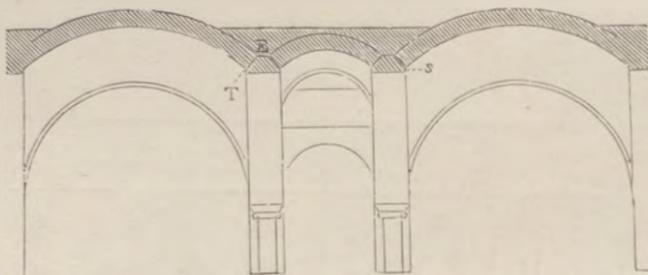


Fig. 123.

L'arc doubleau se trouvant ainsi noyé, la hauteur occupée par la voûte peut être réduite d'autant ; un simple tailloir suffit pour recevoir la retombée ; et, au point de vue de l'effet produit, la voûte mieux dégagée prend pour l'œil un singulier aspect de légèreté et de hardiesse : C'est surtout à cette particularité que les collatéraux de Sainte-Sophie doivent leur originale élégance.

CORRÉLATION ET CAS D'EMPLOI

DES TROIS TYPES DE VOUTES

VOUTE SPHÉRIQUE, VOUTE D'ARÊTE ET ARC DE CLOITRE

C'est ici le lieu de montrer l'étroit rapport que le mode de construction par tranches crée dans l'architecture byzantine entre trois sortes de voûtes en apparence profondément distinctes : la voûte d'arête, la voûte sphérique et la voûte en arc de cloître.

De la voûte sphérique à la voûte d'arête, la transition nous est déjà connue (page 100); la seule différence de l'une à l'autre réside dans la courbure de l'arc diagonal : dans la voûte d'arête, l'arc diagonal est surbaissé, dans la voûte sphérique l'arc diagonal est un plein cintre. — Continuons à faire croître la flèche de l'arc diagonal, et prenons un arc surhaussé, une ogive, par exemple (fig. 124) : l'arête, saillante dans le cas d'un arc diagonal surbaissé, s'est effacée au moment où l'arc diagonal embrassait une demi-circonférence; maintenant cette arête devient rentrante, et l'on obtient l'équivalent de la voûte en arc de cloître :

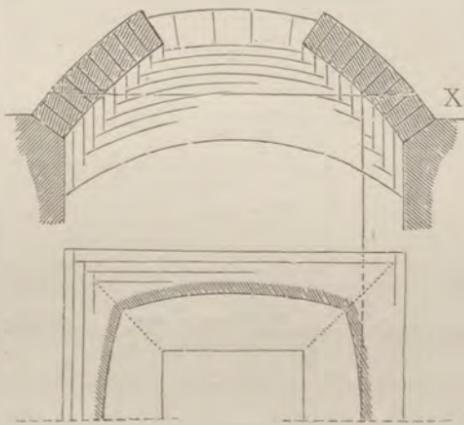


Fig. 124.

une voûte en arc de cloître dont les panneaux, au lieu d'être absolument cylindriques, présentent une légère concavité. Nous donnons, planche XII, 1, un exemple de ce nouveau genre de voûte, provenant d'une cheminée au monastère d'Iviron (Athos). Pareille disposition se retrouve au Pantocrator, etc.

Ainsi les types fondamentaux de voûtes se trouvent ramenés tous à un mode unique de génération : surbaissez l'arc diagonal de la voûte sphérique, vous obtenez la voûte d'arête ; surhaussez-le, vous avez la voûte en arc de cloître. Ce surhaussement de l'arête est d'ailleurs assez rare dans l'architecture byzantine : les deux types courants sont la voûte sphérique et la voûte d'arête ; et il est intéressant de distinguer les cas où chacun d'eux s'applique :

Puisque la voûte sphérique est une voûte d'arête parvenue à son maximum de flèche, il est clair que l'emploi de la voûte sphérique correspond au minimum de poussée : la voûte sphérique doit donc être considérée comme la solution normale, celle qu'il faut choisir toutes les fois que la hauteur disponible le permet ; la voûte d'arête, qui a moins d'élévation et plus de poussée, n'est guère qu'un pis-aller, admissible seulement lorsque la hauteur fait défaut.

Les Byzantins l'entendent bien ainsi ; et l'une des plus frappantes vérifications de cet aperçu théorique se trouve dans la distribution même des deux sortes de voûtes entre les deux étages des collatéraux de Sainte-Sophie (pl. XXV et croquis fig. 125).

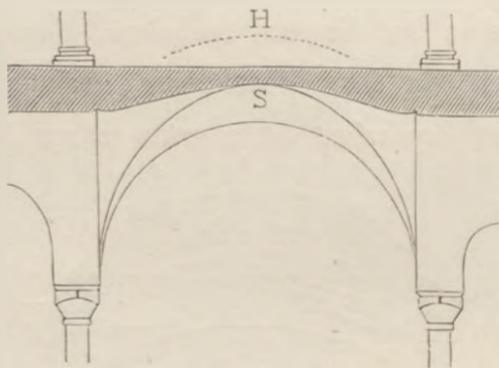


Fig. 125.

A l'étage inférieur (fig. 125), la hauteur devait être ménagée : car tout relèvement SH du sommet S se serait traduit par une surélévation correspondante dans l'ensemble entier de l'édifice. Au contraire, pour la voûte de l'étage supérieur, l'espace libre était indéfini, on n'avait que le ciel pour limite.

D'après cela, le parti à prendre était tout indiqué : il fallait abaisser le plus possible le sommet des galeries inférieures en adoptant pour elles le type de la voûte d'arête ; et, pour les voûtes de l'étage supérieur, rien ne s'opposait à l'emploi de la coupole. Ainsi se répartissent en effet les voûtes entre les deux étages : voûtes d'arête à l'étage inférieur ; à l'étage supérieur, voûtes sphériques.

Cette distinction n'est pas spéciale à Sainte-Sophie : les narthex hauts des églises de Salonique et de l'Athos sont voûtés en coupes ; du reste la règle est par elle-même trop indiquée pour qu'il paraisse utile de multiplier les exemples.

On peut même aller plus loin et, au seul aspect d'un plan byzantin, reconnaître si la voûte repose sur des pendentifs proprement dits ou sur des trompes du genre de celles qui ont fait l'objet du chapitre VI. Une voûte sur pendentifs concentre sa poussée sur ses quatre angles, une voûte sur trompes la partage entre huit points de son pourtour : tout se réduit donc à compter le nombre des points d'appui.

Prenons un exemple (fig. 126 : église de Daphni).

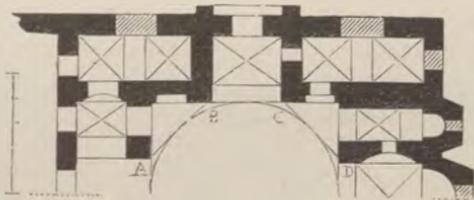


Fig. 126.

Ce plan présente huit points résistants A, B, C, ... : donc il suppose une voûte octogone portée sur des trompes d'angle. Sainte-Sophie au contraire n'offre d'autres massifs résistants que ses quatre gros piliers : son dôme ne saurait avoir d'autre support qu'un système de quatre pendentifs. Et, quel que soit le plan byzantin qu'on envisage, en se plaçant dans l'ordre d'idées qui vient d'être indiqué, on n'éprouvera, je crois, aucune hésitation pour lire dans ce seul plan le système entier des voûtes.

CHAPITRE IX

LES TASSEMENTS

VOUTES EN DÉCHARGE ET MAÇONNERIES DÉLIAISONNÉES

Lorsqu'une maçonnerie est soumise dans ses diverses parties à des pressions très différentes, elle se comprime inégalement d'un point à l'autre et risque de se fissurer. Plaçons-nous (fig. 127) dans le cas le plus simple, celui d'une voûte

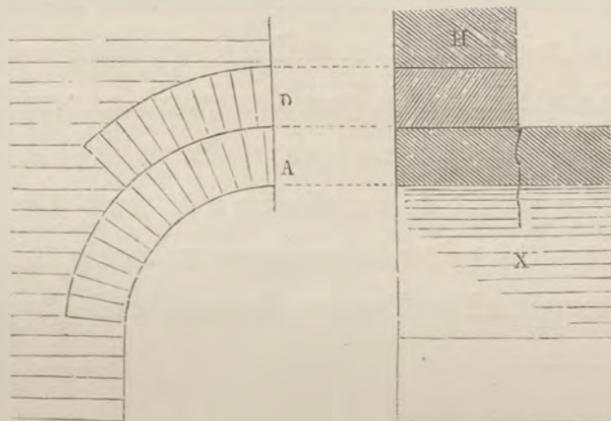


Fig. 127.

surmontée d'un mur de tête. Le poids de ce mur H détermine une surcharge locale dont l'effet ou tout au moins la tendance sera de séparer la tête du corps de la voûte par une lézarde X.

Pour prévenir ce danger, on a coutume de doubler la tête de la voûte par un arc en décharge D; et l'établissement de cet arc donne lieu chez les Grecs byzan-

tins à des artifices de construction où perce cet esprit d'analyse qu'ils apportent aux moindres détails de l'art de bâtir.

L'arc de décharge, ils ont soin de l'exécuter en matériaux plus épais que ceux de la voûte même. Voici (fig. 128 et 129) deux exemples qui témoignent clairement de cette attention :

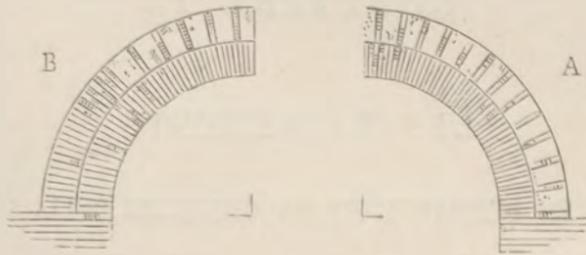


Fig. 128.

Fig. 129.

Tandis que le corps de la voûte est en briques, l'arceau de décharge est presque tout entier en moellon. Les matériaux ne sauraient être mis plus judicieusement à leur place : grâce à cette différence de constitution, l'arc enveloppant contient moins de mortier que la voûte intérieure, par suite il est moins compressible et reçoit la surcharge au lieu de la transmettre. La plupart des voûtes de Spalatro qui jouent le rôle de décharge sont combinées avec cette ingénieuse recherche.

Procéder ainsi, c'était s'assurer les meilleures garanties contre les effets d'écrasement qui se produisirent lors de la pose des grands arcs nord et sud de Sainte-Sophie. On sait¹ que ces arceaux en prenant charge broyèrent sous leur poids le tympan à jour qui leur servait de remplissage : de semblables effets se manifesteraient infailliblement si l'on prétendait soulager un arc en briques en le doublant d'un arc également compressible ; l'arc enveloppant aurait l'apparence mais non le rôle effectif d'une décharge.

Veut-on éviter ce mode de construction mixte, et bâtir à l'aide des mêmes matériaux l'arc de décharge et l'arc qui l'enveloppe ? la solution sera de donner à la décharge un profil en arc de cercle (fig. 127, arc D). Cet arc D, butant par ses deux extrémités contre des lits horizontaux de maçonnerie, ne peut évidemment subir que des déformations insignifiantes et supporte à lui seul la majeure partie des pressions. Ainsi sont établies les décharges des salles-annexes de la

¹ Procop. de ædif. 4, 1. Ed. Paris., p. 9.

Basilique de Pergame; et, à l'époque byzantine, cette disposition trouve une foule d'applications : l'église des Sept dormeurs d'Ephèse (pl. III, 2); Saint-Dimitri et l'Eski-Djouma de Salonique, etc.; enfin Saint-Marc de Venise, où les grands arceaux plein cintre de la nef sont surmontés de décharges en arc de cercle dont voici le tracé :

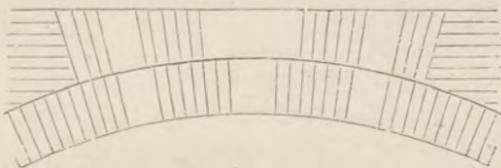


Fig. 130.

— Souvent même les Byzantins, peu confiants dans l'efficacité des décharges, renoncent à ménager une liaison quelle qu'elle soit entre le corps d'une voûte et l'arc de tête qui le termine. Et dans ce cas la séparation est si absolue que l'arc de tête et le corps de la voûte ne sont presque jamais concentriques; la voûte est habituellement plus mince, et l'on profite de sa moindre épaisseur pour la surhausser davantage : de sorte que l'arc de tête T, noyé dans la région des naissances, se dégage peu à peu à mesure qu'il s'élève (fig. 131).

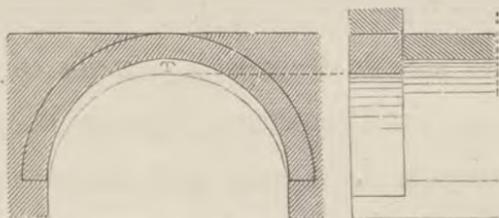


Fig. 131.

Au monument de Placidie (pl. XVII, 1), les arcs qui terminent les nefs et portent la lanterne présentent d'assez curieux exemples de cette discordance.

D'une manière générale on peut dire que les Byzantins s'attachent à ménager la plus grande indépendance entre les maçonneries inégalement chargées. Philon de Byzance pose à cet égard une règle qui, pour être spéciale aux constructions militaires, n'en implique pas moins une méthode; et cette règle, il la formule comme il suit¹ :

« Il ne faut pas, dit-il, relier les tours aux courtines, car le poids des constructions n'étant pas le même de part et d'autre, il résulterait de leur liaison des

¹ Phil. byz. § IX.

lézardes. » Philon de Byzance fit autorité pendant tout le moyen âge; son traité de fortification fut réédité par ordre exprès de l'empereur Constantin Porphyrogénète; et le principe qu'il pose ici, j'en ai pu reconnaître plus d'une fois l'application :

Les grosses tours de Constantinople, celles de Nicée, de Koutahia etc., ne font corps que très exceptionnellement avec les courtines : elles leur sont adossées sans la moindre liaison (fig. 132).

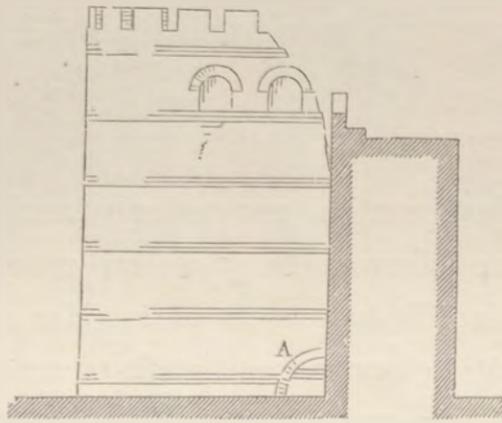


Fig. 132.

Pour rendre l'indépendance plus complète, les ingénieurs de Constantinople vont jusqu'à ménager des arcs de décharge A (remplis après coup) qui empêchent le poids des tours de peser sur l'emplacement des fondations de la courtine : tours et courtine, chaque ouvrage a de la sorte sa fondation à part et tasse isolément. Sans doute il y aurait exagération à vouloir ramener à cette seule considération des tassements tous les déliaisonnements qui s'observent entre les murs et les tours : plus d'une fois les Byzantins ont dû improviser sous la menace de l'ennemi des murailles de défense continues qu'ils renforçaient après coup en les flanquant de tours. Quoi qu'il en soit — et c'est la seule chose qui nous importe ici — l'indépendance entre les maçonneries inégalement chargées est une idée byzantine, et bien autrement générale que l'application militaire à laquelle le texte de Philon la restreint. Lorsqu'un pied-droit reçoit la retombée d'une grande voûte, comme ce pied-droit est plus lourdement chargé que les murs de simple remplissage, il ne se relie point avec eux. Cela se vérifie dans les ruines de Sardes, à l'église de la Trinité d'Éphèse, à la basilique de Philadelphie (pl. XVI). Les pieds-droits des voûtes sont ordinairement exécutés en pierre de taille et le corps des murs en brique : mais jamais une amorce, une harpe ne relie la brique à la pierre ; et l'indépendance

est si complète, que les murs ont pu s'écrouler sans laisser sur les piles la moindre trace de leur existence. Je n'ai pas eu l'occasion d'observer la structure des piles qui supportent le dôme de Sainte-Sophie : on sait du moins par Paul le Siléntaire¹ qu'elles sont bâties en grandes pierres, tandis que le reste de la construction est en brique; et, si l'on en juge par les relevés de Salzenberg, les piles de Sainte-Sophie, non plus que celles des édifices de Sardes, ne se rattachent aux remplissages par aucune liaison.

¹ Paul. Siléntiar. II, v. 45. Cf. Procop. de Ædif. I, 1.

CHAPITRE X

LES CHAINAGES

Dans la question toujours délicate d'assurer l'équilibre des édifices voûtés, les Byzantins avaient à tenir compte d'une circonstance qu'il nous est heureusement permis de négliger, je veux parler des commotions souterraines auxquelles le sol de l'Orient est exposé sans cesse. Les chroniques du bas Empire contiennent à chaque page la mention d'édifices renversés par les tremblements de terre. Sous un seul règne, celui de Justinien, Antioche s'écroule, puis Béryte, Nicomédie; les édifices de Constantinople sont atteints à leur tour : et l'on en vient à se demander, en face des désastres qui se renouvellent sans cesse, si le mode de construction approprié à ces climats n'eût pas dû reposer sur l'emploi de charpentes légères au lieu de ces lourdes voûtes qui menacent, à la moindre secousse, de se rompre et de s'effondrer. — Il n'en est rien. J'ai pu visiter, quelques mois après un de ces terribles ébranlements du sol, une ville d'Asie mineure en ruine, Echekli; et j'observai, à mon vif étonnement, que les mosquées à coupes se dressaient presque intactes au milieu des décombres. Leur conservation tenait à la structure même de leurs voûtes : ces voûtes n'étaient pas seulement maintenues par de vigoureux massifs de butée, elles étaient pour ainsi dire cerclées par un chaînage en pièces de charpente contre lequel les trépidations ne pouvaient rien. C'est un usage vieux comme les civilisations asiatiques de chaîner ainsi les voûtes et les murailles elles-mêmes; la tradition s'en est conservée dans l'Asie mineure et la Grèce; et, pour me borner aux exemples byzantins, il est peu d'édifices du bas Empire qui ne soient ainsi consolidés dans toutes leurs parties par des cadres

en charpente plus ou moins apparents, habituellement noyés dans l'épaisseur de leurs massifs.

Indépendamment des garanties qu'ils offraient contre les commotions du sol, ces chainages avaient pendant l'exécution des travaux une utilité très réelle : ils prévenaient, dans les maçonneries encore fraîches, les déformations accidentelles qui en auraient altéré la régularité et peut-être compromis la durée ; à la rigueur ils auraient pu momentanément tenir lieu de contre-forts.

Mais les Byzantins étaient trop sages constructeurs pour subordonner la stabilité de leurs voûtes à ces renforts artificiels dont la durée est essentiellement restreinte et dont l'entretien est impossible. Ils savaient que le bois privé d'air s'échauffe vite et pourrit : aussi le chaînage n'était à leurs yeux qu'une mesure de prudence ; et, pour en résumer le rôle avant d'en étudier le détail, on peut dire qu'ils ne comptaient sur le secours du chaînage que dans deux cas : pendant la période des tassements et lors des secousses accidentelles du sol. Aux efforts permanents ils opposaient, nous le verrons, un système de butée combiné tout comme si les tirants n'avaient point existé.

— Le principe posé, examinons comment il fut mis en œuvre : nous passerons tour à tour en revue les chainages des murs ou pieds-droits, ceux des arcades, et enfin ceux des salles ou galeries voûtées.

I. — CHAINAGE DES MURS

Au second siècle avant notre ère, Philon de Byzance écrivait, à propos des murs de fortification¹ : « Il faut noyer longitudinalement, dans les maçonneries des courtines et des tours, des poutres de chêne assemblées bout à bout. Ces chainages, espacés verticalement de quatre coudées (1^m,85), sont destinés à localiser l'effet des projectiles de l'ennemi sur le mur et à faciliter les réparations. »

Vitruve, à son tour, mentionne les traverses ou parpaings de bois comme en usage dans les constructions des Romains ; et, au vi^e siècle, Procope en signale la présence dans les ouvrages militaires de la Perse.

Dans les murs byzantins, des longrines et des traverses s'associent habituellement de manière à former de véritables grillages (fig. 133 A).

¹ Phil. byz. § III, 3 : Revue de philol. 1879, p. 118. — De Rochas, Principes de la fortif. antique p. 36. — Cf. Vitr. I, 3. — Procop. de bell. pers. II, p. 26 ed. paris. ; p. 153 ed. bonn.

A Constantinople, dans un pan des murs de l'enceinte situé au quartier de Balata, la répartition des pièces de bois est la suivante (fig. 133, A) :

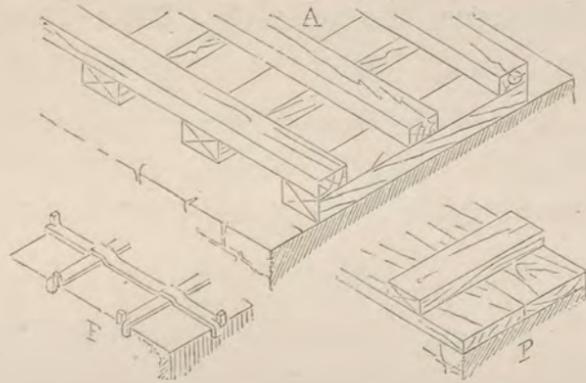


Fig. 133.

Les madriers formant grillage, tous posés sur leur plat, sont espacés moyennement de 0^m,45 d'axe en axe. Les longrines mesurent 0^m,14 sur 0^m,08 et les traverses 0^m,18 sur 0^m,10. La distance verticale d'un grillage à l'autre est en chiffre rond de 1^m,50.

Il est même arrivé aux Byzantins de substituer aux grillages A, des plates-formes continues P, faites de planches jointives. Cette substitution, fréquente à l'Athos et dans les édifices byzantins d'Athènes, avait ses avantages : car un mur ainsi coupé transversalement par des arases en planche résistera mieux qu'un mur où tout est maçonnerie, soit aux causes de déformation par tassement, soit aux brusques secousses du sol ; malheureusement ces plates-formes minces étaient trop peu durables.

Quant aux chainages en fer, ils n'existent à ma connaissance que dans les constructions d'appareil. J'ai vu employer à l'Athos le fer sous forme de bandes F intercalées entre les lits, et terminées en queue de carpe : ce procédé, que les moines tenaient sans nul doute d'une tradition byzantine, offre sur le système des scellements l'avantage bien évident de ne point faire éclater les pierres.

II. — CHAINAGE DES VOUTES

La plupart des arcades byzantines sont maintenues par des entrants qui annulent les poussées et s'opposent aux effets de gauchissement. Quelquefois ces entrants sont en fer (nef de Sainte-Sophie, pl. XXV) : habituellement ils consistent en de simples tirants de bois, ancrés dans les maçonneries à la rencontre de chaque pile.

Il existe des arcades à l'Athos qui sont chaînées à deux et même à trois niveaux différents : dans ce dernier cas, le tirant supérieur est situé non dans le plan des naissances, mais à la hauteur des reins (fig. 134 : exemple du monastère d'Esphigménou).

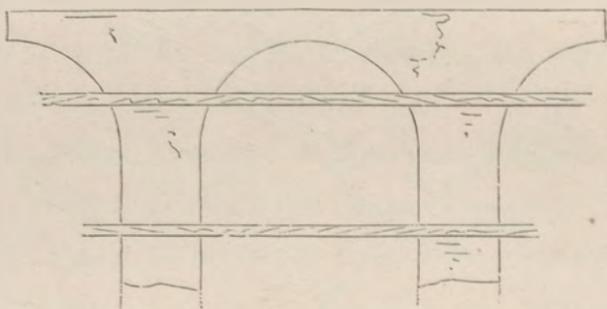


Fig. 134.

On trouve même à la place d'entrants isolés, des plates-formes continues qui offrent une rigidité plus assurée : l'exemple figure 135 provient de Saint-Dimitri de Salonique.

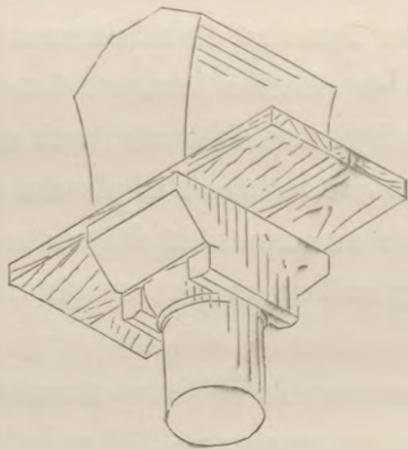


Fig. 135.

— Pour une voûte en berceau (fig. 136) le chaînage consiste en une série de longrines noyées dans les reins, et reliées transversalement par des tirants plus ou moins espacés. Une voûte ainsi chaînée jouit de la propriété fort remarquable, de n'exercer aucune poussée le long de ses pieds-droits. La poussée qui se développe aux divers points est transmise par les longrines aux tirants, et les tirants la détruisent : combinaison ingénieuse, qui localise les efforts continus du berceau et permet de les combattre par des résistances isolées.

— Ces résistances isolées, au lieu d'être fournies par des pièces de bois faisant office de tirants, peuvent être obtenues à l'aide de contre-forts en maçonnerie.

Souvent même les tirants et les contre-forts sont à la fois employés : c'est le cas de la figure 136 (ruine aux abords de Brousse).

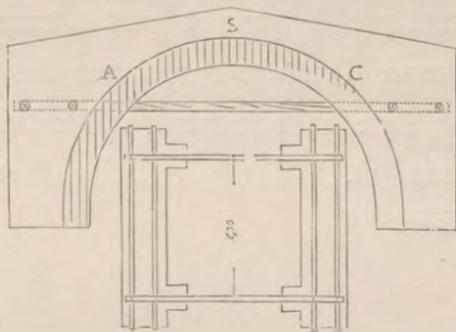


Fig. 136.

— Dans les voûtes d'arête ou les voûtes sphériques sur pendentifs, le chaînage consiste en un système de tirants disposés conformément au plan figure 137.

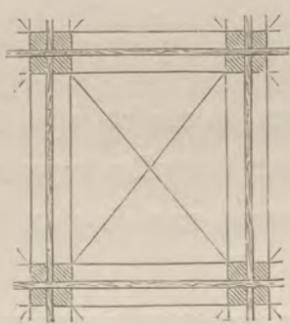


Fig. 137.

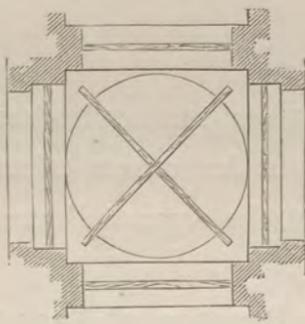


Fig. 138.

Ces tirants assemblés à mi-bois constituent au niveau des naissances ou mieux encore à la hauteur des reins, un cadre inextensible contre lequel les poussées viennent s'amortir.

Les planches ci-jointes contiennent de nombreux exemples de ce chaînage :

La planche XIII, 1 (citerne Yerè-batan-serai, à Constantinople) montre en guise de tirants des cours de bois en grume directement appuyés sur les tailloirs des colonnes : de ces bois, il ne reste aujourd'hui que les empreintes.

A la basilique de Philadelphie (pl. XVI, 1), les entrails, formant cadre au niveau des naissances, étaient des poutres de 0^m,35 à 0^m,40 d'équarrissage. Et, par surcroît de précaution, des tirants diagonaux (fig. 138) reliaient les pendentifs deux à deux et s'opposaient à leur déformation : on distingue dans les dernières assises des pendentifs le vide laissé par ces pièces diagonales qui allaient s'ancrer dans la profondeur des maçonneries.

A la citerne de Nicomédie (pl. XVII, 2), les empreintes des bois qui ont depuis longtemps disparu accusent, indépendamment des pièces de chaînage, des entretoises qui ne pénètrent pas de part en part à travers les massifs, et dont l'unique fonction fut de servir d'entraits aux cintres des arcs doubleaux.

Des entrants de même sorte se retrouvent à Constantinople dans la citerne dite des Mille et une colonnes (pl. XIII, 3); et là ils affectent un aspect particulier que la figure 139 fera saisir.

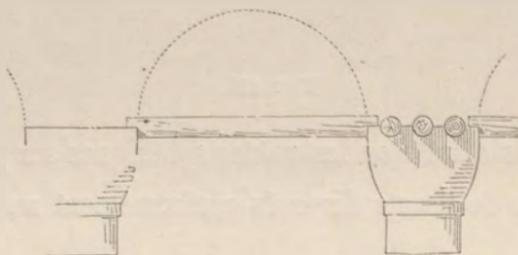


Fig. 139.

Ils s'appuient à mi-bois sur les sommiers, et rendent ainsi tout à fait impossible le déversement des minces colonnes sur lesquelles reposent les voûtes de la citerne : ce sont des organes d'entretoisement, rien de plus.

— Quand les Byzantins ont à construire une coupole sur tambour, ils la chaînent de la manière indiquée planche XX, 2, à l'aide de madriers formant un polygone dont les côtés s'assemblent à mi-bois.

Ces madriers traversent les fenêtres du tambour, et quelquefois une même fenêtre est coupée à des niveaux différents par deux et jusqu'à trois couronnes de chaînage (coupoles de l'Athos).

— Lorsqu'il s'agit de ménager des baies dans un mur, bien loin de détourner du vide les longrines faisant chaînage, les Byzantins ont grand soin de les faire passer au milieu même des ouvertures; et, si encombrantes soient-elles, ces pièces de bois restent en place jusqu'au moment où les maçonneries auront définitivement pris charge. Il est peu de monuments byzantins où l'architecte n'ait établi à dessein des longrines à travers les fenêtres, à travers les portes, partout où il apercevait une lacune dans les massifs : et cela en vue d'éviter les inégalités de tassement que des vides eussent entraînées.

La tour byzantine de la place Saint-Marc de Venise nous offre à cet égard un

très curieux exemple. Tant qu'ont duré les travaux, toutes les arcatures, toutes les décharges qui élégissaient le mur d'échiffre furent ainsi barrées par des pièces de chaînage; l'escalier lui-même demeura sur plus d'un point intercepté par ces bois, qui n'ont été sciés qu'après coup, et là seulement où leur présence eût fait obstacle au passage.

Au reste les Byzantins établissent une distinction très nette entre les pièces de chaînage destinées à jouer un rôle permanent et celles dont la fonction, purement transitoire, se réduit à parer, durant la période des travaux, à des effets accidentels de poussée ou de tassement. Nulle part cette distinction n'est plus marquée que dans l'aspect même des pièces qui constituaient le chaînage primitif des nefs de Sainte-Sophie: la plupart de ces pièces, à peine équarries, n'avaient dans la pensée de l'architecte qu'un rôle provisoire et ont été, en effet, recepées à fleur des parements; les autres, sculptées sur toute leur surface, étaient évidemment faites pour durer et se sont conservées jusqu'à nous.

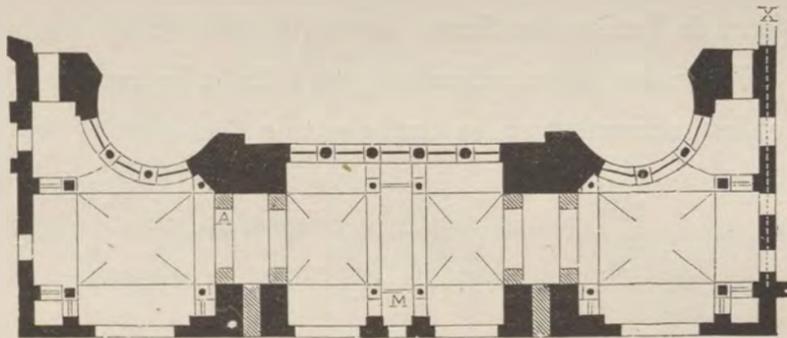


Fig. 140.

J'indique au plan figure 140 la place de ces entrails sculptés; et voici, en coupe verticale, dans quelles conditions ils se présentent:

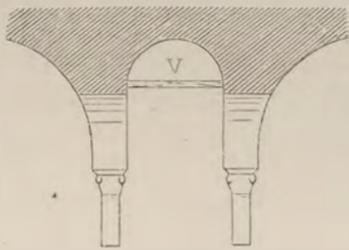


Fig. 141.

Tous correspondent à des arceaux étroits tels que V soumis à l'étreinte de grandes voûtes jumelles qui les resserrent à droite et à gauche entre leurs reins:

leur rôle est d'empêcher ces grandes voûtes de se rapprocher en écrasant l'arcadeau V; l'effort qu'ils subissent est donc une compression : ce sont des entretoises, des étrépillons, rien de plus.

Ces étrépillons seuls, l'architecte entendait les conserver : tous les tirants proprement dits, ou en d'autres termes toutes les pièces travaillant à l'extension, il les fit disparaître; et la suppression fut désastreuse. Les poussées, jusque-là contenues, déformèrent en tous sens les maçonneries encore fraîches : si bien qu'il fallut en toute hâte remplacer les tirants reçepés par des barres de fer, péniblement amarrées. La chute des voûtes fut conjurée; et il resta du moins de cet essai malheureux une leçon de prudence dont les architectes des siècles suivants surent profiter. Rarement se risquèrent-ils à construire un édifice dont les voûtes ne fussent maintenues par des tirants non dissimulés. C'est à peine si dans tout l'Athos on peut citer une église ou deux où ces accessoires fassent défaut; et il n'est pas rare d'en trouver qui, par un excès contraire, soient sillonnées d'un double ou triple réseau de tirants échelonnés à des niveaux divers.

A Saint-Marc de Venise, les tirants sont en fer; les barres qui les composent s'assemblent à l'aide des joints indiqués figure 142; et les rangées d'arcades qui bordent la nef les soutiennent et les empêchent de fléchir.

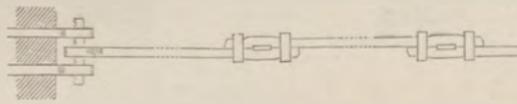


Fig. 142.

Enfin, vers l'époque de l'invasion ottomane, l'usage du fer devient pour ainsi dire général : c'est à l'aide de chainages de fer, toujours très apparents, que les architectes grecs maintiennent les voûtes des grandes mosquées de Constantinople, qui sont à vrai dire les derniers monuments de l'art byzantin.

CHAPITRE XI

LES CONTRE-FORTS

ET LE GROUPEMENT DES VOUTES

Supposons en premier lieu une coupole portée sur un tambour circulaire ou polygonal : le tambour, s'il présente une épaisseur suffisante, annulera les poussées ; et le moyen d'accroître l'épaisseur de ce support sans en exagérer la masse, sera de l'évider intérieurement. C'est le parti adopté au Panthéon de Rome ; c'est, parmi les monuments de l'Orient, la solution représentée par Saint-Georges de Salonique et par l'église justinienne du mont Garizim. Dans ces exemples aussi bien qu'au Panthéon lui-même, les chambres d'évidement sont en communication directe avec la rotonde¹ : moyennant quoi l'on bénéficie au profit des services intérieurs de tout l'espace qu'elles occupent.

Au reste, lorsque le plan est polygonal, ce système d'évidements n'exclut point les contre-forts d'angle : la rotonde de Minerva medica nous offre les deux modes de butée employés à la fois, et leur association se retrouve à Constantinople dans la base octogone qui porte le dôme de Saint-Serge. Saint-Serge et Minerva medica sont d'ailleurs deux monuments de même famille ; et la planche XXII les mettant en parallèle fera saisir la parfaite analogie de conception qui les rapproche. Comparez les deux édifices : examinez la façon dont les contre-forts s'ajustent, la retraite ménagée à mi-hauteur de la construction ; le passage de huit pans à seize ; et jusqu'à ces niches d'élégissement qui s'intercalent entre les pieds-droits, tout semble calqué de l'un des plans sur l'autre.

¹ La rotonde de Saint-Georges de Salonique est représentée planche XXIII, 1 ; et l'on trouvera le plan très exact de l'église du Garizim dans le Voyage de M. de Saulcy à la mer Morte et dans les terres bibliques.

Au temple de Minerva medica, les dépendances autrefois groupées autour du dôme¹ ont disparu ; à Saint-Serge ces annexes subsistent : elles se circonscrivent dans un périmètre rectangulaire dont les murs, reliés au tambour par des arcs-boutants, concourent par leur masse à la butée de la coupole ; et il est à remarquer que pas un contre-fort, pas un massif de butée ne fait saillie hors du pourtour rectangulaire des murs qui ferment l'édifice.

Cette dernière observation a sa généralité et, dans la théorie de l'art byzantin, elle a son importance.

On peut en effet agencer les contre-forts de deux façons très distinctes que je résume par deux figures comparatives :

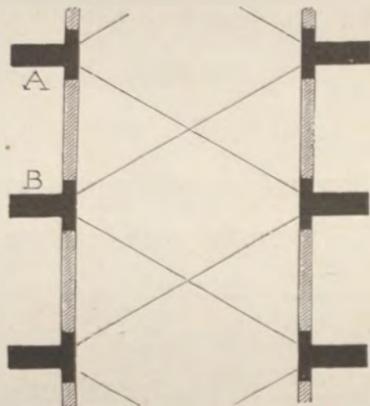


Fig. 143.

Dans l'une (fig. 143) on rejette au dehors de la salle à voûter ces gènants auxiliaires ;

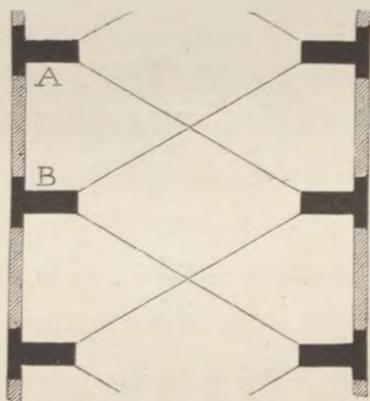


Fig. 144.

Dans l'autre au contraire (fig. 144) on place les contre-forts, les massifs de butée à l'intérieur même de la salle.

¹ Palladio, édit. de Venise, lib. IV, p. 40.

La première solution est celle de l'architecture occidentale du moyen âge, l'autre celle des architectures romaine et byzantine.

Chacune d'elles a ses inconvénients et ses avantages. Si l'on fait choix de la première, on sacrifie tout l'espace AB compris entre deux contre-forts; si l'on s'arrête à la seconde, on agrandit la surface couverte de toute cette étendue AB: la première donne un vaisseau plus restreint, mais plus dégagé et plus libre; l'autre élargit le vaisseau, mais l'obstrue. Entre une perte de place et un léger encombrement intérieur, il fallait opter: et les Byzantins, fidèles aux traditions du haut Empire, se rangèrent au second parti. Ils ne laissèrent au pourtour de leurs édifices aucun de ces renforts, aucune de ces saillies dont les Occidentaux profitent pour donner aux façades le relief et le mouvement: de sorte que dans leurs monuments il ne reste, au-dessous des voûtes qui se découpent sur le ciel, que de grands murs droits et nus, d'une sévérité d'aspect étrange. Saint-Vital de Ravenne est une des rares constructions byzantines où les murs soient flanqués de contre-forts: c'est une véritable exception; bornons-nous à la noter, et précisons la règle par quelques applications.

Prenons le cas d'une rangée d'arcades sur colonnes: il faut, à l'extrémité de la colonnade, un massif pour arrêter l'effort des poussées.

Ce massif, le placera-t-on extérieurement (fig. 145)?

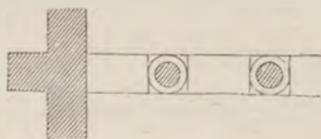


Fig. 145.

Ou bien (fig. 146) le reportera-t-on en A?

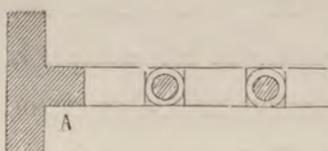


Fig. 146.

Les architectes français du moyen âge n'auraient point hésité à le placer extérieurement; les Byzantins lui assignaient la position intérieure A. Ainsi firent-ils dans tous leurs édifices en forme de basilique: à Saint-Jean de Constantinople (Imrahor-djami-si); à l'Eski-djouma de Salonique. A Saint-Dimitri l'on voit,

indépendamment des contre-forts intérieurs, de gros massifs qui interrompent la file d'arcades et jouent le rôle des piles-culées de nos grands ponts.

— Pour les voûtes en berceau, on se rappelle (page 119) la pratique de les consolider par des nervures retombant sur des piliers qui remplissent, à l'intérieur même de la galerie, l'office de contre-forts.

— Enfin, pour le cas des voûtes sphériques ou bien des voûtes d'arête, les deux figures suivantes montrent comment l'idée de contre-forts intérieurs se réalise :

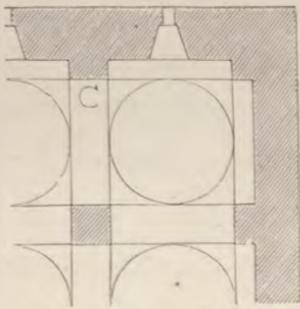


Fig. 147.

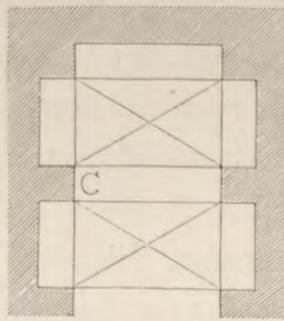


Fig. 148.

Il est peu de couvents à l'Athos qui ne possèdent des magasins voûtés établis sur cette donnée : la face externe des murs est entièrement plane ; les surépaisseurs C faisant contre-forts sont toutes reportées au dedans. La figure 147 provient du monastère de Zographou et la figure 148 des fortifications de Constantinople. La basilique de Philadelphie, la vieille mosquée d'Andrinople, etc., sont conçues exactement selon cet esprit.

Il y a même excès chez les Byzantins dans l'application de ce principe. Ainsi lorsqu'ils veulent donner de l'empatement à un mur, c'est rarement sur les deux faces qu'il font porter les retraites : le parement extérieur, ils le dressent vertical ; et toutes les retraites, ils les échelonnent sur la face intérieure. Les grands tympans de Sainte-Sophie de Constantinople (pl. XXV) nous offrent une très frappante application de cette remarque. On peut rapprocher de cet exemple la retraite que présentent à mi-hauteur les piles du dôme de Sainte-Sophie de Salonique (pl. XXIII, 2). — Mais revenons à la question des contre-forts.

D'une manière générale, l'emploi de massifs ayant exclusivement pour rôle de faire obstacle à la poussée des voûtes, semblait aux Byzantins un procédé misérable et presque barbare ; c'était d'ailleurs un moyen mal approprié à la nature spéciale d'efforts que développent leurs voûtes, et ceci nous conduit à analyser de plus près ces efforts :

Un des caractères essentiels des voûtes byzantines, celui peut-être qui les distingue le plus nettement des voûtes occidentales qui leur sont contemporaines, c'est d'exercer des poussées diffuses sur tout le périmètre de l'espace qu'elles abritent.

— Soit (fig. 149) une voûte occidentale sur nervures : le poids des quatre panneaux indépendants qui la constituent repose sur les arcs diagonaux, et ceux-ci transforment les pesanteurs en poussées dirigées vers les quatre angles A, B, C, D : de sorte qu'il suffit de renforcer ces quatre angles par des masses de butée. Le mur de tête n'intervient point dans l'équilibre, et le plus ordinairement une simple claire-voie de vitrage le remplace.

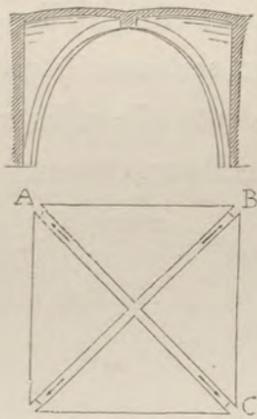


Fig. 149.

Dans la construction byzantine (fig. 150) les choses se passent tout autrement¹ :

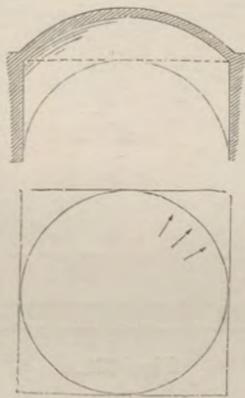


Fig. 150.

La voûte n'est plus divisée en panneaux sur nervures, c'est une coque de maçonnerie continue et essentiellement surhaussée qui, en prenant charge, exerce sur tout son pourtour des poussées dans les sens indiqués sur notre croquis par des flèches divergentes : la voûte tend à crever les parois qui l'encadrent ; il ne suffit donc

¹ Nous empruntons cette distinction à M. de Dartein : Architecture lombarde, 2^e partie p. 136.

plus de la contrebuter en ses quatre angles, il la faut maintenir sur tout son périmètre. Et les Byzantins réalisent cette condition de la manière la plus heureuse par le groupement mutuel des diverses parties de leurs constructions. Leur constante pensée est de chercher des associations de voûtes où les efforts s'entre-détruisent; et les combinaisons qu'ils pratiquent, toutes fondées sur le besoin d'opposer une résistance continue à la poussée diffuse de leurs voûtes, peuvent se ramener à deux types :

1° Association de voûtes à pendentifs et de berceaux.

C'est la combinaison de la figure 151 : Au lieu de jeter une coupole unique sur tout l'espace à voûter, on a couvert seulement la partie centrale par une coupole M; et des berceaux F, F, interposés entre elle et les murs du pourtour, reçoivent les efforts rayonnants qu'elle exerce, et les amortissent. — Telle est la première solution.

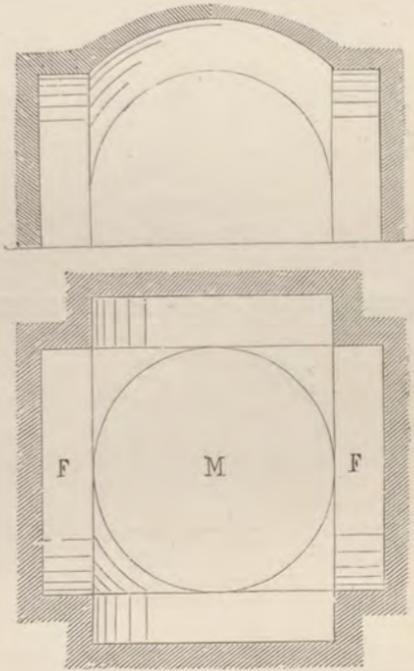


Fig. 151.

2° Association de voûtes à pendentifs et de niches de butée.

L'autre sorte d'association est celle d'une voûte à pendentifs M avec des voûtes en cul-de-four D, D :

La figure 152, qui traduit cette idée, dispense, je crois, d'entrer dans aucun détail. Les culs-de-four tels que D forment évidemment, pour une calotte sphérique

sur plan carré, les organes de butée les plus puissants et les mieux appropriés.

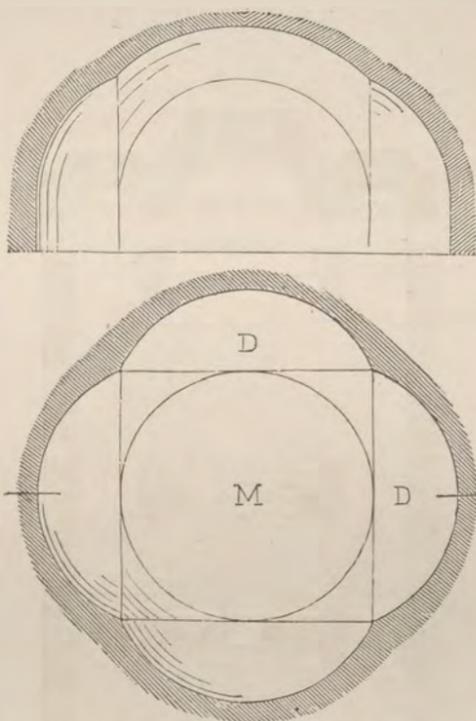


Fig. 152.

— Mentionnons enfin un parti mixte que définit le plan figure 153, et qui consiste à buter la voûte M, sur deux côtés par des berceaux, et sur les deux autres par des niches.

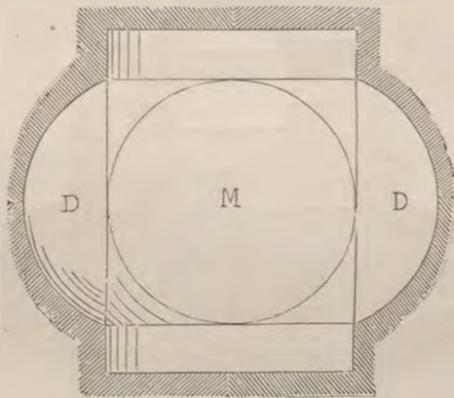


Fig. 153.

Cet emploi simultané des deux méthodes est extrêmement usuel.

— Venons aux applications :

Voici (fig. 154) le plan d'une très ancienne église de Constantinople (Khodja-Mustafa-pacha-dj.-si), où les deux procédés se trouvent ainsi réunis : sur deux de ses

faces, la coupole est maintenue par de simples arceaux de tête, et sur les deux autres par des niches faisant absides. Des chaînages représentés en traits discontinus complètent le système.

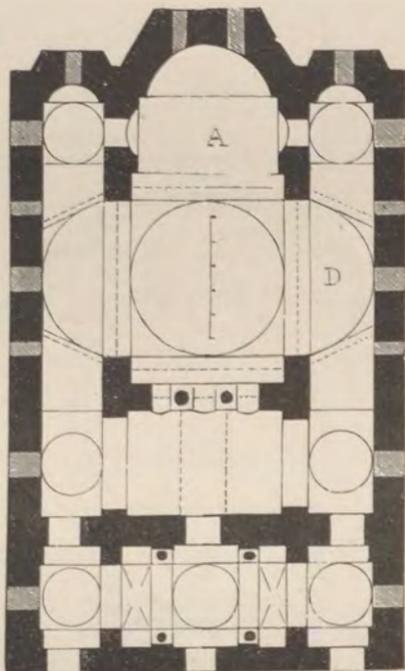


Fig. 154.

— A l'Athos, l'usage presque universel est celui des berceaux de tête (fig. 155) :

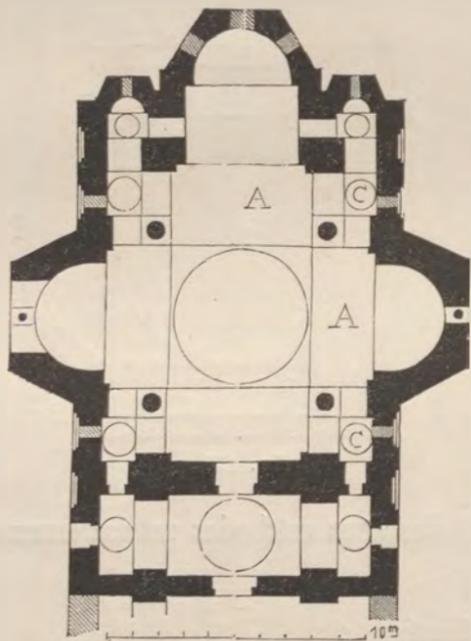


Fig. 155.

Quatre berceaux A embrassent les pendentifs. En C se logent de petites cou-

poles qui transmettent aux murs du pourtour la poussée des berceaux A : les pendentifs sont ainsi maintenus en tous sens, et leur tendance à l'écartement se trouve entièrement annulée. L'exemple figure 155 provient de Vatopedi : j'aurais pu choisir au même titre une église athonite quelle qu'elle fût : de l'une à l'autre la proportion seule eût changé.

A Salonique, on retrouve le même mode de butée dans l'église de Sainte-Sophie : édifice-type, qui résume pour nous tout un ensemble de méthodes dont Sainte-Sophie de Constantinople nous offrira bientôt la plus large et la plus complète expression. Nous avons cru, à raison de l'importance de cet exemple, devoir accompagner le plan de Sainte-Sophie de Salonique, d'un figuré perspectif de ses voûtes (voir pl. XXIII, 2).

— Une coupole dont les poussées sont reportées par quatre berceaux de tête sur quatre piliers d'angle, tel fut donc pendant le moyen âge le programme admis presque sans exception pour les monuments de la Thrace et de la Grèce ; et la tradition le consacra si formellement, qu'on en vint à l'adapter même à d'anciens édifices conçus dans un ordre d'idées tout autre. Sainte-Sophie d'Andrinople subit une transformation de ce genre. L'édifice n'avait originairement comme voûtes que quatre grandes niches groupées ainsi que les indique la figure 156, et bordées d'une galerie tournante à double étage :

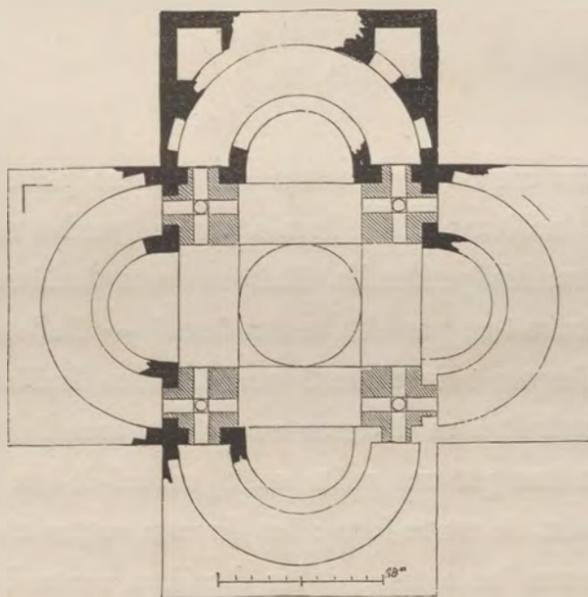


Fig. 156.

Plus tard on voulut voûter la partie centrale ; et dans ce vieux monument on

éleva de toutes pièces une coupole avec ses quatre piliers d'angles et ses arceaux de butée. Le plan montre ces additions intérieures tranchant par une teinte plus claire sur les constructions primitives.

— Un exemple encore avant d'aborder la grande application de Sainte-Sophie de Constantinople : je l'emprunte à une église d'Athènes bien modeste, mais où les combinaisons d'équilibre se montrent ingénieuses jusqu'à la recherche et presque jusqu'à la subtilité, l'église des Saints-Apôtres (fig. 157) :

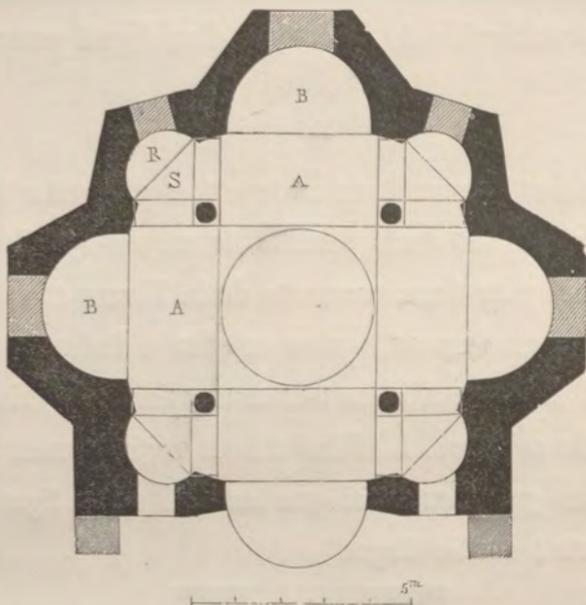


Fig. 157.

Au centre est une coupole, qui exerce sur tout son périmètre des efforts de poussée; quatre arcs doubleaux A, A, fermés par de grandes niches B, encadrent cette coupole et portent les pendentifs. Mais ces arcs doubleaux eux-mêmes ont leur poussée; la détruira-t-on par des contre-forts? — Nullement : une calotte sphérique jetée sur l'espace triangulaire S rend les arcs doubleaux solidaires; et cette calotte S, qui tendrait à se déverser au dehors sous l'effort des poussées, sera maintenue à son tour par une petite voûte en cul-de-four R. A proprement parler, il n'existe point de contre-forts : les diverses voûtes s'appuient de proche en proche les unes contre les autres, et les dernières contre le mur d'enceinte. C'est à la fois une bâtisse excellente et une œuvre d'art irréprochable, qui s'explique d'elle-même et porte dans son seul aspect les garanties de son équilibre.

— Ces groupements de voûtes se faisaient d'après des combinaisons géométriques fort simples et parfois assez élégantes :

Ainsi, à l'église des Saints-Apôtres d'Athènes, les centres de toutes les absidioles ont été pris (fig. 158) sur une même circonférence de rayon CG .

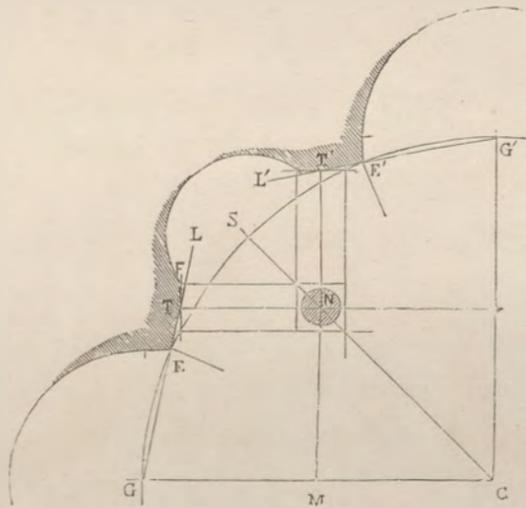


Fig. 158.

Les points E, E', \dots ont été donnés par la division de cette circonférence en huit parties égales.

Pour mettre en place les colonnes, on a partagé le rayon CG en deux moitiés ; M étant le point milieu, le centre N d'une colonne a été donné par la rencontre de la perpendiculaire MT' avec une ligne à 45° CS .

Le parement LE tend rigoureusement vers le centre G de l'abside voisine.

Bien que le parement LE soit biais, l'arceau NT est une portion de berceau droit, et la ligne de retombée de cet arceau s'obtient en menant par le point T une perpendiculaire à NT .

On se donne la largeur de l'arceau NT , ce qui fixe l'extrémité F de la ligne de retombée ; le rayon SF de la petite niche se trouve par suite déterminé : et de cette sorte les diverses parties du tracé se relient les unes aux autres par une même génération géométrique.

CHAPITRE XII

LES COMBINAISONS D'ÉQUILIBRE A SAINTE-SOPHIE

ET DANS LES EDIFICES QUI EN DÉRIVENT

Sainte-Sophie étonna les contemporains moins par le luxe de ses mosaïques et de ses marbres, que par la prodigieuse légèreté de sa structure : il leur semblait, pour rappeler la formule tout orientale de leur admiration, que son dôme fût suspendu dans l'espace par une force invisible, tant les organes de soutènement en sont légers. Ces organes, je voudrais les analyser ; je me propose de montrer ce qu'ils furent dans la pensée de l'architecte qui les conçut, les défauts que le temps révéla en eux, et enfin les perfectionnements qu'il leur fallut de proche en proche apporter.

Une vue générale (pl. XXIV) et une coupe horizontale (fig. 159¹) mettent en évidence l'ensemble des éléments qui concourent à l'équilibre de l'édifice :

Sainte-Sophie consiste essentiellement en une salle à pendentifs, dont la voûte centrale est maintenue sur deux de ses faces par de grandes niches C, C (système de la figure 152), et sur les deux autres faces par des arcs de tête A, A (système de la figure 151).

C'est là un nouvel exemple de ce parti mixte, où les deux procédés généraux de butée s'associent l'un à l'autre ; mais il suffit de jeter les yeux sur le plan

¹ Coupe horizontale prise au-dessus des bas-côtés.

figure 159, pour reconnaître que les deux systèmes concurremment admis sont loin d'offrir des garanties égales. Du côté des grandes niches, l'équilibre est surabondamment assuré; au contraire, les arcs formerets A, A n'ont qu'une stabilité restreinte, et seraient incapables de maintenir à eux seuls l'effort de poussée qui se développe dans leur direction. L'architecte l'a compris: aussi eut-il soin d'associer aux arcs A de vigoureux contre-forts dont on voit le plan en EF, et dont la planche XXIV fera connaître les détails.

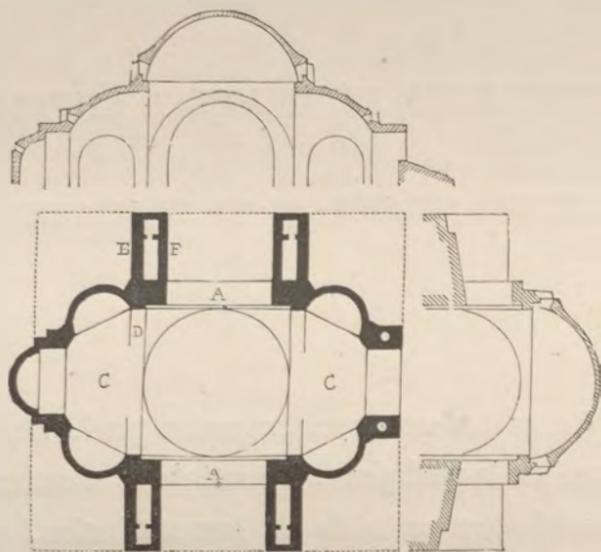


Fig. 159.

Ces contre-forts, suivant la coutume byzantine, ne présentent aucune saillie sur la face extérieure de l'édifice: le mur d'enceinte a son parement externe entièrement lisse; et les contre-forts sont pour ainsi dire des murs de refend qui s'élèvent au-dessus de la terrasse des collatéraux pour maintenir la coupole. Chacun d'eux est double: chacun se compose de deux éperons E et F, solidaires et inégalement épais. L'éperon le plus épais E bute directement contre l'arc doubleau D: et cela est fort bien entendu, car cet arc doubleau D est le principal organe par où le poids de la voûte se résout en poussées; l'autre éperon F est adossé au pendentif lui-même, et le garantit contre tout effet de recul,

— Examinons maintenant les collatéraux: on en trouvera la perspective planche XXV; la projection en est donnée par la figure 160:

La première impression qu'éveille cette figure est celle d'un arrangement où la hauteur est ménagée de parti pris. Deux étages se superposent: le plus important présente une élévation à peine égale à sa largeur, et l'autre étage est encore plus

écrasé; puis, immédiatement au-dessus, se place la naissance N de la coupole. Gagner de la hauteur, de manière à faire agir la poussée du dôme central le plus bas possible, telle est évidemment l'idée dominante.

— Quant à l'équilibre des collatéraux, on peut le résumer comme il suit :

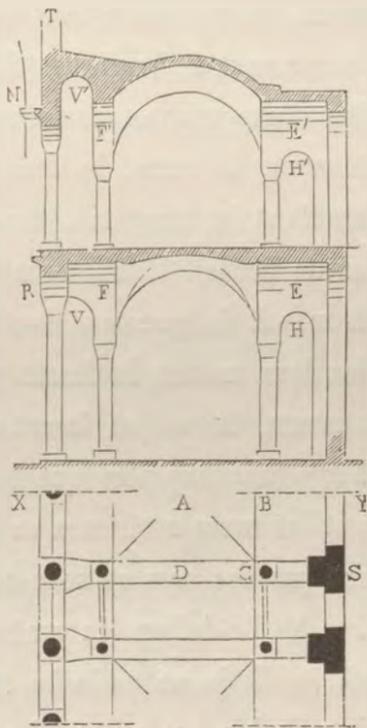


Fig. 160.

Les principales voûtes A développent dans le sens AY : 1° une poussée directe qui se répartit sur toute la longueur CB ; 2° un effort local transmis par les arcs doubleaux D, et qui se concentre en C. Les poussées qui agissent directement sur CB, sont maintenues par les larges formerets E (système de la figure 151), et ceux que transmet l'arc doubleau D sont détruits par les éperons CS.

Du côté de la grande nef, la combinaison statique est au fond la même, sous une forme plus complexe. Ce n'est plus un système de larges formerets qui résiste à l'action des voûtes A; c'est une double rangée de voûtes transversales V, V', dont la stabilité est assurée par l'énorme charge verticale du tympan T. La disposition de ces voûtes V, V', diffère d'un étage à l'autre. A l'étage supérieur, ce sont de simples berceaux qui prennent leur naissance au-dessus des formerets F'; à l'étage inférieur, la hauteur manquant, on se contenta des demi-berceaux V, que les formerets F pénètrent.

En somme, le système d'épaulement des voûtes A est tout intérieur. Les formerets de butée E, E', F concourent à élargir l'espace couvert; les éperons qui les portent prennent leurs points d'appui dans l'enceinte : tout l'espace est mis à profit, et l'édifice laisse saisir d'un coup d'œil toute l'économie de son équilibre.

L'effet de cette construction, où les contre-forts sont presque tous remplacés par des voûtes de butée, est surprenant de hardiesse. Hardiesse, disons-le, un peu téméraire et qui faillit, à plus d'une reprise, compromettre l'existence même du monument. Au premier tremblement de terre, le dôme, trop aplati, et peut-être insuffisamment maintenu, s'écroula et dut être rétabli dans des conditions de moindre poussée, c'est-à-dire avec plus de flèche¹. Il fallut renforcer les formerets nord et sud en les empâtant dans un massif de garniture dont on saisira les dispositions en comparant l'une à l'autre les deux moitiés du dessin perspectif planche XXIV².

Vinrent ensuite les tassements. Le sol où furent assises les quatre piles du dôme se comprima sous la charge beaucoup plus que le reste des fondations. Les voûtes jetées entre ces piles et les murs extérieurs se défigurèrent dans le mouvement et durent être soutenues par des arcs en sous-œuvre qui étranglent les nefs latérales (voir fig. 140, les arcs A). Le dallage du gynécée prit vers l'intérieur une pente qui est sensible à l'œil. — Et je ne parle ici que d'avaries survenues en moins d'un demi-siècle : Sainte-Sophie est aujourd'hui tout enveloppée dans les massifs de consolidation qu'il fallut successivement accumuler autour d'elle pour prévenir sa ruine. — Malgré les imperfections de détail de sa construction première, Sainte-Sophie a duré plus de treize cents ans et se présente encore comme une des plus puissantes créations de l'architecture. La conception était trop originale pour être dès le premier jet réalisée d'une façon irréprochable : mais l'idée fut reprise par les architectes de l'école byzantine qui s'efforcèrent sans cesse de la rectifier en la suivant; et le meilleur moyen de discerner les côtés par où le modèle était défectueux, est de le comparer aux copies qu'ils en ont faites.

¹ Agath. hist. V, 8; Theophan., Chronogr. A. M. 6051; Cedren. Compend. ed. bonn. t. I, p. 676.

Agathias se borne à dire qu'on donna plus de hauteur à la nouvelle coupole; Théophane et Cedrenus ajoutent que la flèche de la nouvelle coupole surpassa celle de l'ancienne de 20 pieds; Zonaras donne le chiffre de 25 pieds. Les seuls écrivains en désaccord avec ceux qui viennent d'être cités appartiennent aux derniers temps de l'Empire byzantin et ne méritent par eux-mêmes qu'une créance fort limitée : ce sont Glycas, Codinus et l'Anonyme de Banduri.

² Cette perspective montre, à droite, Sainte-Sophie telle qu'elle est actuellement; à gauche, Sainte-Sophie telle qu'elle était avant l'application de la garniture dont il s'agit. Cette addition n'a d'ailleurs rien d'hypothétique : j'ai constaté l'absence entière de liaison entre le corps carré primitif du dôme et la garniture rapportée qui le renforce et leste le sommet des piles.

— La plus ancienne imitation parvenue jusqu'à nous, nous fait assister au redressement d'une double erreur. A Sainte-Sophie de Constantinople, les arcs formerets A de la grande coupole (voir page 136, fig. 159) offraient une résistance insuffisante et il avait fallu leur adjoindre des contre-forts : solution indécise, moyen terme fâcheux. En outre, par une dérogation aux règles habituelles, les formerets A étaient rejetés au dehors, de sorte que la surface couverte par eux se trouvait perdue : A Sainte-Sophie de Salonique (pl. XXIII, 2) les arceaux formerets sont transportés à l'intérieur, et assez puissants pour n'exiger aucun renfort.

— A l'époque de l'invasion ottomane, dans les mosquées que les Grecs élevèrent à Constantinople pour leurs nouveaux maîtres, nous voyons le plan primitif de Sainte-Sophie serré de plus près encore : une coupole à pendentifs, butée sur deux de ses faces par des culs-de-four et sur les deux autres par des arcs formerets, telle fut la donnée admise tour à tour par l'architecte de la Bayézidièh et par le grec Sinan qui éleva la mosquée de Soliman.

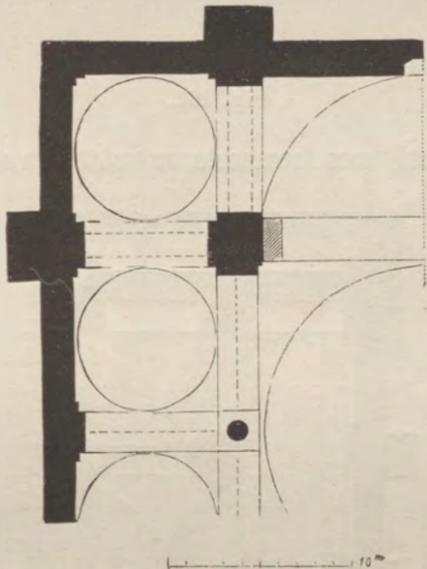


Fig. 161

La Bayézidièh (fig. 161) n'est à vrai dire qu'une réduction très simplifiée de Sainte-Sophie : Sainte-Sophie à moindre échelle, avec un seul étage de collatéraux.

A la Souleïmanièh (fig. 162), l'imitation se montre plus libre : les grands arcs formerets passent du dehors à l'intérieur, et les contre-forts qui leur viennent en aide s'élèvent par gradins. Mais la Souleïmanièh (achevée vers 1560) est une des dernières salles à pendentifs où les moyens de butée diffèrent d'une face à l'autre.

— Maintenir une coupole sur deux faces par des arcs formerets et par des culs-de-four sur les deux autres, c'est un parti qui peut se justifier par des convenances de distribution; au point de vue exclusif de l'art de bâtir, c'est une anomalie que les constructeurs grecs ne tarderont point à faire cesser. Une coupole à plan carré exerce sur ses quatre faces des efforts égaux : donc elle comporte des quatre côtés des

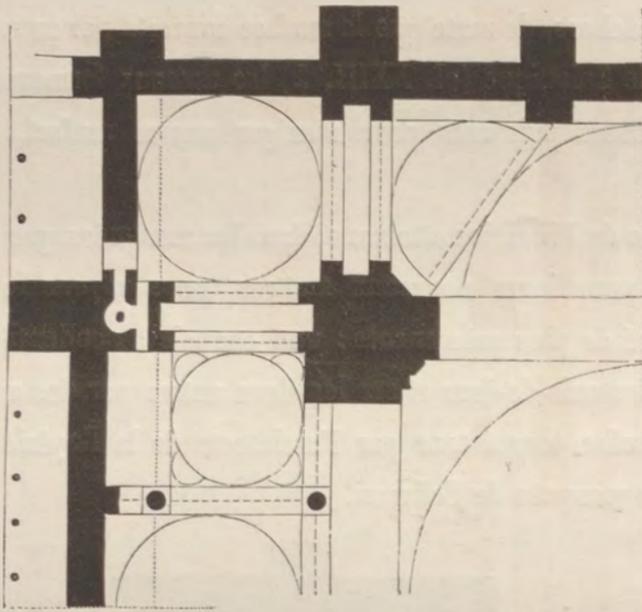


Fig. 162.

moyens de butée identiques; arcs formerets ou voûtes en niches, les architectes per-

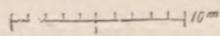
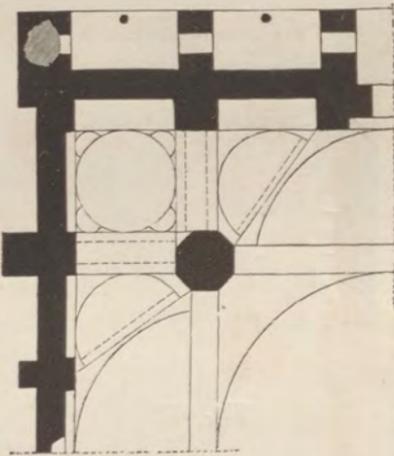


Fig. 163.

sistent à regarder les deux moyens comme bons, mais jamais plus ils ne les associeront l'un à l'autre. La mosquée de Shah-Zadèh, représentée figure 163 et élevée du vivant même de Soliman, consacre décidément cette réforme.

Quatre faces de tête, quatre absides de butée : ainsi se résume le plan qui désormais servira de type ; ce plan se reproduira (fig. 164) dans la mosquée d'Ahmed sous des dimensions comparables à celles de Sainte-Sophie ; nous le retrouvons à la Validèh-Djami, etc.

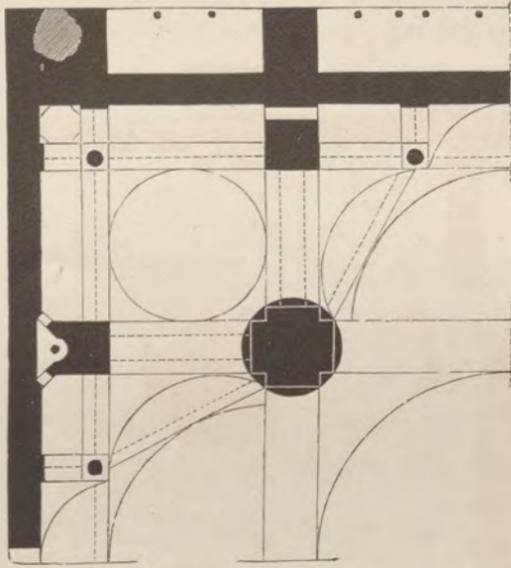


Fig. 164.

Enfin l'on imagina de multiplier les résistances en répartissant les poussées sur huit points d'appui au lieu de quatre : ce qui conduisait à remplacer les pendentifs par des trompes d'angle : et ce pas fut accompli par l'architecte grec à Sélim II

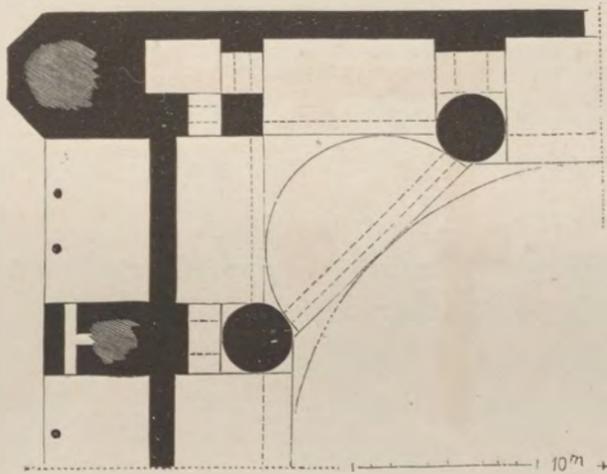


Fig. 165

confia la grande mosquée d'Andrinople. Nous donnons figure 165 le plan de ce magnifique édifice : il marque la dernière forme que revêt l'idée mère de Sainte-Sophie : et la dérivation que nous venons de suivre montre, je crois, assez le lien logique qui rattache l'une à l'autre ces deux manifestations extrêmes d'une même pensée.

CHAPITRE XIII

CONSTRUCTIONS EN CHARPENTE

Les procédés de la charpente byzantine ne sont guère connus que par tradition : aussi nous nous bornerons à quelques indications générales appuyées d'exemples.

Deux types principaux de charpente règnent en Orient. L'un procède de l'emploi du bois en grosses pièces maintenues par leur poids et presque sans assemblages ; dans l'autre le bois est mis en œuvre par pièces légères et assemblées, dont l'équilibre dépend moins de leur poids individuel que de leur mutuelle liaison. L'un est le type asiatique, l'autre le type de la Grèce ou de la Thrace.

— Le premier, auquel se rapportent généralement les constructions en bois de l'Asie mineure, n'admet dans ses combinaisons qu'un simple jeu de pesanteurs : des pièces portantes et des pièces portées ; point d'efforts obliques, rien que des charges verticales. C'est, avec d'autres matériaux, l'équivalent de la bâtisse par plates-bandes : système essentiellement simple mais d'application restreinte, dont la figure ci-contre (fig. 166) permettra d'apprécier le caractère et les ressources.

L'exemple auquel a trait cette figure est un portique à double étage, tel qu'il s'en rencontre actuellement dans toute l'Asie mineure et dont l'exécution est si

bien traditionnelle en ces contrées, que les moindres détails en sont figurés, à plus de deux mille ans de nous, dans les sculptures des nécropoles lyciennes¹.

Les charpentes actuelles de l'Asie mineure n'admettent, non plus que les charpentes antiques de la Lycie, aucune pièce inclinée, aucun de ces « liens » à l'aide desquels nous décomposons les nôtres en triangles indéformables. A peine quelques goussets tels que G assurent la fixité des angles; et, lorsqu'il s'agit de

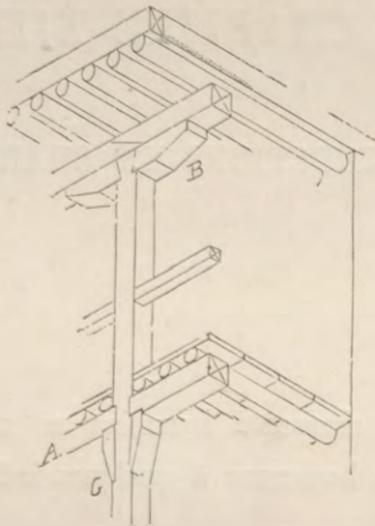


Fig. 166.

renforcer une poutre lourdement chargée, on se contente de la doubler par des sous-poutres B entaillées à mi-bois.

— En Europe, les constructions de bois prennent, par l'introduction des pièces obliques, une physionomie différente; mais, pour tout ce qui touche aux assemblages, elles se rapprochent des modèles asiatiques. Les assemblages usuels sont en nombre très restreint : joints à mi-bois, embrèvements, entures; les tenons n'apparaissent qu'exceptionnellement, et les combinaisons préférées se réalisent toutes par de simples levées faites à la scie.

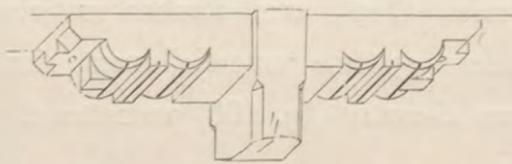


Fig. 167.

Quelquefois les pièces de la charpente sont ornées de découpures, telles que celles

¹ On peut vérifier ce rapprochement en se reportant aux dessins de Fellows : Travels in Lycia.

des figures 167 et 168. Le premier exemple provient de Zographou (Athos); le second exemple (fig. 168) est emprunté aux constructions du monastère de Lavra.

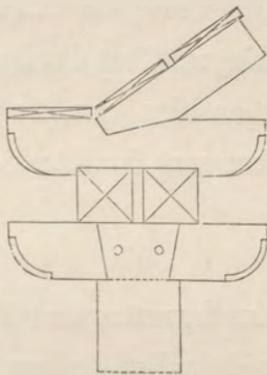


Fig. 168.

— La charpente figure 169 est celle d'un plancher existant à l'arsenal de Gregorio (Athos).

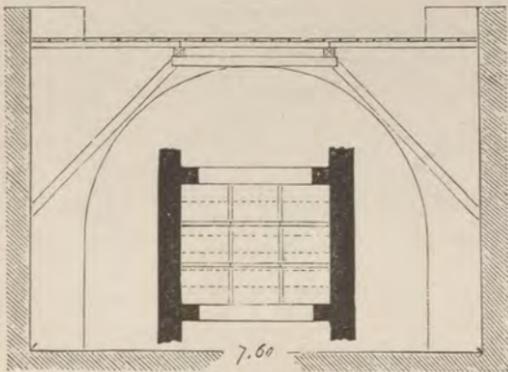


Fig. 169.

La poutre principale et les deux pièces inclinées qui la maintiennent, forment ensemble comme les trois claveaux d'une véritable voûte : cette disposition est très usitée à l'Athos.

— Seule, l'école européenne de construction byzantine admet à proprement parler les combles; et voici ce qui distingue ces combles byzantins des charpentes actuelles de l'Occident :

Chez nous (du moins depuis le xvii^e siècle) la charpente d'une toiture se compose de maîtresses-fermes qui la partagent par travées, et reçoivent le chevronnage par l'intermédiaire de pièces horizontales qui sont les pannes : — l'idée de fermes portant pannes est absolument étrangère à la tradition byzantine. Autant de fermes portant pannes est absolument étrangère à la tradition byzantine. Autant de couples de chevrons, autant de fermettes indépendantes qui transmettent directement aux murs le poids de la portion de toiture qu'elles soutiennent (fig. 170 et 171) :

La charpente est à la fois sans arêtiers et sans poinçons. Les chevrons-arbalétriers s'assemblent entre eux à mi-bois et, avec l'entrait, par embrèvement. Les couples d'une coque de navire renversée donneraient une idée fort exacte de cette disposition et de ces assemblages. C'est d'ordinaire aux charpentiers de marine que les Grecs confient l'exécution des combles : rien d'étonnant à leur voir appliquer les combinaisons qui leur sont familières et les procédés courants de leur pratique habituelle.

— Lorsque les arbalétriers des fermettes sont d'excessive longueur et menacent de fléchir, on les maintient vers le milieu de leur portée à l'aide de sous-poutres telles que S qui prennent leur appui sur des fermettes plus ou moins espacées.

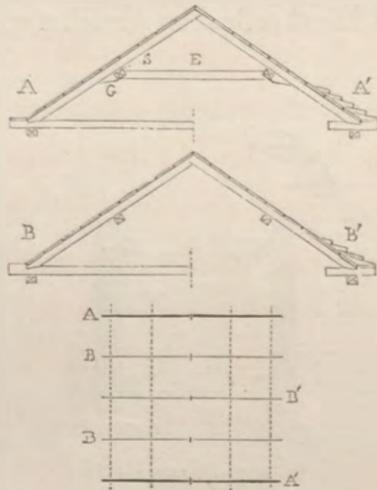


Fig. 170.

L'exemple figure 170, emprunté au monastère de Lavra (Athos), montre suffisamment la constitution des fermettes A ou A' auxquelles les sous-poutres S sont suspendues : un simple gousset G les reçoit et un étrésillon E en maintient l'écartement. Entre deux fermettes A, A' portant sous-poutres, se placent, ainsi que le plan les indique, trois fermettes plus simples, et conformes soit au modèle B avec entrait, soit au modèle sans entrait B'.

La figure 171 offre une variante de cette disposition, applicable à une portée d'une dizaine de mètres (porche de Simopetra, à l'Athos) :

L'idée générale est la même : tous les chevrons-arbalétriers sont maintenus par des sous-poutres S ; mais dans cette variante les sous-poutres sont fixées en place à l'aide de jambes de force F et d'étrésillons E qui reviennent de loin en loin et

jouent un rôle équivalent à celui des maîtresses-fermes dans les constructions actuelles de l'Occident.

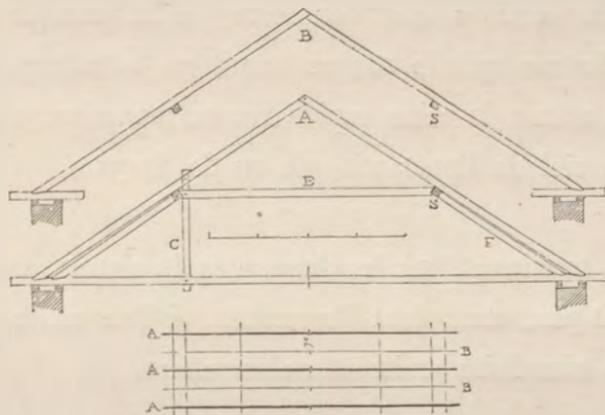


Fig. 171.

— Les Byzantins ont adapté les toitures en charpente à des plans polygonaux et même à des plans circulaires : c'est apparemment sous une influence grecque que s'éleva le dôme en bois qui abrite à Jérusalem la rotonde de la Sakhra. Or, ici encore, tout est conçu d'après les principes de la charpenterie navale : des couples rendus solidaires par des liernes horizontales forment toute la partie agissante de l'œuvre¹ ; et ce mode de construction, qui n'exige que des pièces de très petite dimension, s'appropriait à merveille aux convenances d'un pays où les bois à bâtir font défaut et doivent être à grands frais apportés de fort loin.

La coupole de la Sakhra est double : deux charpentes indépendantes s'emboîtent et représentent l'une la voûte intérieure de la rotonde, l'autre le comble qui l'abrite. Cette addition d'un comble à une voûte ne s'étend que très exceptionnellement aux cas où la voûte est un ouvrage de maçonnerie : je n'en connais d'exemple qu'à Ravenne, dans une école de construction dont les méthodes ont d'ailleurs les plus frappantes ressemblances avec celles de l'architecture syrienne. Saint-Vital et le Baptistère ont leurs coupoles surmontées de combles ; mais l'extrême légèreté de leur structure n'eût guère permis de les laisser sans abri, et fournit l'explication de ce double emploi qui revient en somme à donner deux toitures à un même édifice. Partout ailleurs, les Byzantins prennent leur parti ou pour une voûte ou pour un comble² ; s'ils admettent la voûte, ils lui font porter

¹ De Vogüé : Le Temple de Jérusalem, pl. XIX.

² Saint-Georges de Salonique ne fait pas, je crois, exception à cette règle : la charpente qui surmonte le dôme n'existait pas dans l'origine. Toute la maçonnerie du tambour qui la porte a été visiblement exécutée après coup : notre dessin planche XXIII, 1, montre l'édifice dégagé de ces additions.

directement les tuiles, les feuilles métalliques ou l'enduit protecteur : mais ils se gardent d'associer une voûte et une charpente en les étageant l'une sur l'autre. Cette suppression des combles était consacrée par la pratique des constructeurs romains : la simplification qu'elle amène aurait pu entraîner, dans des climats pluvieux comme les nôtres, la ruine rapide des maçonneries ; elle était à peu près sans danger sous le ciel de Constantinople ou de Smyrne.

— Un mot, en terminant, sur les charpentes de cintres, sorte d'ouvrages dont les Byzantins usaient peu, mais dont l'exécution, si l'on en juge par la tradition actuelle, était d'une simplicité vraiment rudimentaire.

De nos jours, en Syrie, les cintres d'une voûte se composent de perches horizontales reliées par des harts à des montants fourchus ; le tout est recouvert de fascinages, et un enduit en terre grasse rachète tant bien que mal les inégalités de la surface. Ainsi s'obtient pour la voûte un support économique, mais en même temps flexible et déformable, qui serait inadmissible si l'on tenait à la pureté du profil, et sur lequel on ne peut même bâtir qu'avec de singulières précautions. Les mortiers se briseraient par suite des flexions du cintre, si ces mortiers avaient fait prise avant l'entier achèvement du travail. On pare à ce danger en terminant la voûte dans une seule journée : les maçons se rassemblent aussi nombreux que le permet l'étendue du chantier ; on se met à l'œuvre avant le jour, et l'on continue s'il le faut une partie de la nuit¹. De cette sorte les mouvements du cintre n'agissent que sur des maçonneries encore fraîches : ces maçonneries se déforment sans se gercer ; et, quand elles commencent à durcir, la voûte, fermée à la clef, n'a plus besoin de ses supports auxiliaires.

Ainsi procède-t-on actuellement ; ainsi procédaient à l'époque byzantine les ouvriers de Syrie : les voûtes qu'ils nous ont laissées présentent de tout point les irrégularités significatives des constructions actuelles. On aperçoit même ces méthodes sommaires de cintrage dans les ruines romaines de l'Asie mineure : à Magnésie du Méandre j'ai pu distinguer sur l'intrados de certaines voûtes antiques l'empreinte des roseaux qui servirent au revêtement des cintres. Au théâtre d'Éphèse,

¹ Cette curieuse organisation de chantier m'a été obligeamment signalée par M. Mauss qui eut, pendant ses longs séjours en Palestine, plus d'une occasion de la voir appliquer.

ce sont des bois ronds refendus qui ont tenu lieu de couchis. A Nysa, de longs berceaux souterrains s'élevèrent sur des fermes si grossièrement établies, que leur profil (fig. 172) n'est même pas en courbe continue. — Rien ne change chez les Orientaux ; et ces procédés primitifs de charpente provisoire que nous voyons

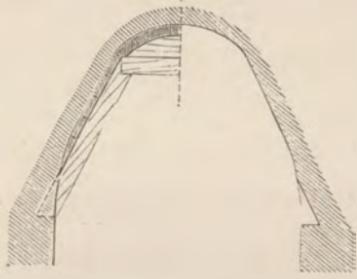


Fig. 172.

appliqués aujourd'hui dans les villages de Syrie ne sont pas seulement ceux des Byzantins ou des Romains, mais remontent sans nul doute aux vieilles architectures de l'Asie.

CHAPITRE XIV

ESSAI HISTORIQUE

I

ORIGINES DES MÉTHODES

On a coutume de dater l'art byzantin du vi^e siècle de notre ère. Suivant l'opinion accréditée Justinien en fut le promoteur, Sainte-Sophie la première application, et c'est aux illustres architectes Anthémios et Isidore que revient l'honneur de l'avoir créé. — En fait, une architecture ne naît point ainsi, à date fixe, constituée de toutes pièces et prête à consacrer son existence par un chef-d'œuvre. Les constructions byzantines antérieures à Sainte-Sophie n'auraient-elles laissé de souvenirs ni dans les ruines ni dans les textes, que nous serions en droit d'en présumer l'existence. Mais d'évidents indices nous autorisent à reporter l'art byzantin bien au delà de cette date : nous en trouvons les éléments dans l'architecture romaine d'Orient : éléments de construction, éléments décoratifs, tous préexistent au vi^e siècle. Bien plus, des édifices subsistent où tous ces matériaux à la fois se montrent ordonnés, groupés à la façon byzantine ; où l'art byzantin, en un mot, nous apparaît comme dans une application anticipée de ses principes.

Il faut, en première ligne, citer le tombeau de Placidie (pl. XVII, 2), qui appartient sans conteste au v^e siècle. Tout y est byzantin : la voûte centrale consiste en une calotte sur pendentifs, les arceaux qui la portent sont, à la manière byzantine (page 111), noyés vers les naissances et dégagés à la clef ; une simple garni-

ture appliquée sur l'extrados tient lieu de comble et reçoit la toiture. Se place-t-on au point de vue de la décoration? elle se réduit, comme dans les monuments byzantins, à des revêtements de marbre ou de mosaïque; et le seul ornement en relief, le profil de la corniche intérieure, est taillé, comme tous les profils byzantins, dans un épannelage en biseau. Ravenne était, au v^e siècle, en rapports incessants avec Constantinople, et, cent ans avant Saint-Vital, le rayonnement de l'Orient s'y faisait déjà sentir.

Remontons davantage :

A Constantinople, la citerne dite des Mille et une colonnes n'est très probablement autre chose que le réservoir bâti par le sénateur Philoxène sous le règne de Constantin¹. Or tous les procédés byzantins s'y révèlent : les voûtes sont des calottes sur pendentifs exécutées par tranches, et les chapiteaux sont du type byzantin le plus accentué; la perspective de ce monument (pl. XIII, 3) accuse nettement en lui cette physionomie nouvelle étrangère à l'Occident romain.

Autre exemple. La citerne Yèrè-batan-Seraï (pl. XIII, 4) partage avec la précédente les traits distinctifs de la construction byzantine et n'est autre que la citerne Basilica fondée au iv^e siècle par Constantin². Les chapiteaux s'y présentent la plupart à l'état d'épannelage : on sent que des édifices somptueux et d'une architecture encore classique, furent interrompus pour fournir à cette citerne leurs pierres ébauchées. C'est ainsi, d'après les documents transcrits par Eusèbe³, que Constantin arrêta les grands travaux de l'Empire pour faire servir les colonnes — les plafonds mêmes — à l'achèvement de sa nouvelle capitale ; il y a là un rapprochement qui, ce semble, impliquerait à lui seul une date. — Poursuivons :

Nous avons déjà cité l'arc de Salonique auquel la tradition attache le nom de Constantin (pl. IV, 1). Que ce monument soit ou non de Constantin, le style tout romain des bas-reliefs qui le décorent ne permet guère de lui assigner une date postérieure au iv^e siècle⁴. Or la structure par tranches de ses berceaux et surtout de la voûte sphérique qui le couronnait nous révèle des procédés déjà tout byzantins.

¹ Voir, à l'appui de cette attribution, du Cange, Cp. christ. I p. 96 et 132.

² Du Cange, Cp. christ. IV, p. 93.

³ Euseb. Vit. Const. 29, 31, 32. Cf. Libanius *ἑστέρη ἱερῶν*, ed. Reiske, t. II, p. 186; Zozim. hist. II, 30 et 31.

⁴ Pour qui comparera les bas-reliefs de l'arc de Salonique et ceux de l'obélisque de l'At-meïdan, il ne pourra rester aucun doute sur la date relative de ces deux monuments. L'obélisque de l'At-meïdan appartient authentique-

A Spalatro, dans le palais de Dioclétien, nous saisissons les principes et jusqu'aux formes décoratives de l'art du bas Empire. Une coupole bâtie par trompillons étagés présente de point en point le type de construction qui se renouvellera au tombeau de Saint Dimitri : la planche XIV met les deux applications en regard. — Comme ornements, le palais de Salone n'offre guère que des profils en biseau recouverts d'une gravure au trépan, ou bien des moulures inscrites dans un épannelage rectangulaire d'un cachet profondément byzantin.

A Eleusis, un aqueduc romain traversant les propylées d'Appius, nous offre une structure par tranches, tout à fait semblable à celle des berceaux byzantins ; la voici :



Fig. 173.

On pourrait multiplier les exemples de ruines qui par leur construction aussi bien que par leur style témoignent de la préexistence des principes byzantins à l'architecture du bas Empire. L'art byzantin vivait dès l'époque romaine à côté de l'architecture officielle et n'attendait pour se produire au grand jour et se consacrer par des œuvres durables, que le déclin des traditions classiques. Ainsi de la langue vulgaire des Grecs. Elle constituait, selon toute apparence, un dialecte contemporain du grec classique ; celui-ci tombe en désuétude, la langue vulgaire lui survit et le remplace : l'art et la langue ont à deux époques très différentes un sort commun, subissent une évolution semblable.

— Mais il est aisé de reculer bien au delà de l'époque romaine, et de saisir les rudiments de la construction byzantine jusque dans les plus anciennes civilisations de l'Orient :

La coupole était connue des Assyriens : ses deux variétés principales, la coupole surhaussée et la coupole sphérique sont nettement figurées sur un bas-relief de Kouïoundjik¹.

ment au règne de Théodose : il faut que la décadence de l'art ait été bien rapide pour que l'arc de Salonique ne remonte pas au delà de Constantin.

¹ Layard, *The monuments of Niniveh*, 2^e série, pl. 17.

A son tour, la construction par tranches était couramment employée dans l'ancienne Perse : elle s'observe dans les palais de Servistan et de Firouz-Abad, monuments qui doivent être attribués aux Achéménides et qui représentent à côté de l'art importé de Persépolis, la tradition et les méthodes d'une très ancienne architecture nationale¹.

L'Assyrie elle aussi a pratiqué la construction par tranches inclinées : l'aqueduc du palais de Sargon à Khorsabad en témoigne².

L'Égypte était en possession du système dès la dix-neuvième dynastie, les voûtes du Ramesseum³ sont des berceaux bâtis à l'aide de briques en limon du Nil empreintes de cartouches royaux, et qui ne se disposent par tranches qu'à partir du niveau où des lits rayonnants exigeraient un cintre ; les tranches, plus inclinées à leur pied qu'à leur sommet, présentent un empatement qui facilita beaucoup le travail : jamais les Byzantins n'appliquèrent le procédé d'une façon plus raisonnée, plus méthodique. Et même, par une attention qui fait honneur à l'esprit d'analyse de ces temps reculés, les plus anciennes voûtes sans cintrage présentent des profils surhaussés extrêmement favorables à l'adhérence des briques : les profils égyptiens et persans se rapprochent beaucoup de la courbure parabolique, et le profil de l'aqueduc de Khorsabad est une ogive.

— Ainsi la construction sans cintres comptait, le jour où les Byzantins l'adoptèrent, plus de dix-huit siècles de durée. A-t-elle pris naissance en Perse, en Assyrie, en Égypte ? Ce qui du moins est assuré, c'est qu'elle appartient en propre à l'une de ces trois contrées et, si l'on consulte les vraisemblances, c'est à la Perse qu'en reviendrait l'honneur. Les plaines de l'Elam, habitées par les populations les plus prospères de l'ancien monde, ne leur offraient pour bâtir que des argiles, mais des argiles excellentes et qui, même sans cuisson, résistent à la poussée. Point de bois : pas même des roseaux tels que le Nil en fournit et qui

¹ Nous profitons ici d'un résultat encore inédit (août 1882) de la belle mission que M. l'ingénieur Dieulafoy vient d'accomplir en Perse : M. Dieulafoy établit, par des rapprochements que la photographie rend saisissants, que l'architecture de Servistan et de Firouz-abad est contemporaine de celle de Persépolis, et que la civilisation sassanide n'a rien à revendiquer en elle. Nous sommes loin de la chronologie admise, mais les attributions nouvelles reposent sur des preuves que nous croyons absolument décisives.

² Place, Ninive et l'Assyrie t. I, p. 271.

³ Lepsius, Denkmäler aus Ägypten, 1^o part. pl. 88 et 89.

à la rigueur fourniraient les matériaux d'un cintre. Ces argiles, il les fallait maçonner directement dans l'espace : le mode de construction sans charpentes auxiliaires était le seul possible¹ ; et si la condition des inventions humaines est de se développer où la nécessité les impose, la question d'origine ne semble point ici laisser de doute.

— L'Asie mineure, avec ses plateaux dénudés, éprouvait les mêmes besoins mais n'avait pas les mêmes ressources : faute de posséder ces argiles de la Perse et de l'Égypte qui sont presque des pierres plastiques, elle dut imiter timidement les méthodes de construction voûtée et ne put élever le système aux applications monumentales qu'au jour où se répandit chez elle l'usage de la brique véritable, de la brique durcie au feu.

Or rien à notre connaissance n'autorise à compter, avant l'époque romaine, la brique cuite parmi les éléments courants de construction usités en Asie mineure. Elle y apparaît en même temps qu'à Rome même ; et son introduction en grand dans les travaux de construction ne remonte pas au delà des dernières années de la République romaine.

La date de cette innovation capitale ressort des textes mêmes de Vitruve, ou mieux encore de son silence. Vitruve, vieil architecte obstinément attaché aux méthodes du passé, ne prononce même pas le nom de ce que nous appellerions, nous, des briques : s'il parle de constructions où la terre cuite intervienne, c'est pour conseiller l'emploi de la terre cuite à l'état de vieilles tuiles éprouvées par les gelées² ; chez lui le mot brique (*later*) n'implique dans aucun cas l'idée d'argile durcie au feu : partout dans son traité le mot brique désigne de simples carreaux de terre. Décrit-il la fabrication des « *lateres*³ » il leur assigne une épaisseur comparable à celle de nos moellons et qui les eût rendues rebelles à l'action du feu ; puis il insiste sur l'utilité d'incorporer à l'argile de la paille hachée : pratique incompatible avec l'idée de cuisson. Parle-t-il des murs en brique (*lateritii parietes*), son premier soin est de donner les moyens d'en préserver les matériaux contre l'action dissolvante des pluies. En un mot, Vitruve ne connaît que les car-

¹ Observations communiquées par M. Dieulafoy.

² Vitr. II, 8. — Un sénatus-consulte de l'an II avant notre ère énumère les matériaux servant à Rome pour la restauration des aqueducs : or ce n'est pas la brique qu'il mentionne, mais le tuileau (*testa*) : Frontin. de aquaed. 125.

³ Vitr. II, 3. — Cf. Plin. hist. nat. XXXIV, 49. — Varron (*de re rust.* I, 14) cite des murs en briques cuites : — ce sont des murs gaulois.

reaux de terre séchée, la brique ne compte point encore parmi les matériaux usuels : et quelques années plus tard l'emploi de la brique permettra de jeter dans l'espace ces belles voûtes sur armatures à claire-voie dont les ruines nous étonnent. Du rôle le plus effacé et le plus accessoire, cette matière passe soudainement au rôle principal ; et, grâce à son emploi, les successeurs immédiats de Vitruve réalisent dans l'art une des transformations les plus profondes dont on ait gardé le souvenir.

— Rendre possible la construction des voûtes sur armature, voilà donc pour l'Occident la conséquence qu'amena l'usage en grand des nouveaux matériaux. Ce fut une véritable révolution, un mouvement comparable à celui qui s'est opéré lorsque le fer devint un des éléments essentiels de la construction moderne. L'analogie est complète. Pour l'archéologue, le fer se range parmi les plus anciennes découvertes de l'industrie ; le fer, pour le constructeur, existe à peine depuis un demi-siècle. Il servit de tout temps comme moyen de consolidation, mais il n'a fourni que de nos jours la partie agissante, la membrure des édifices ; et son apparition à ce nouveau titre a transformé sous nos yeux l'art de bâtir. Ainsi de la brique à l'époque romaine. Connue dès l'antiquité la plus haute, elle n'a pris rang que sous Auguste parmi les matériaux usuels de la grande construction ; et son introduction fut le point de départ de toute l'architecture de la Rome impériale.

En Orient, un mouvement analogue s'opéra vers la même date et sous la même influence, mais dans une direction tout autre. L'emploi de la brique cuite permit d'ériger en système les artifices de la construction sans cintrage et de rivaliser avec les exemples de la Perse : ce fut une ressource imprévue livrée à l'imagination des Grecs d'Asie, qui leur permit de créer tour à tour l'école romaine de construction orientale, puis l'architecture byzantine où les tendances asiatiques se résument comme dans leur expression dernière. — Mais il convient, pour mettre ces résultats à leur place dans l'histoire générale de la société romaine, de reprendre les choses de plus haut.

Nous avons plus d'une fois eu l'occasion d'insister sur cette remarque : rien n'était uniforme dans l'art non plus que dans les institutions romaines. Chaque province, chaque ville avait en fait d'architecture comme en matière d'organisation

civile, ses usages propres et ses traditions. La puissance romaine les respecta ; et, en introduisant dans les provinces d'Asie les matériaux dont elle avait inauguré l'usage, elle laissa les constructeurs asiatiques maîtres de les appliquer à leur guise. Ceux-ci les adaptèrent aux vieilles méthodes de la construction par tranches : association féconde, qui détermina, parallèlement au courant occidental de la construction concrète sur armatures, un autre courant d'idées appelé à renouveler l'architecture entière de l'Orient. A la faveur de ces matériaux en harmonie avec ses exigences, le système des voûtes par tranches prit un essor inattendu ; l'écrasement n'étant plus à craindre, la portée des applications s'agrandit ; l'art oriental, subordonnant ses détails à son nouveau principe, devint une architecture à part : sa formation marcha de pair avec celle de la société byzantine, et sa tradition vit encore dans les contrées autrefois soumises à l'Empire grec.

Reste à déterminer la région de l'Orient romain où s'accomplit le travail qui donna naissance à l'art byzantin ; et la constitution de cette architecture répond pour ainsi dire d'elle-même à la question de ses origines.

Qu'est-ce en effet que l'art byzantin, sinon une conception mixte, où les éléments sont asiatiques ou romains et l'esprit éminemment grec ? La donnée asiatique, nous la saisissons dans le fond même des méthodes de la construction sans cintrage. L'influence romaine se manifeste, on vient de le voir, dans la nature même des matériaux adoptés ; on en sent la trace dans ces plans si savamment ordonnés, où toutes les parties se contre-butent et se maintiennent l'une l'autre. Et enfin, à la fusion ingénieuse, un peu subtile de tous ces éléments, qui ne reconnaîtrait le génie grec ? — Or en quel lieu de l'ancien monde a pu se produire ce triple contact de l'hellénisme, de l'Asie et de Rome ? — Suivons par la pensée la grande ligne du commerce entre l'Asie et l'Europe et cherchons s'il n'existe pas, vers la limite commune où les idées s'échangent en même temps que les produits, un point intermédiaire où l'esprit hellénique ait pu mettre en œuvre cet apport simultané des deux civilisations. Ce point paraît tout indiqué : c'est Éphèse et la côte d'Ionie. Les caravanes y affluaient des plaines de l'Euphrate en descendant les larges et belles vallées de l'Hermus et du Méandre¹. D'un

¹ Strab. lib. XIV, p. 663 de l'édition du Louvre. Ces aperçus concordent d'ailleurs avec les conclusions du Mém. de M. G. Perrot, sur l'Art de l'Asie mineure : Mém. d'archéol., d'épigr. et d'hist., p. 67 et suiv.

autre côté, le commerce de la Méditerranée y venait tout entier aboutir : la voie directe de Rome vers l'Asie dans un temps de navigation à courtes étapes, consistait à franchir l'Adriatique vers la hauteur de Corfou, transborder à Corinthe, et suivre la chaîne des îles de l'Archipel qui semblent autant de stations ménagées par la nature pour relier l'Asie à la Grèce, c'est-à-dire l'Asie à Rome. Éphèse, située à la jonction de ces deux grands courants, formait le confluent des idées et des richesses des deux mondes ; et si un art nouveau devait naître de leur concours, la région d'Éphèse était prédestinée à lui servir de berceau¹.

— Là nous apercevons en effet les plus anciens témoignages de cette fusion entre les procédés de Rome et de l'Asie : les premières basiliques chrétiennes d'Éphèse sont encore romaines quant aux dispositions d'ensemble, et déjà byzantines par la structure. Un curieux monument de cette transition, est l'église de la Trinité, (fig. 174) :

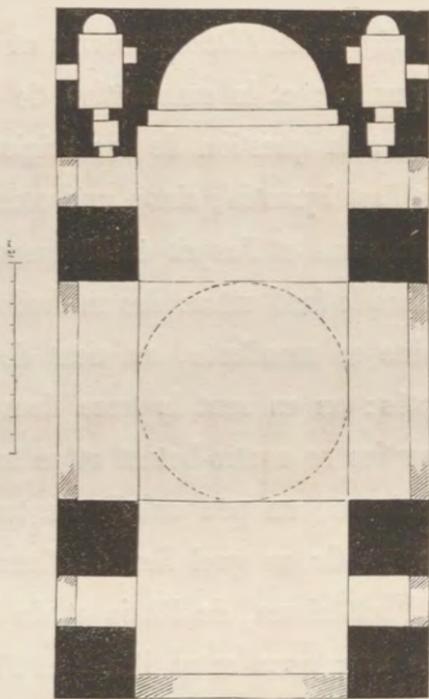


Fig. 174.

A ne considérer que le tracé et les combinaisons d'équilibre, l'édifice est bien de la famille de la Basilique de Constantin ou des grandes salles des thermes

¹ Cette vue sur les origines de l'art byzantin, appartient à Viollet-le-Duc. Je l'ai puisée dans une de ces conversations si pleines d'idées et de bienveillance, où cet homme éminent se plaisait à répandre les aperçus que lui suggéraient sa profonde connaissance des faits et sa haute pénétration. Mes observations paraissent l'avoir confirmée de tout point : je dois en faire hommage à sa mémoire.

de Rome ; mais dès que l'attention se porte sur le détail des procédés (pl. IV, 2), on distingue des tendances fort étrangères à l'art occidental : la construction est exécutée par tranches et sans cintrage ; la méthode byzantine se superpose aux types de l'architecture classique en attendant qu'elle les transforme.

L'église dite des Sept dormeurs (pl. III, 2) intéresse au même titre l'histoire de l'art byzantin à ses débuts : c'est une voûte jetée sur un ravin qui servit de sépulture aux premiers chrétiens d'Éphèse. Comme aspect, l'édifice est romain : le mur-pignon qui le termine a la physionomie antique la mieux accentuée ; l'enduit de stuc est orné de profils qui portent en eux-mêmes leur date et semblent sortir des mêmes mains qui ont décoré telle catacombe romaine. Or ce monument, romain de date, est entièrement byzantin de structure : berceaux, pénétrations, tout est exécuté par tranches et sans cintrage.

— Non loin d'Éphèse, sur l'emplacement de Magnésie du Méandre, nous trouvons un grand édifice que des bas-reliefs païens font nettement remonter au delà du règne de Constantin, et qui déjà contient plusieurs coupoles sur pendentifs ; voici (fig. 175) le plan général du monument et le dessin d'une de ses voûtes.

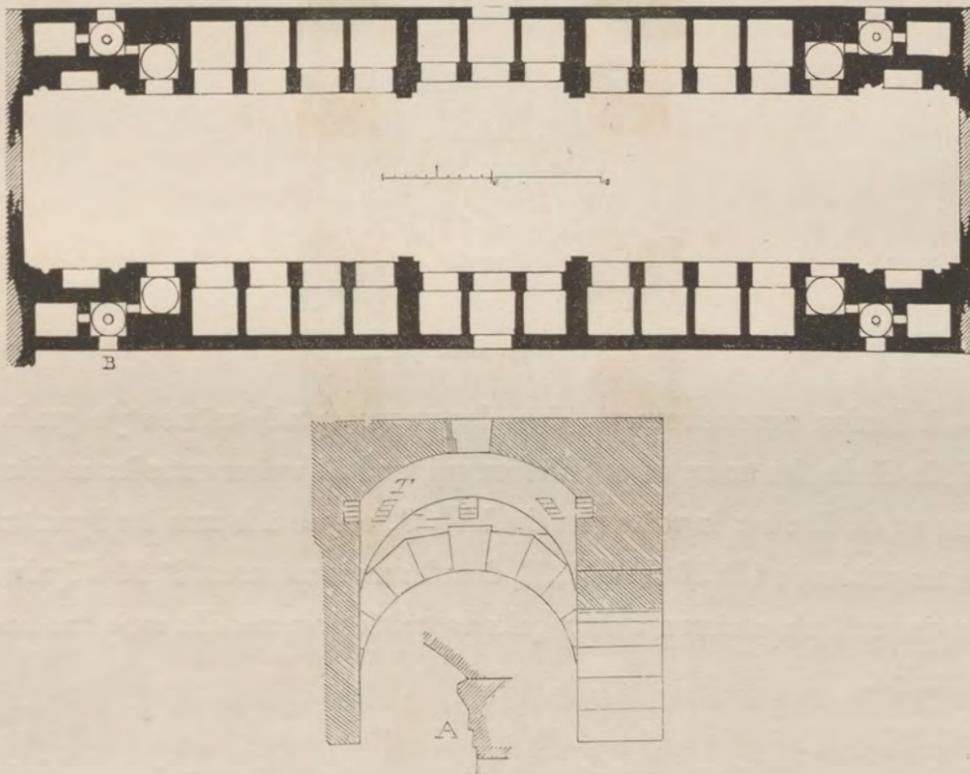


Fig. 175.

Enfin, dans cette même ville de Magnésie, nous avons signalé une calotte

sphérique aplatie (pl. XIII, 2) construite par tranches à la manière byzantine, et que sa position enclavée sous l'enceinte antique, reporte à l'époque du haut Empire.

— Remontons la vallée de l'Hermus : nous voyons parmi les ruines d'Ala-Shehr (l'ancienne Philadelphie) la coupole orientale adaptée au parti général de la basilique romaine : la figure 176 montre le plan de l'édifice qui résulte de cette association ; la planche XVI, 1, permettra d'apprécier le caractère byzantin des voûtes qui l'abritaient.

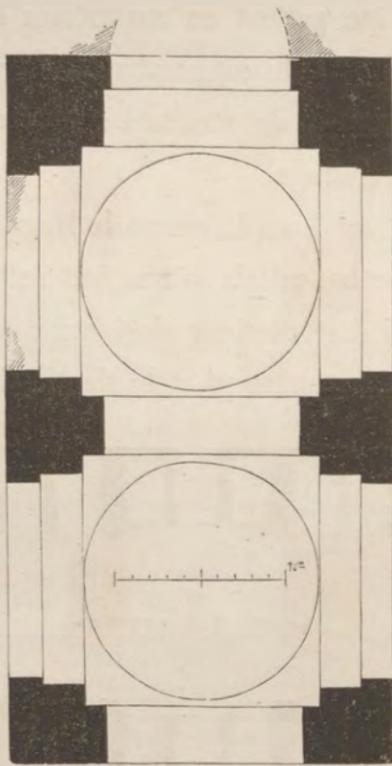


Fig. 176.

— A Sardes, nous retrouvons, dans des monuments de même style que la basilique d'Ala-Shehr, les traces de cette fusion qui tend à s'opérer entre les architectures de Rome et de l'Asie : la voûte planche XVI, 3, couvre à la manière byzantine une salle rectangulaire de 12^m,50 sur 18^m,20, dont les murs mesurent 3^m,10 d'épaisseur et qui sert de vestibule commun à deux galeries traitées comme elle avec une ampleur toute romaine.

Saint-Georges de Sardes nous fournit à son tour la vérification de cette tendance à concilier les plans romains avec les procédés orientaux : voici (fig. 177) l'agencement de ses voûtes, la planche XVI, 2, en fait connaître les détails. — Il ne sera pas

sans intérêt de rapprocher ce plan de celui d'un autre édifice de la même ville et qui paraît de la même date, l'église Saint-Jean (fig. 178) : à Saint-Jean de Sardes, le plan, la structure, tout est romain ; à Saint-Georges (fig. 177), la structure entière des voûtes est déjà byzantine.

Inutile de multiplier les exemples : on se rend compte de la transition. Mais est-il vrai que le mouvement se soit localisé dans cette région dont Ephèse était le centre intellectuel ? ou bien doit-on le regarder comme un acheminement qui se prépare et s'annonce à la fois sur tous les points de l'Orient romain ? — Il faut ici distinguer les éléments de construction de ceux qui touchent à l'ornement. Si

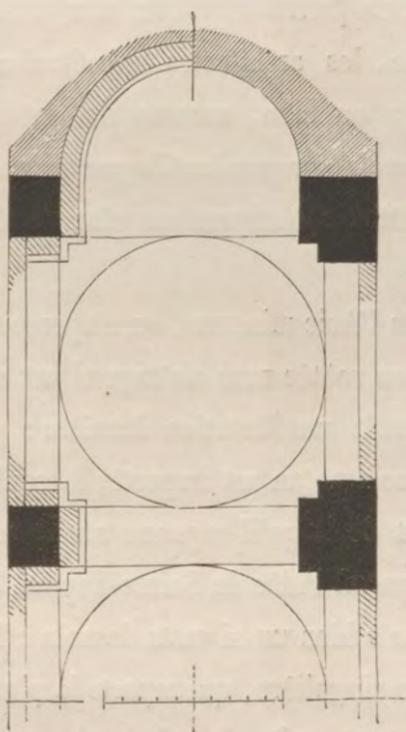


Fig. 177.

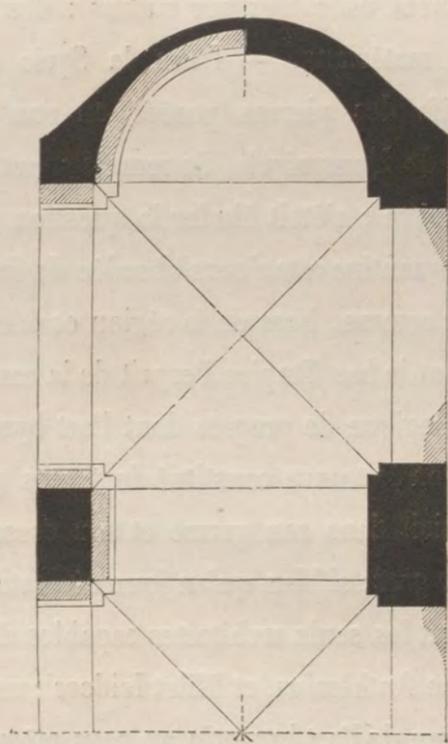


Fig. 178.

l'on admet que l'art byzantin résulte d'éléments asiatiques incorporés à l'architecture romaine, la côte syrienne, qui est après celle d'Ionie le grand entrepôt du commerce de l'Orient avec Rome, se présente elle aussi dans une situation topographique qui fait présumer une influence. Cette influence est réelle : mais elle porte avant tout sur le côté décoratif de l'art. On a dès longtemps rapproché de la sculpture byzantine la sculpture juive du tombeau des Rois ou des portes du Temple, ou même la sculpture gréco-syrienne des villes du haut Oronte¹. La

¹ De Sauley, *Hist. de l'art judaïque*; Viollet-Le-Duc, *Entretiens sur l'archit.* (6^e entr.); de Vogüé, *Syrie centrale*.

décoration sculptée, voilà l'apport probable des influences syriennes dans l'architecture byzantine : mais dès qu'il s'agit de la construction même des édifices et notamment du système des voûtes, on ne voit ni quelle part l'art de Syrie peut revendiquer, ni même quelle action il eût été capable d'exercer. L'art byzantin a pour point de départ la voûte sans cintrage, et celle-ci suppose essentiellement l'emploi de la brique : or quelle apparence y a-t-il qu'un système de construction en brique se soit développé dans la contrée peut-être la plus riche en pierre qui soit au monde ? Aussi les coupoles syriennes, celles de Djerach, de Jérusalem (pl. XV) ne répondent que de fort loin à l'esprit des méthodes byzantines ; ce sont des voûtes péniblement exécutées sur cintres : des copies en pierre de voûtes imaginées pour d'autres matériaux. — Dans la Syrie centrale, les architectes substituaient aux pendentifs des pierres posées en pan coupé ; ou bien, comme ils ont fait au prétoire de Mousmiyeh, ils remplaçaient la coupole sur pendentifs par la voûte en arc de cloître : c'était éluder la question des voûtes sphériques sur plan carré, que l'école byzantine a toujours abordée de front.

En somme, hors de la région occidentale de l'Asie mineure, on n'aperçoit nulle part avant le bas Empire l'esprit de la construction voûtée sans cintrage ni cet enchaînement logique de progrès dont l'art byzantin fut la manifestation dernière : partout ailleurs on le trouve constitué de toutes pièces comme un art importé ; là seulement on le saisit dans son germe et son essor. C'est de là qu'il rayonne sur le reste de l'Empire grec ; si bien qu'au jour où Justinien conçoit l'idée de Sainte-Sophie, l'Ionie lui fournit les seuls architectes capables de mener à bien un si vaste dessein : Tralles lui donne Anthémios, et Milet Isidore : rencontre singulière, qui reporte la plus belle application de l'art byzantin au pays même où cet art avait pris naissance.

II

LE DÉVELOPPEMENT DE L'ART BYZANTIN

ET LES ÉCOLES LOCALES

Si l'on suit l'histoire intérieure de l'Empire lors de l'affranchissement du christianisme, on ne voit guère qu'un instant où placer la fondation des grandes basiliques voûtées de l'Asie mineure telles que celles de Philadelphie ou de Sardes : c'est l'intervalle de dix-sept ans (313-330) compris entre l'édit de Milan et la création de Constantinople. Je ne sais quel air de grandeur empreint en ces vieux édifices chré-

tiens accuse un art qui n'a pas définitivement rompu avec les traditions du haut Empire ; les voûtes sont construites d'après des principes nouveaux : mais le monument dans son ensemble garde ces dispositions larges qui ne s'obtiennent qu'à force de main-d'œuvre et de matière et qui attestent encore la toute-puissance romaine. — Constantinople s'élève : soudain ce cachet antique s'efface de l'art. Pour la première fois, l'Empire est réduit à compter avec les moyens matériels ; les ressources de l'Orient se sont comme englouties dans cette entreprise sans précédent ; les architectes eux-mêmes cessent d'y suffire : « Il nous faut des chefs de chantiers, écrit l'Empereur dans le préambule d'une loi ; il en faut le plus possible, et ils nous manquent¹ ». C'est l'aveu officiel de cette gêne étrange qui va condamner l'art à un retour en arrière et le ramener brusquement au point où il était aux derniers temps de la République romaine. Le procédé de la construction voûtée paraît trop coûteux et trop lent pour répondre à l'impatience de l'Empereur et à l'épuisement de l'Empire : on remplace systématiquement les voûtes par de simples charpentes ; on sacrifie l'aspect monumental, on sacrifie la durée au calcul politique qui force d'improviser une capitale ; et l'on revient sans réserve au type de la basilique primitive. L'église constantinienne de Sainte-Sophie, le plus somptueux ouvrage de la nouvelle ville, n'est autre chose qu'une basilique abritée d'un plafond en lambris ; l'église des Saints-Apôtres, destinée à la sépulture impériale : une simple basilique ; Sainte-Irène : une basilique. Partout des constructions légères, dont aucune n'est parvenue jusqu'à nous, et que les successeurs immédiats de Constantin virent tomber en ruines².

L'art demi-romain, demi-asiatique de Philadelphie ou d'Ephèse ne pouvait survivre à cette crise sans se modifier ; et la transformation qu'il subit le dégagea de plus en plus de l'élément romain. Jusque-là les constructeurs avaient compté sur la simple cohésion des massifs de leurs voûtes ; ils cessèrent peu à peu de regarder ces ouvrages comme des monolithes artificiels, et cherchèrent dans le jeu des poussées un principe nouveau d'équilibre. Ils s'attachèrent, par une innovation opposée aux habitudes romaines, à réduire la masse de leurs voûtes ; renonçant au tracé géométrique des pénétrations de berceaux, ils adoptèrent le profil surhaussé, si favorable à la

¹ Cod. theod., XIII, IV, 1 (constitution de l'an 304).

² Pour l'église de Sainte-Sophie construite par Constantin et restaurée par Constance, sa disposition avec toiture en charpente est suffisamment prouvée par le fait même de l'incendie qui l'a détruite (Theophan. 6024).

Même remarque en ce qui concerne Sainte-Irène (Theophan., *ibid.*)

Au sujet de l'église des Saints-Apôtres, voir Euseb. de Vit. Const., IV, 58.

— La courte durée des édifices de la ville de Constantin nous est attestée par Zozim., II, xxxii ; Cf. Themist. Orat., éd. du Louvre, p. 47.

stabilité et si bien en harmonie avec les procédés d'exécution par tranches ; ils inaugurèrent des plans d'édifices inconnus à l'antiquité : ils devinrent eux-mêmes, et l'art byzantin acheva de se constituer en leurs mains.

Les circonstances de cet acheminement de l'art byzantin vers sa forme finale, nous les ignorons : les monuments qui pourraient en retracer la marche laissent le champ trop ouvert aux conjectures ; ce que nous savons du moins, c'est qu'au vi^e siècle, l'évolution est accomplie. Toutes les méthodes de construction se sont fixées, tous les types d'édifices se sont produits, et tous se montrent appliqués à la fois, sans exclusion, sans parti pris : le plan polygonal, dès longtemps indiqué dans les écrits d'Eusèbe et de saint Grégoire de Nazianze¹, se renouvelle à Saint-Serge et à Saint-Vital ; le plan en basilique se retrouve à l'église de la Mère de Dieu à Jérusalem ; le plan en croix à cinq coupes apparaît lors de la reconstruction de l'église des Saints-Apôtres ; la belle disposition de Sainte-Sophie se révèle ; et enfin Sainte-Sophie de Salonique nous offre le type de ces églises à coupole centrale dont toutes celles de l'Athos et de la Grèce ne sont que des variantes : jamais l'art ne s'était montré plus libre, plus varié et plus fécond.

Mais cette fécondité dura peu, et l'art, comme épuisé par ce grand essor du siècle de Justinien, s'endormit bien vite dans le formalisme. Il eut au ix^e siècle un réveil momentané durant les instants de prospérité intérieure que la dynastie macédonienne sut assurer à l'Empire grec² : alors s'éleva la grande église du Palais, si magnifiquement décrite par Photius. Au reste, ce moment d'éclat ne fut lui-même marqué par aucune idée neuve ; à peine la proportion des édifices s'était-elle modifiée du vi^e au ix^e siècle : on était parvenu, par une pratique plus longue et peut-être aussi par l'application de chaînages mieux entendus, à donner aux dômes plus de légèreté en surélevant le tambour ajouré qui les porte : différence de détail, qui laissait à la période antérieure tout le mérite du système. — Puis l'immobilité reprit, et l'immobilité fut si complète, qu'entre Saint-Bardias de Salonique, qui date authentiquement de cette époque, et les églises qui s'élèvent

¹ Au sujet des églises polygonales à dômes de Nazianze et de Néocésarée, voir l'Oraison funèbre du père de saint Grégoire de Nazianze, XLII.

Quant aux églises de la Mère de Dieu à Jérusalem et des Saints-Apôtres à Cple, elle sont décrites dans Procope, de ædific, lib. I.

² Voir, sur cette curieuse période du bas Empire, A. Rambaud. L'Empire grec au x^e siècle (1870) ; Paparrigopoulo. Histoire de la civilisation hellénique (1878).

sous nos yeux à l'Athos, il faut toute l'attention de l'archéologue pour discerner des nuances.

A quoi tient cette persistance obstinée des mêmes procédés, des mêmes formes? — Disons-le, elle est assez bien dans l'esprit grec. L'art classique, lui aussi, a vécu jusqu'à son extrême décadence sur le legs des siècles de Pisistrate et de Périclès. — Bientôt intervient une autre influence, celle même qui avait autrefois frappé de stérilité l'architecture de l'Égypte, l'influence hiératique : dès le VIII^e siècle, on voit se produire au second concile de Nicée la doctrine de la soumission absolue de l'artiste aux types traditionnels¹. Et enfin l'art subit le contre-coup des misères de l'Empire grec : nous sommes au temps où l'islamisme le menace, où les bandes occidentales des croisés vont le ravager, soit comme alliées, soit comme ennemies. Ce n'est pas à coup sûr dans un tel milieu qu'une architecture peut prospérer ; elle n'a que deux moyens de durée : emprunter, ou vivre sur le fonds de son passé. L'art byzantin n'emprunte rien du dehors. En vain les croisés sillonnent l'Empire en tous sens, les Grecs n'acceptent rien des méthodes occidentales : pas même la forme d'arc brisé qui s'associe pourtant si bien aux principes de leur architecture et que les Arabes y adaptent avec tant de succès ; les détails de l'art byzantin aussi bien que le tracé des plans, tout est consacré par la tradition et désormais immuable.

Mais avant de se fixer ainsi, l'art byzantin avait pris dans chaque province une physionomie à part : il était devenu local ; et, dans l'histoire sans chronologie de sa dernière période, on trouve à défaut d'une succession de types, une diversité d'écoles qui vaut la peine d'être au moins indiquée.

Il y eut différences de styles et différences de procédés :

Différences de styles, d'abord. Une église de l'Attique se distinguera toujours d'une église contemporaine appartenant à l'école monastique de l'Athos ; la proportion en est plus svelte, le style plus élégant ; l'une est à l'autre ce qu'est une cathédrale française du treizième siècle comparée à un monument du douzième. Je

¹ Coll. Labbe, vol. VII, col. 831. Il ne s'agit dans le texte que des peintres et de la représentation des figures sacrées, mais l'extension de l'idée était fatale : le principe était posé.

ne veux qu'un rapprochement entre deux édifices bien connus : la vieille église métropolitaine d'Athènes, et la chapelle de Lavra ou de Vatopédi.

Enfin il existe une école syrienne, caractérisée par le plan en basilique et l'arc outre-passé en fer à cheval¹ : école dont on sent l'influence jusque dans le parti général et le tracé des arcades de la Grande mosquée de Damas (pl. XXI, 1).

— C'est surtout lorsqu'on s'attache aux procédés matériels de la construction, que les différences deviennent saisissables :

La méthode d'exécution des voûtes par tranches, qui n'exige comme matériaux autre chose que des briques et du mortier de qualité fort ordinaire, eût pu se pratiquer dans les diverses contrées de l'Empire où ces éléments existent : or cette méthode, partout également possible, est fort loin de se montrer partout également en faveur. Parmi les monuments de brique dont la presqu'île de l'Athos est couverte, je n'ai pas rencontré une seule voûte en berceau construite par tranches. Dans la Grèce propre, je ne connais d'autre application de la méthode, qu'un groupe de citernes byzantines situées sur l'Acropole d'Athènes.

Passez en Syrie, vous ne trouverez pas, je crois, un exemple de la voûte par tranches : c'est un type spécialement propre à Constantinople et à l'Asie mineure.

Pour les voûtes d'arête, même distinction d'écoles : la solution normale, c'est la voûte par tranches dont le parement est une surface de révolution ayant comme directrice une courbe diagonale en arc de cercle (voir plus haut, page 52). Mais ce type n'a rien d'absolu ; et les exceptions, elles aussi, offrent un caractère local :

Ainsi à l'Athos, où les voûtes d'arête ne furent jamais couramment employées, le petit nombre de celles qui existent sont obtenues par des pénétrations de berceaux cylindriques (pag. 50).

En Grèce, où la voûte d'arête est aussi fort rare, elle se présente sous forme de voûte surhaussée construite par assises réglées, avec un profil diagonal et des arcs de tête sensiblement circulaires (pag. 28) : c'est, à part la différence des matériaux, la structure même de la voûte syrienne. En Grèce, à Daphni, par exemple,

¹ Eglise de Dana : Texier, *Architecture byzantine*, pl. LIX. — Eglise d'Aladja : de la Borde, *Asie mineure*.

Sur la part considérable qui revient aux Byzantins dans la construction de la Grande mosquée de Damas : Ibn Khaldoun, *Prolégomènes* (Notices et extraits des mss. tom. XX, p. 372).

La forme d'arc outre-passé est évidemment le souvenir d'un type antique dont j'ai retrouvé une foule d'exemples dans la décoration des stèles funéraires de la Phrygie.

les matériaux sont des briques; en Syrie ce sont des moellons : d'ailleurs le mode d'emploi est le même dans les deux cas.

Les coupes donnent lieu à une distribution géographique analogue :

A l'Athos, presque toutes les voûtes sphériques sont exécutées par assises annulaires (pag. 61); hors de l'Athos, dans le reste de la Turquie d'Europe et dans l'Asie mineure, les voûtes byzantines se partagent entre les deux modes de construction, procédé par lits, et procédé par tranches.

Les voûtes sphériques sur trompes (chap. VI), très usitées dans la presqu'île grecque et la Syrie, ne se retrouvent à ma connaissance qu'à l'état d'applications isolées dans le reste du territoire byzantin; à Constantinople, on ne les voit apparaître qu'avec la domination ottomane.

Ces voûtes sur pendentifs en pierre si bizarrement appareillés (pl. XV), que nous avons observées à Djerach et à Jérusalem, paraissent constituer un type exclusivement propre à la Syrie.

Et enfin le procédé qui se fonde sur l'emploi de poteries rangées en spirale ou posées comme voussoirs (page 71) ne se révèle que dans les édifices byzantins de l'Exarchat, et n'a guère laissé de tradition en dehors de la Palestine.

— Ces différences, il serait aisé d'en prolonger la liste : qu'il nous suffise d'en avoir établi l'existence; ce qui nous reste présentement à chercher, c'est l'origine même de cette curieuse inégalité.

N'essayons point de l'expliquer uniquement par la variété des matériaux mis en œuvre puisque, avec des matériaux similaires, du mortier et des briques, nous la voyons à chaque instant se produire. Sa véritable explication est précisément celle qui rend compte des distinctions d'écoles dans l'art du haut Empire : elle réside dans l'organisation toute locale des provinces et des villes de l'Empire grec. « De même
« que les divers peuples ont leurs mœurs propres, écrivait un empereur du x^e siècle ¹,
« de même aussi doivent-ils avoir leurs règlements à part et leur organisation indi-
« viduelle : garder les caractères qui les distinguent. » Ce mot résume l'origine et le sens du fait que nous venons d'analyser : la diversité des méthodes est avant tout un reflet de cette liberté laissée aux différents groupes de la population quant aux détails de leur vie intérieure; et cela nous conduit à regarder l'architecture du bas Empire sous un aspect nouveau, dans ses rapports avec la constitution même de la société byzantine.

¹ Const. porphyrog., De administr. imp., ed. bonn., p. 89.

CHAPITRE XV

L'ART BYZANTIN

ET LES CLASSES OUVRIÈRES AU BAS EMPIRE

Les Grecs, même à l'époque où l'autorité de Rome avait pris le caractère le plus absolu, ne connurent jamais cette discipline de l'art, qui efface des édifices la trace individuelle de l'ouvrier pour ne laisser paraître que la pensée dominante qui conçoit et la force organisée qui exécute. Les monuments romains de l'Asie sont, à cet égard, des témoins vivants qu'il faut entendre avant d'interroger les inscriptions et les chroniques : je prends au hasard parmi leurs ruines un exemple, la colonnade antique de Soles. Jamais, même dans l'art occidental du moyen âge, un ensemble d'architecture ne s'est développé d'une façon plus capricieuse et plus libre. Rien d'uniforme dans la décoration ; et pourtant la parfaite égalité de style qui règne d'un bout à l'autre de l'ouvrage atteste l'absence de restaurations ou de reprises¹. L'ordre corinthien domine : c'est le thème, pour ainsi dire ; mais les variations sont innombrables. La corbeille composite se mêle sans loi apparente aux chapiteaux classiques. Ici, les feuilles sont déjetées et tordues comme les rameaux d'une acanthe qui fléchit sous le vent ; là, les volutes d'angle sont remplacées par des aigles, des masques ou des statuettes. Telle colonne est entièrement lisse, telle autre a son fût cannelé : les grandes dimensions seules concordent de l'une à l'autre ; comme si l'architecte s'était contenté de régler les traits généraux, abandonnant le reste au goût de ceux qui travaillaient sous ses ordres.

¹ Les monuments gréco-romains de Syrie témoignent tous, à des degrés divers, de cette liberté d'allure dans le choix des détails : un quelconque des édifices publiés par M. de Vogüé (Syrie centrale) aurait pu nous servir d'exemple.

Cette apparente anomalie est, je crois, significative et nous fait entrevoir chez l'ouvrier romain de l'Orient une condition à part. Ici, l'ouvrier n'est plus un instrument passif, obéissant en dehors de toute initiative et de toute responsabilité, à la conduite de ses chefs de chantier ; il est traité comme une force intelligente et trouve devant lui un champ ouvert à sa liberté, j'oserais dire à sa fantaisie. Chaque sculpteur a sa pierre dont il arrange les ornements à son gré ; on sent que l'architecte a voulu l'attacher à l'œuvre en lui ménageant l'honneur d'y marquer son concours. C'était bien connaître les Grecs, que de les intéresser ainsi au succès ; leur caractère diffère peu du nôtre : les Romains se sont comportés avec eux à peu près comme nos architectes du moyen âge en usaient avec leurs tailleurs de pierre, laissant chacun d'eux arrêter à sa guise les ornements qu'il devait sculpter.

De quelque point de vue qu'on observe les méthodes orientales du haut Empire, on est frappé de cette prépondérance de l'esprit grec. Envisageons les procédés de construction concrète, et voyons comment ils se transforment pour s'accommoder à l'Orient. Au lieu de ces voûtes de blocage, où la part du travail intelligent est réduite dans la mesure du possible, que trouvons-nous ? Partout des combinaisons qui tendent, en compliquant s'il le faut la main-d'œuvre, à supprimer les cintres ; un système où le rangement des matériaux est tout : système élégant, ingénieux parfois jusqu'à la subtilité ; asiatique d'origine, mais essentiellement en harmonie avec les instincts, les aptitudes propres à la race grecque.

— Cette situation indépendante faite à l'ouvrier grec, nous la saisissons jusque dans la manière dont les Romains, et les Byzantins après eux, rétribuaient ses services :

Le paiement à la journée se pratiquait dans l'Orient : le tarif de Dioclétien en fait foi¹, mais le paiement à la tâche y était beaucoup plus usité que dans le reste de l'Empire ; et l'on en trouve la preuve écrite pour ainsi dire sur toutes les pierres des constructions inachevées de l'Orient : je veux parler des marques d'ouvriers ou de tâcherons.

Le premier monument où j'aie pu observer le fait est un pan de muraille à Salonique, construit à l'aide des débris d'un théâtre : un monogramme se lit sur chaque pierre et parfois se reproduit sur une série de blocs ; l'écriture est négligée,

¹ Voir l'Édit du maximum, publié par M. Waddington.

ça et là des lettres se présentent renversées de bas en haut; quelques exemples suffiront pour caractériser ces signes¹ :

MARQUES DE PIERRES AU THÉÂTRE DE SALONIQUE

+ Ε λ < Π Κ Ϟ Κ Ϟ Ϸ

Toutes ces marques sont gravées sur des faces d'épannelage; elles devaient disparaître lors du ravalement: et cela explique qu'il ne faille en chercher d'analogues que dans les édifices inachevés, dont les matériaux nous sont parvenus à l'état d'ébauche.

— A première vue, j'ai pris ces lettres pour des repères de pose; mais une rencontre heureuse vint en rétablir le vrai sens: j'ai trouvé, sur deux blocs différents, l'inscription que voici :

Θ λ ε ε Ϟ Ϟ Ϟ

Ce qui doit se lire: Θ λ ε ε... [ου] ε Ϟ γ [ον], c'est-à-dire: Ouvrage d'un certain tailleur de pierre dont le nom commençait par les lettres Θ λ ε ε.

Ailleurs, j'ai recueilli cette désignation :

Η Λ Ϟ Ο Υ

Cette fois, le nom propre était écrit en entier, le mot ε Ϟ γ ο ν seul restait à suppléer. Il ne pouvait exister dès lors le moindre doute sur le sens général de ces abréviations: toutes étaient des signatures d'ouvriers, destinées à servir au règlement de leur compte: toutes devaient disparaître lors de la taille définitive des parements.

Ces singulières marques, où la personnalité de l'ouvrier grec s'affirme d'une manière fort inattendue en pleine civilisation romaine, se sont reproduites depuis sur la plupart des édifices ébauchés que j'ai pu étudier en Orient: au théâtre de Nicée, à celui d'Æzani, sur les pierres de provenances diverses dont est bâti l'aqueduc d'Éphèse, etc. Dans l'Occident au contraire, à peine trouvera-t-on des exemples

¹ Pour cette étude des marques lapidaires, et pour toutes les questions historiques qui font l'objet de ce chapitre, j'ai dû souvent recourir aux bienveillants conseils de M. Egger. Mentionner un à un les renseignements dont je lui suis redevable, serait sans cesse rappeler le souvenir de son inépuisable obligeance.

isolés du mode de comptabilité qu'elles nous révèlent : il était connu quoique peu en usage chez les populations gallo-romaines ; les Grecs de Pompéi l'ont pratiqué : mais à Rome même, l'application en était assez rare pour ne laisser, à ma connaissance, aucun indice.

— Quoi qu'il en soit, la coutume se perpétue dans l'Orient pendant la période byzantine : on peut même dire qu'elle se généralise. J'ai relevé, dans la seule ville de Constantinople, plus de sept cents signatures d'ouvriers ou de tâcherons byzantins : toutes les pierres de la citerne des Mille et une colonnes sont signées ; toutes celles du revêtement décoratif de Sainte-Sophie le sont également ; il existe des sigles de même genre à Saint-Serge, à l'église Saint-Jean, etc. Voici, à titre d'exemples, deux séries de marques recueillies, l'une à la citerne des Mille et une colonnes, l'autre à Sainte-Sophie de Constantinople :

1° SIGLES PROVENANT DE LA CITERNE BIN BIR DIREK

ΕΥΓ ΚΓ ΚΛ ΕΥΚ ΕΥΡ
 +Υ Υ ϩ Υ
 ΥΝ ΚΥΝ ΚΥΝΟ ΥΝ ΛΑ
 ΑΚΑ ΛΛΛ ΑΚΑΒ ΚΟC ΑΚΑΚΙ

2° SIGLES PROVENANT DE SAINTE-SOPHIE¹

ΑΕ ΑΕ Α ΑΝΔ ΑΝΔ Π
 ϺΕ ϺΕ Π ϺΕ Χ
 +ΕΛ +ΕΛ Π ΛΔ+ VΔ Α
 ΜΡ >Μ ΤΡ >Ρ ΥΚ
 Υ ϩ Π ϩ Π ϩ
 Τ ΛΥΕ ϩ
Π
 Α Τ Π Τ Π

Telle est la physionomie de ces marques byzantines. Leur répartition entre les

¹ Indépendamment de ces signatures, j'ai retrouvé à Sainte-Sophie les traces d'un numérotage des dalles de l'étage supérieur :

divers membres des édifices donne accessoirement un indice assez net de la façon dont les Byzantins entendaient la distribution du travail sur un chantier.

Le principe dominant dans l'organisation d'un chantier romain était ce que nous appelons aujourd'hui la division du travail : jamais ce principe de division ne fut appliqué avec une logique plus absolue qu'à l'époque romaine. Dans un chantier du haut Empire, vous découvrez autant d'ateliers distincts qu'il se présente d'opérations différentes ; dans une construction byzantine, rien de semblable : vous lisez un même nom tour à tour sur des fûts, sur des chapiteaux ou sur des blocs simplement équarris. Le tâcheron qui signait N a fourni pour sa part à la citerne des Mille et une colonnes, 21 chapiteaux, 19 grands tambours et 117 petits : rien n'indique que le chef du chantier ait eu la pensée d'affecter tel ouvrier à tel travail spécial ; cette division méthodique d'attributions avait cessé avec le haut Empire, et peut-être même s'était-elle de tout temps confinée aux limites de l'Occident romain.

Du reste l'Orient ne change point ; aujourd'hui encore, l'absence de division dans les travaux de la construction orientale est frappante. En Macédoine, où j'ai vu les choses de plus près, voici invariablement de quelle manière une entreprise de construction est conduite. Le propriétaire fait choix d'un maître-ouvrier qui prendra sur le chantier le titre de πρωτομαίστερος ; à cet architecte improvisé il adjoint un certain nombre de maîtres-ouvriers (μαίστερες) et de compagnons, et ce sont les mêmes hommes qui travailleront à la fouille des fondations, à la maçonnerie des murs, à la

La galerie nord du gynécée nous offre, mêlées parmi des dalles dépourvues d'inscriptions, des dalles numérotées où l'on suit, sans trop de difficulté, des chiffres allant de A à Δ S.

La galerie sud nous offre un semblable numérotage, partant de A pour se terminer à Δ Δ.

Enfin le narthex supérieur présente un numérotage commençant par A pour finir à MB, sauf une lacune de IΘ à KH.

Je ne vois guère à ces numérotages d'autre explication que celle-ci : le carrelage a été refait, et, pour distinguer les dalles nouvelles des vieilles dalles remployées, on aura numéroté les vieilles dalles. Je ne donne cette explication qu'à titre d'hypothèse ; si on l'accepte, on se trouvera en possession d'un nouveau détail de cette comptabilité un peu primitive qui remplaçait chez les anciens les écritures complexes de notre comptabilité moderne.

A Sainte-Sophie, la lettre A, ou bien la lettre Π, se présente fréquemment isolée au coin des pierres, et paraît une marque distincte de la signature.

— Pour compléter ces observations sur les sigles lapidaires, voici une liste de documents auxquels on pourra se reporter :

Ross : Inscr. gr. ined. n. 48. — Meletopoulos : Ant. du Pirée (Athènes 1882). — Mazois : Pompéi 1^{er} vol. pl. xii et pag. 35. — De Vogüé, Syrie centrale, pag. 65. — M. Dieulafoy a relevé des signatures d'ouvriers persans dans les ruines de Mesched-Mourgab. — Les soubassements du temple du Puy-de-Dôme présentent des marques d'ouvriers, et peut-être est-on en droit de reconnaître la même particularité au monument d'Igel (Ritschl et Brambach, Corp. Inscr. Rhenan. n. 831). — M. Revoil donne un bon nombre de sigles de même genre dans son Architecture romane du midi de la France. — Voir surtout les documents publiés dans les Annales archéologiques de Didron sur les marques de Reims, d'Aigues-Mortes, etc. (2^e vol. p. 250 ; 3^e vol. p. 31).

charpente des toits ; à peine les ouvrages de ferronnerie et de menuiserie sont-ils réservés à des artisans spéciaux. Il semble que l'idée d'une distribution systématique du travail soit étrangère aux intelligences de l'Orient ; la simplification, les Grecs la cherchent dans des artifices techniques plus ou moins ingénieux, mais jamais, que je sache, dans une répartition calculée des ressources ouvrières dont ils disposent.

— J'ai prononcé les mots de maîtrise et de compagnonnage : ils répondent à une institution qui mérite de nous arrêter à son tour.

De même que les ouvriers occidentaux, les artisans grecs étaient affiliés à des corporations qui se sont perpétuées jusqu'à nos jours, et dont la constitution actuelle nous aide à comprendre ce qui se passait autrefois.

Ces corporations contemporaines nous rendent, dans les détails de leur vie intérieure, toute l'organisation des collèges antiques : elles forment dans l'État autant de groupes partiels qui s'administrent eux-mêmes, comme le collège dans le municipe et comme le municipe dans l'Empire. Ces associations de travail (συνεργασίαι ou « esnafs ») ont un conseil exclusivement composé de ceux à qui un apprentissage suivi d'examen a valu le titre de maîtres (ματστορες). Le conseil est présidé par un chef électif, le πρωτομαϊστορ, assisté d'un secrétaire (γγραμματεύς) ayant sous ses ordres un huissier (αρχιρουνξ) chargé des convocations. L'association, à l'exemple des collèges antiques, est à la fois une corporation ouvrière, une confrérie religieuse et une société de secours. A titre de confrérie, elle a ses fêtes annuelles : un banquet, comme dans tous les collèges antiques, et un service pour les morts, souvenir évident des collegia funeraticia des anciens. — A titre de société d'assistance, elle a sa caisse de secours et ses membres honoraires ; et enfin, considérée comme confrérie religieuse, elle lie les uns aux autres ses divers membres par un ensemble de devoirs que le christianisme a transformés, mais qui trouvent assurément leur point de départ dans l'antiquité païenne. Le gouvernement ture, continuant en ceci la tradition de l'autorité byzantine, reconnaît à ces collèges actuels la qualité de personnes civiles, la faculté de posséder, de vendre, de revendiquer leurs droits en justice. Toute délibération de l'esnaf, comme autrefois du collège, est scellée au sceau de la corporation ; si elle se traduit par une requête à l'administration ottomane, elle lui est transmise par le protomaïstor, ou bien, au cas où

elle intéresse plusieurs corporations à la fois, elle est présentée par l'évêque accompagné des présidents des esnafs qui sont en cause.

Ajoutons que, d'une ville à l'autre, ces esnafs entretiennent des relations hospitalières de confraternité qui rappellent les habitudes occidentales du compagnonnage. Ainsi, chaque été, un village bulgare nommé Derbé envoie des ouvriers à Salonique pour prêter leur concours aux entreprises de construction; et ces étrangers sont assurés de l'appui, au besoin de la protection de leurs collègues qui voient dans leur collaboration un renfort plus encore qu'une concurrence. De là ces mœurs peu sédentaires qu'on remarque dans tout l'Orient chez les ouvriers constructeurs. J'ai rencontré à cinquante lieues de la côte d'Asie mineure des maçons de passage originaires de l'île de Rhodes : — à la faveur des mêmes institutions de mutuelle assistance, ces habitudes errantes étaient si développées à l'époque byzantine, qu'on voyait des ouvriers isauriens chercher du travail jusqu'à Constantinople¹.

Telle est aujourd'hui la condition des artisans grecs d'Orient, telle elle était dès l'époque du bas Empire. Les lois, dans leurs indications malheureusement trop sommaires, témoignent de l'existence des corporations sous les Empereurs grecs; et les détails échappés aux chroniqueurs suffisent à montrer que la constitution présente est une continuation de l'organisation byzantine. Je me contente ici d'un exemple :

Un récit de Glycas, relatif à Sainte-Sophie, commence ainsi² : « Le fils d'un πρωτομαίστωρ, chargé de surveiller, pendant l'heure du repas, les outils du chantier... » L'anecdote en elle-même importe peu; mais ce titre de πρωτομαίστωρ, rapproché des faits actuels, jette, ce me semble, quelque lumière sur les usages en vigueur au vi^e siècle. Ce mot, par sa forme même, suppose l'existence de simples μαίστωρες; et à son tour le titre de μαίστωρες donné aux ouvriers constructeurs implique parmi ces ouvriers le régime de maîtrise et la hiérarchie que nous voyons aujourd'hui fonctionner sous nos yeux.

En Occident, à Rome surtout, les collèges avaient le caractère d'associations obligatoires : l'artisan était fixé, lui et sa descendance, à son collège en même

¹ Theophan. ed. bonn. p. 359. — Cf. Joann. Malala, ed. bonn. p. 490.

Les détails qui viennent d'être présentés sur les corporations actuelles ont été recueillis à Salonique, grâce au concours de M. Nicolas-Hadji-Thomas, dont la profonde connaissance du pays m'a été précieuse. — Au sujet des corporations actuelles de Cple, on consultera avec intérêt un article inséré par M. le D^r Basilaki-Bey-Sarakiotis dans une Revue orientale intitulée l'Univers (Cple 1875).

² Glycas, Annal. Ed. bonn. p. 497. — La Descriptio urbis Constantinopolitanae mentionne formellement les

temps qu'à son métier; et l'État lui attribuait, en échange de sa liberté, une part dans la jouissance de certains « fonds dotaux » dévolus à la corporation. En Orient, il paraît douteux que cette organisation ait jamais été appliquée dans toute sa rigueur, et ce qui m'inspire ce doute, c'est qu'aucun des édits qui tendent à définir la situation légale des *collegiati* ne porte l'attache des empereurs d'Orient. Il serait nécessaire pour vérifier cette observation de passer en revue une interminable série de textes; voici les plus saillants :

La loi qui oblige les recteurs de provinces à renvoyer de force dans leurs corporations les *collegiati* fugitifs s'applique expressément aux déserteurs « des collèges de Rome » (Cod. theod. XIV, II, 4).

La même loi est confirmée plus tard sous une forme moins restrictive : et la lettre impériale qui la renouvelle est datée de Milan et émane d'Honorius (Cod. theod. XIV, VII, 1).

La loi (Cod. theod. VI, xxx, 16) qui assimile la servitude des *collegiati* à celle des curiales a même origine et s'adresse spécialement au gouverneur de la province d'Italie.

Je passe au dernier règlement qui ait trait à la condition des collèges : celui-là même émane d'un empereur d'Occident, c'est un édit daté de Ravenne et signé de l'empereur Majorien (Novell. theod. IV, 1¹).

Ainsi, en fait de mesures coercitives, c'est de l'Occident, et de l'Occident seul, que part le mouvement : les empereurs de Constantinople se contentent d'enregistrer les lois de leurs collègues. Puis, après la chute de l'Empire d'Occident, alors que les recueils de lois sont décidément dressés en vue des provinces grecques, cette formalité même devient superflue; et l'on voit tout à coup disparaître de la recension tribonienne plus des deux tiers des lois qui avaient trait aux classes ouvrières. Rien ne saurait mieux peindre le changement accompli. Le règlement qui établissait

corps de métiers de Constantinople : « Collegiatos xxv qui è diversis corporibus ordinati, etc. » (Du Cange, *Cp. christiana*, lib. I, p. 64.)

¹ Il ne faudrait pas croire que l'insertion de ces règlements locaux, soit au Code théodosien, soit plus tard au Code justinien, leur eût donné la valeur de lois générales applicables à tout l'Empire. Ce serait se méprendre sur le caractère des codes antiques. Un code n'est autre chose qu'un recueil de jurisprudence : recueil officiel, mais qui conserve essentiellement aux textes le sens, la portée et l'étendue d'application que leurs auteurs leur ont attribués. — Voir à ce sujet les considérations développées dans l'Histoire du droit romain, de Bach (*Historia jurisprud. rom.*, Leips. 1796, p. 569 et 579).

l'hérédité des servitudes du collègue est effacé; la nouvelle de Majorien que je citais tout à l'heure n'est point admise; il ne reste rien des dispositions qui faisaient une pénalité de l'incorporation à certains collèges : en tout ce qui touche au régime des classes ouvrières, le Code justinien semble une protestation contre la législation occidentale; et, si quelques mesures de rigueur y subsistent, presque toujours les constitutions qui les sanctionnent portent cette désignation formelle, qu'elles sont spéciales à la ville de Rome sur laquelle les Empereurs grecs gardaient une sorte de suzeraineté¹.

En revanche il est une série de lois relatives aux ouvriers, qui se maintiennent dans le Code justinien et s'appliquent à l'Orient : ce sont précisément celles qui sanctionnent des immunités ou des privilèges. Tel le règlement de Constantin, qui énumère les professions exemptes de corvées; ce règlement figure au Code justinien, et avec cette indication formelle : « Les artisans compris dans la liste jouiront de la dispense, *quelle que soit la ville qu'ils habitent*². » Une loi de Valentinien entourait de garanties spéciales les biens de la corporation des naviculaires ; elle est également reproduite au Code justinien. Et ainsi des autres. On sent que les empereurs byzantins, suivant une direction d'idées tout opposée à celle de leurs collègues d'Occident, cherchent à s'attacher l'ouvrier grec par des encouragements au lieu de s'assurer ses services par la contrainte. Etrangers par principe aux affaires des corporations, ils ne paraissent tenir à leur égard d'autre attitude que celle de la défiance : ils les traitent comme des sociétés secrètes; et la seule mesure qu'on leur voit prendre envers elles consiste à leur imposer des chefs sous prétexte de leur donner des protecteurs³.

— Du reste, cette dissolution lente de l'organisme autoritaire du vieil Empire se traduit, bien au delà du vi^e siècle, dans le contexte même des codes. Au ix^e siècle,

¹ C'est à ce titre de règlement local que figure au Cod. justin. (XI, XIV, 1) la constitution déjà citée relative aux corporati déserteurs : le texte spécifie formellement « les corporati de la ville de Rome ». Cette constitution, avons-nous dit, a été confirmée dans un édit ultérieur pris par un empereur d'Occident en termes entièrement généraux (Cod. theod. XIV, VII, 2) : — il est à remarquer que l'édit confirmatif ne se retrouve pas au Cod. justin.

² Cod. justin. X, XLIV, 1 ; Cf. Cod. theod. XII, IV, 2. — La loi suivante, relative aux navicularii, existait au Cod. theod. XIII, VI, 2, et se trouve reproduite au Cod. justin.

³ La législation justinienne consacre formellement les règlements qui attribuaient au Sénat le droit d'interdire les réunions des collèges (Dispositions réunies Digest. XLVII, XXII).

Quant à l'institution des protecteurs, institution dont le caractère exceptionnel accuse bien l'indépendance normale du collègue vis-à-vis de l'autorité, on la trouve indiquée dans la chronique de Jean Scilitzas (Ed. Bonn. p. 641)

le recueil des lois antiques fut révisé à nouveau et traduit en grec pour l'usage exclusif de l'Empire byzantin. Or, comparons cette recension dite des Basiliques à la recension justinienne, comme tout à l'heure nous comparions celle-ci à celle de Théodose II : nous assistons à l'entière disparition des règlements coercitifs. Le nouveau code, en élaguant ce qui était inapplicable, soit au monde grec, soit à l'époque contemporaine, élimine d'un trait tout ce qui dans les codes primitifs liait l'ouvrier à son collègue et le collègue à l'administration impériale : cette fois, dans la loi comme dans les faits, les corporations ont cessé de compter parmi les rouages officiels de l'autorité impériale. Que gardent-elles alors de leur régime passé ? Un esprit de solidarité remuante qui se manifesterait plus d'une fois dans les émeutes de Constantinople¹ ; et, ce qui nous intéresse ici plus directement, elles conservent pour la tradition un respect presque superstitieux qui leur rappelle l'ancienneté de leur origine, mais aura tôt ou tard pour inévitable effet d'immobiliser l'art dont elles sont les dépositaires. Chaque ville possède ses confréries d'ouvriers à la fois indépendantes les unes des autres et indépendantes du pouvoir central : chaque confrérie maintient, avec ses statuts individuels, ses procédés à part ; et ainsi s'établit à la fois la fixité de l'art dans chaque ville et sa diversité d'une contrée à l'autre. Assurément la vie des ouvriers en corporation est une des principales influences qui imprimèrent à l'art byzantin le caractère à la fois traditionnel et local que nous avons observé en lui.

Ces artisans, qui en théorie jouissaient d'une liberté absolue, comment étaient-ils employés par l'État, à quel titre prêtaient-ils leur concours aux ouvrages d'utilité publique ? — Habituellement, ils travaillaient à l'entreprise, et nous avons des exemples de marchés entre l'État et des entrepreneurs².

Mais les Empereurs byzantins ne s'astreignaient pas toujours à cette formalité des marchés avec leurs sujets ouvriers. L'Empire d'Orient est une monarchie asiatique appliquée aux Grecs : il consent à compter avec les susceptibilités de leur caractère, mais reprend par intervalles son allure absolue, et décrète la corvée pure et simple, tout

¹ Nicéas nous montre, dans une révolte de Cple, les corporations soulevées, marchant par phalanges, comme des troupes régulières (Nicet. choniat., ed. bonn., p. 511). — Nous trouvons dans Cantacuzène un exemple de requête collective des marchands et des ouvriers de Cple à l'Empereur (ed. bonn. t. II p. 71), etc.

² On sait que la grande prison de Constantinople fut un bâtiment adjudgé à des entrepreneurs : Cantacuz., ed. bonn. 2^e vol. p. 542. Les textes relatifs aux Travaux publics, réunis dans la collection de Zachariæ de Lingenthal, paraissent confirmer cette règle (Jus gr.-rom. t. V. p. 203). Cf. Bonafid. Juris Orient. lib. I, p. 3.

comme eussent fait les souverains de la Perse ou de l'Asie centrale. Ainsi, pour une réparation à l'aqueduc de Valens, Constantin IV recrute de vive force « en Asie et dans la province du Pont, mille maçons et deux cents plâtriers; en Grèce et dans les îles, cinq cents briquetiers; en Thrace, cinq mille manœuvres et deux cents potiers; il choisit des chefs (ἀρχοῦντας) pour faire marcher cette troupe, et met à leur tête un patricien¹ ». Reconnaissons-le toutefois, les empereurs grecs regardaient ce travail contraint comme un moyen d'exception dont ils ne faisaient usage qu'en face de pressantes nécessités : quand les historiens en constatent une application arbitraire, leurs marques d'indignation accusent la rareté du fait qu'ils enregistrent; et Procope lui-même, lorsqu'il énumère si complaisamment les expédients auxquels Justinien est réduit pour achever ses grands travaux, ne songe même pas à faire allusion aux corvées².

Enfin, et sans doute par suite d'une tradition du haut Empire, il était de règle que les troupes byzantines fussent exercées à l'art de construire; nous les voyons, sous Basile le Macédonien, occuper en temps de paix leurs loisirs en concourant aux travaux de la grande église du Palais³.

Un directeur responsable présidait à chaque grande entreprise et attachait son nom à l'œuvre : c'était l'équivalent du curator dans les édifices antiques. Comme le curator romain, ce préposé était pris au besoin en dehors des professions qui touchent à l'art de bâtir : c'était par exemple un patricien; témoin ce Cyrus⁴, à qui Théodose le jeune confia les travaux d'une partie de l'enceinte de Constantinople. Puis, au-dessus de ces curatores spécialement chargés de tel ou tel ouvrage, se plaçait un surintendant qui comptait au nombre des dignitaires du Palais, et portait le titre

¹ Theophan. ed. bonn. t. I, p. 680.

² Procop. hist. arcan. 26. — Cedrenus il est vrai parle de corvées organisées sous Justinien (Ed. bonn. t. I, p. 773) : mais on sait le peu de confiance qu'il mérite. — Cedrenus mentionne également des corvées sous l'empereur Romain III (t. II, p. 497). — Théophane cite des restaurations de remparts faites par le même moyen : éd. bonn. t. I, p. 634. — Anne Comnène nous a laissé le récit des encouragements à l'aide desquels l'empereur Alexis recruta les ouvriers nécessaires pour l'exécution d'une forteresse à Nicomédie (Ann. Comnen. ed. bonn. t. II, p. 28) : rien ne ressemble moins à la corvée des Occidentaux. — La participation forcée aux travaux publics était une peine infligée à certaines catégories de condamnés (Attaliatæ synopsis, tit. 78; Lib. Leonis et Const. AA. tit. V : collect. de Leunclavius).

³ Cedren. ed. bonn. t. II, p. 233. — Cf. Themist. orat. ed. paris. p. 137; Veget. II, xi; Ann. Comnen. loc. cit.; Georg. monach. de Leone, 25.

⁴ Codin. ed. bonn. p. 107; cf. p. 103, 109, etc. — Theoph. ed. bonn. t. I, p. 680. — Digest. I., x, 2 § 1.

d' *οικεταρχος* : le livre des Cérémonies de la cour¹ nous le montre placé immédiatement sous les ordres du chancelier de l'Empire, à côté du comte des Aqueducs.

— Telle était la direction administrative des travaux de l'Etat. Quant à la direction technique, elle appartenait à l'architecte, seul agent dont il nous reste à préciser la situation et le rôle.

Rôle de constructeur avant tout. Le nom vulgaire de la profession en fait foi : on appelait l'architecte du titre de *μηχανικός*. C'est sous cette dénomination que Procope désigne l'illustre auteur de Sainte-Sophie, Anthémios. Le seul écrit d'Anthémios qui nous reste est précisément un traité sur les machines²; et ce nom de mécanicien, qui éveille avant tout l'idée de constructeur, se retrouvera à toutes les époques du bas Empire pour désigner des architectes qui tous le justifiaient, ainsi que l'a montré, je pense, l'ensemble de cette étude.

La profession d'architecte entraînait avec elle l'exemption de toutes les charges personnelles; un même texte du Code³ nous fait connaître cette immunité et nous donne à la fois la clef du mode de transmission des procédés : « Les architectes, dit-il, jouissent de l'immunité afin qu'ils puissent plus aisément apprendre à leurs enfants la pratique de leur art. » — C'est en effet ainsi que les méthodes se perpétuèrent à dater du vi^e siècle : une même famille milésienne fournit tour à tour à Sainte-Sophie deux architectes du nom d'Isidore⁴; les méthodes se léguaient de père en fils comme des secrets héréditaires. Quant aux écoles, nous les voyons misérablement constituées sous Dioclétien⁵; Constantin les encourage en vue des travaux de sa nouvelle capitale; et ensuite leur décadence est si complète, qu'au temps même des grandes constructions de Justinien, les auteurs du nouveau code effacent de la législation tous les textes anciens qui les avaient favorisées. L'enseignement officiel avait fait place à la tradition des familles d'architectes : et ce dernier chan-

¹ Voir Const. porphyrog., de Cerim., avec les notes de Reiske, aux deux passages suivants : ed. bonn. p. 717, 17; p. 736, 7.

² *Περὶ παραδόξων μηχανημάτων*; publié et traduit dans la Collection des notices et extraits des mss.

Le texte de Procope relatif à Anthémios est emprunté à son traité de *ædif.* (Ed. bonn. t. II, p. 177.) — L'emploi courant du mot *mechanicus* comme synonyme d'architecte ressort des textes suivants :

Tacit. Ann., XV, 42; Lamprid., Alex. sev., 44 et 22; Symmach. V, 74; X, 38, 39; Cod. theod. XIII, iv, 3; Procop. de *ædif.* I, 1; II, 8; Agath. hist. V, 8, etc.

³ Cod., theod. XIII, iv, 2; Cf. Vitruv. VI, præf.

⁴ Procop. de *ædif.* I, 1; II, VIII.

⁵ Voir l'édit du Maximum. — Le tarif de l'enseignement mérite d'être noté : 100 deniers (6 à 10 francs) par mois et par élève. — Les encouragements de Constantin sont indiqués au Cod. theod., XIII, III, 1.

gement dut concourir pour sa part à mettre dans l'art cette fixité, cette persistance de procédés qui nous frappe.

L'immobilité dans l'art, voilà donc le terme inévitable où les diverses influences convergent et se rencontrent : chez les ouvriers, le régime des maîtrises ; chez les architectes, le recrutement de père en fils ; et, par-dessus tout, l'esprit hiératique qui envahit de jour en jour la société entière. Dès le milieu du x^e siècle et malgré la secousse imprimée au monde byzantin par la dynastie macédonienne, cette action énervante a tout engourdi, et l'architecture est irrévocablement vouée à ce formalisme inflexible dont les institutions de l'Athos nous offrent aujourd'hui le singulier spectacle. Comme la société du bas Empire, l'art semble un tronc frappé de mort, dont les racines pousseront encore quelques rejets, mais loin du lieu où la tige autrefois a grandi. La sève byzantine circulera quelque temps dans les architectures arabe et persane ; elle s'insinuera même dans notre renaissance romane de l'Occident : mais sur le sol byzantin tout mouvement a cessé, toute vie s'est éteinte ; l'art expire au x^e siècle, et c'est à cette date qu'il faut clore l'histoire de ses progrès et le tableau de ses méthodes.

TABLE

INTRODUCTION.	PAGES
<i>Les principes de l'art byzantin dans l'architecture romaine de l'Orient.</i>	1

CHAPITRE PREMIER

LES POINTS D'APPUI : LE MUR ET LA COLONNE

I. LE MUR BYZANTIN.	
1. <i>Les massifs</i>	7
2. <i>Les parements</i>	11
II. LA COLONNE BYZANTINE.	13

CHAPITRE II

LES VOUTES EXÉCUTÉES SUR CINTRES

I. VOUTES EN BERCEAU.	19
II. PÉNÉTRATIONS ET VOUTES D'ARÊTE	
1. <i>Voûtes d'appareil.</i>	
a) <i>Voûtes en arc de cloître</i>	23
b) <i>Voûtes d'arête sans arêtiers coudés</i>	25
2. <i>Voûtes en menus matériaux.</i>	28

CHAPITRE III

LES VOUTES EXÉCUTÉES SANS EMPLOI DE CINTRES

PRINCIPES DE LA CONSTRUCTION SANS CINTRAGE

LEUR APPLICATION AUX VOUTES EN BERCEAU

I. PROCÉDÉS GÉNÉRAUX.	
a) <i>Berceaux construits par tranches verticales</i>	31
b) — — — — <i>inclinées</i>	33
c) — — — — <i>coniques.</i>	35
<i>Solution mixte</i>	36
II. DÉTAILS D'EXÉCUTION.	
a) <i>Fermeture des voûtes</i>	37
b) <i>Mode de tracé dans l'espace</i>	40
<i>Observations sur les cas d'emploi des voûtes avec ou sans cintrage</i>	41

III. EXTENSION DU PROCÉDÉ DE CONSTRUCTION SANS CINTRAGE A DIVERS TYPES DE VOUTES :	PAGES
a) Berceaux rampants ou biais.	44
b) Voûtes coniques.	45
c) Voûtes en vis.	46
d) Voûtes à lits rayonnants, exécutées sans cintres.	47

CHAPITRE IV

APPLICATION DU PROCÉDÉ DE CONSTRUCTION SANS CINTRAGE AUX VOUTES D'ARÊTE

I. MODE D'EXÉCUTION DE LA VOUTE D'ARÊTE PAR TRANCHES	49
a) Génération géométrique de la voûte	52
b) Son tracé dans l'espace.	53
II. PRINCIPALES CONSÉQUENCES DU TRACÉ BYZANTIN :	
a) Effacement des arêtes vers le sommet	54
b) Relèvement en trompe des panneaux vers les têtes	55
Variantes.	56

CHAPITRE V

COUPOLES ET NICHES SPHÉRIQUES

I. COUPOLES D'APPAREIL	59
II. COUPOLES EN BRIQUES.	
1. <i>Mode d'exécution par lits coniques à base horizontale.</i>	
a) Génération des lits coniques.	61
b) Tracé dans l'espace.	64
c) Extradossement des coupoles	65
2. <i>Types secondaires des coupoles :</i>	
a) Coupoles à nervures	66
b) — à côtes.	68
c) — par trompillons étagés	68
d) — sans poussée, exécutées à l'aide de tuiles creuses	70
e) — en poteries	71
III. NICHES SPHÉRIQUES.	
a) Cas où la niche embrasse plus d'une demi-circonférence.	72
b) — — — moins d'une demi-circonférence.	74

CHAPITRE VI

LA VOUTE SPHÉRIQUE SUR PLAN CARRÉ

AVEC TROMPES D'ANGLE

1. <i>Génération des trompes d'angle.</i>	79
2. <i>Mode d'exécution</i>	83
3. <i>Variantes et cas particuliers.</i>	
a) Trompe sphérique simplifiée.	84
b) Trompe cylindrique	84
c) Trompe en arc de cloître	85
d) Trompe en niche.	85

TABLE

185

CHAPITRE VII

LA VOUTE SUR PENDENTIFS

DANS LE SYSTÈME DE LA CONSTRUCTION PAR LITS

	PAGES
I. PENDENTIFS APPAREILLÉS	87
II. PENDENTIFS EN MENUS MATÉRIAUX :	
1. <i>Génération géométrique des pendentifs</i>	90
2. <i>Mode d'exécution</i>	92
3. <i>Variantes</i>	92
4. <i>Type général de la voûte sur pendentifs</i>	94

CHAPITRE VIII

LA VOUTE SUR PENDENTIFS

DANS LE SYSTÈME DE LA CONSTRUCTION PAR TRANCHES

I. LA VOUTE SPHÉRIQUE CONSIDÉRÉE COMME CAS PARTICULIER DE LA VOUTE D'ARÊTE BYZANTINE :	
a) Sa génération	99
b) Sa construction par tranches	100
c) Son adaptation aux plans barlongs	101
d) Variantes	102
II. CORRÉLATION ET CAS D'EMPLOI DES TROIS TYPES GÉNÉRAUX DE LA VOUTE BYZANTINE : VOUTE SPHÉRIQUE, VOUTE D'ARÊTE ET ARC DE CLOITRE	105

CHAPITRE IX

LES TASSEMENTS

VOUTES EN DÉCHARGE, ET MAÇONNERIES DÉLIAISONNÉES

1. <i>Les arcs en décharge : leur emploi et leur mode d'exécution</i>	109
2. <i>Déliaisonnements ménagés dans les maçonneries byzantines</i>	110

CHAPITRE X

LES CHAINAGES

1. <i>Chainage des murs</i>	115
2. <i>Chainage des voûtes :</i>	
a) Arcades	117
b) Berceaux	119
c) Voûtes d'arête	119
d) Voûtes sphériques	119
e) Chainages provisoires	120
f) Chainage et entretoisement des voûtes à Sainte-Sophie	121

CHAPITRE XI

LES CONTRE-FORTS

ET LE GROUPEMENT DES VOUTES

I. LES CONTRE-FORTS :	PAGES
Leur disposition à l'intérieur des édifices	123
II. COMBINAISONS D'ÉQUILIBRE QUI PRÉSENTENT AU GROUPEMENT DES VOUTES :	
a) Association de voûtes sur pendentifs et de berceaux	128
b) — de voûtes sur pendentifs et de niches de butée	129
<i>Applications diverses.</i>	130

CHAPITRE XII

LES COMBINAISONS D'ÉQUILIBRE A SAINTE-SOPHIE

ET DANS LES ÉDIFICES QUI EN DÉRIVENT

1. <i>Dispositions originelles de Sainte-Sophie et ses consolidations successives.</i>	135
2. <i>Modifications apportées au plan de Sainte-Sophie par ses imitateurs.</i>	138

CHAPITRE XIII

CONSTRUCTIONS EN CHARPENTE

1. <i>Charpentes permanentes.</i>	143
2. <i>Charpentes provisoires.</i>	148

CHAPITRE XIV

ESSAI HISTORIQUE

SUR LA CONSTRUCTION BYZANTINE

I. ORIGINE DES MÉTHODES.	
a) Préexistence des méthodes de la construction sans cintrage	151
b) Influences asiatiques	153
c) Influences romaines	155
d) Premiers essais de construction byzantine en Asie mineure	157
I. LES ÉCOLES LOCALES	162

CHAPITRE XV

L'ART BYZANTIN

ET LES CLASSES OUVRIÈRES AU BAS EMPIRE

I. CONDITION DE L'OUVRIER BYZANTIN.	
a) Indications fournies par le caractère des édifices	169
b) — — par les marques lapidaires.	170

TABLE

187

	PAGES
II. LES CORPORATIONS DE L'EMPIRE GREC.	
a) Leur régime intérieur	173
b) Leur condition légale	175
II. RESSOURCES EXTRAORDINAIRES AFFECTÉES AUX TRAVAUX DE L'ÉTAT.	
a) La corvée.	178
b) Le concours des troupes	179
IV. DIRECTION DES TRAVAUX DE L'ÉTAT	179
<i>Dernières manifestations de l'art byzantin</i>	181

L'ART DE BATIR

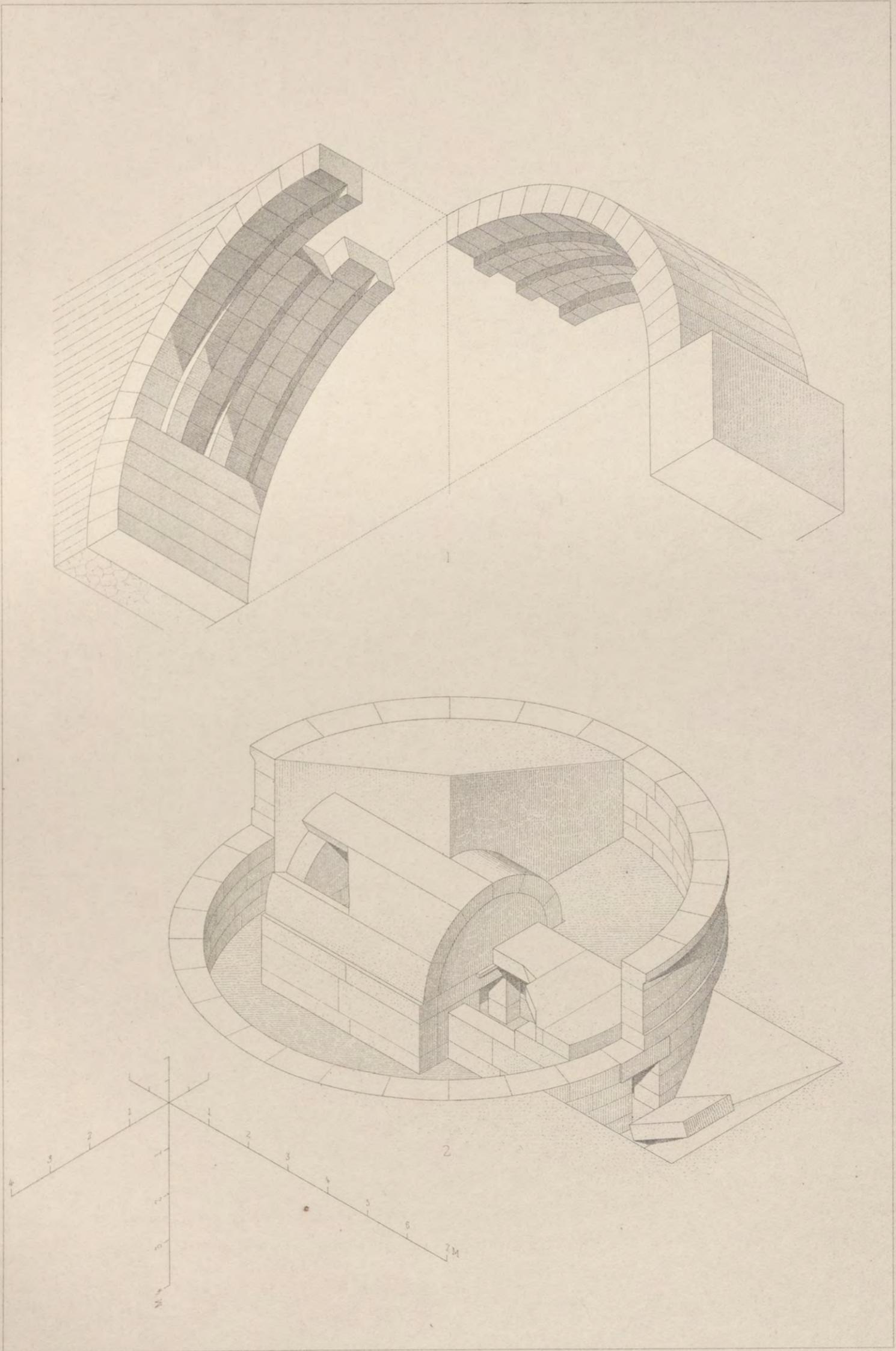
CHEZ

LES BYZANTINS

PLANCHES

TABLE DES PLANCHES

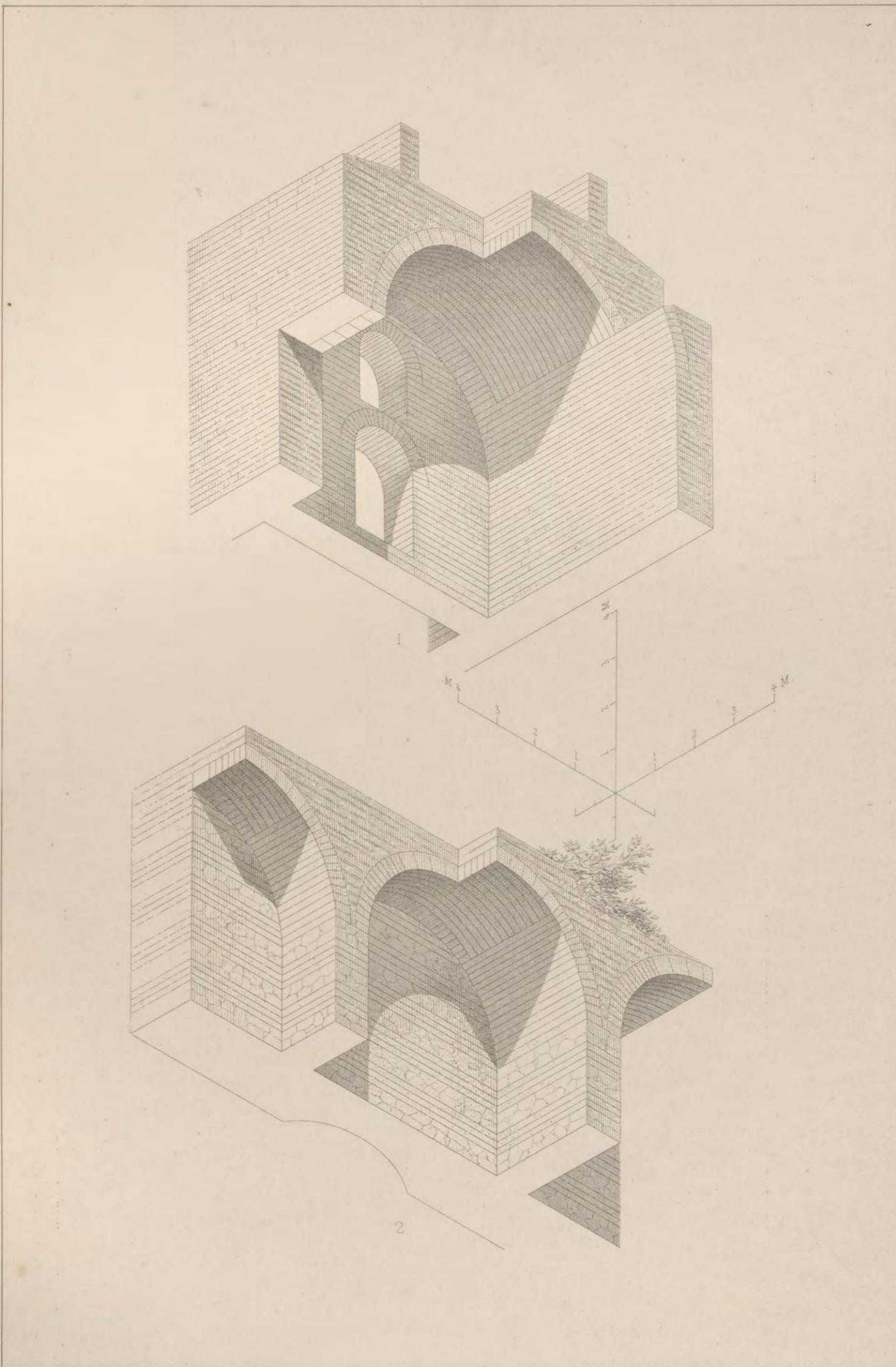
NUMÉROS DES PLANCHES	NUMÉROS DES FIGURES	CLASSEMENT DES FIGURES	PAGES CORRESPONDANTES DU TEXTE	ÉCHELLES
VOUTES SPHÉRIQUES				
<i>1° Extension aux voûtes sphériques du mode de construction par tranches et sans emploi de cintres.</i>				
XII	2	Abri d'un puits au monastère de Chilandari (Athos)	149	1 à 100
XIII	1	Citerne dite Yerè batan seraï, à Constantinople	53, 119, 152	"
"	2	Voûte sphérique enclavée sous l'enceinte romaine du temple de Magnésie du Méandre	102, 159	"
"	3	Citerne des Mille et une Colonnes, à Constantinople	101, 120, 152	"
XIV	1	Coupole par trompillons étagés, au temple rond de Spalatro	69, 153	"
"	2	id. au tombeau de saint Dimitri à Salonique	103	"
"	3	Demi-coupole couvrant le vestibule du tombeau de saint Dimitri, à Salonique	70, 153	"
<i>2° Voûtes sphériques construites par lits annulaires</i>				
a) — <i>Voûtes appareillées.</i>				
XV	1	Voûte d'un édifice de destination inconnue (khan ou bain), à Djerach	88, 162, 167	1 à 100
"	2	Porte sous la plate-forme du Haram-ech-chérif, à Jérusalem	89, 162, 167	"
b) — <i>Voûtes en brique.</i>				
XVI	1	Basilique de Philadelphie	112, 119, 160	1 à 100
"	2	Basilique Saint-Georges, à Sardes	160	"
"	3	Vestibule d'un édifice civil, à Sardes	160	"
XXII	1	Tombeau de Placidie, à Ravenne	111, 151	"
"	2	Citerne dite « d'Imbaher », à Nicoméde	120	"
XVIII	1	Citerne dite « le Boudroun », près Sainte-Sophie de Constan- tinople	94	"
"	2	Citerne au nord-est de l'Et-Meidan, à Constantinople	94	"
CAS PARTICULIERS DE LA COUPOLE BYZANTINE				
XIX	1	Coupole constituée par une spirale de tubes emboîtés, au baptis- tère de Ravenne	71	1 à 100
"	2	Coupole sans poussée, exécutée à l'aide de tuiles creuses : à l'ancien monastère de Saint-Panteleémon (Athos)	70	"
XX	1	Coupole à côtes, à Saint-Serge de Constantinople	68	"
"	2	— — à la Théotokos de Constantinople	67, 120	"
XXI	1	Coupole sur trompes à la grande mosquée de Damas	85, 166	1 à 200
"	2	— — provenant de l'enceinte de Nicée	84	1 à 100
ÉQUILIBRE ET GROUPEMENT DES VOUTES BYZANTINES				
"	1	Saint-Serge de Constantinople	68, 123	1 à 200
"	2	Rotonde de Minerva Medica, à Rome	123	1 à 400
XXIII	1	Saint-Georges de Salonique (état primitif)	63	"
"	2	Sainte-Sophie de Salonique	93, 126, 139	"
XXIV		Étude sur les dispositions originelles et les transformations suc- cessives des contre-forts à Sainte-Sophie de Constantinople	135, etc.	"
XXV		Les collatéraux de Sainte-Sophie de Constantinople	55, 65, 66, 106, 116, 126, 135, etc.	1 à 200



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

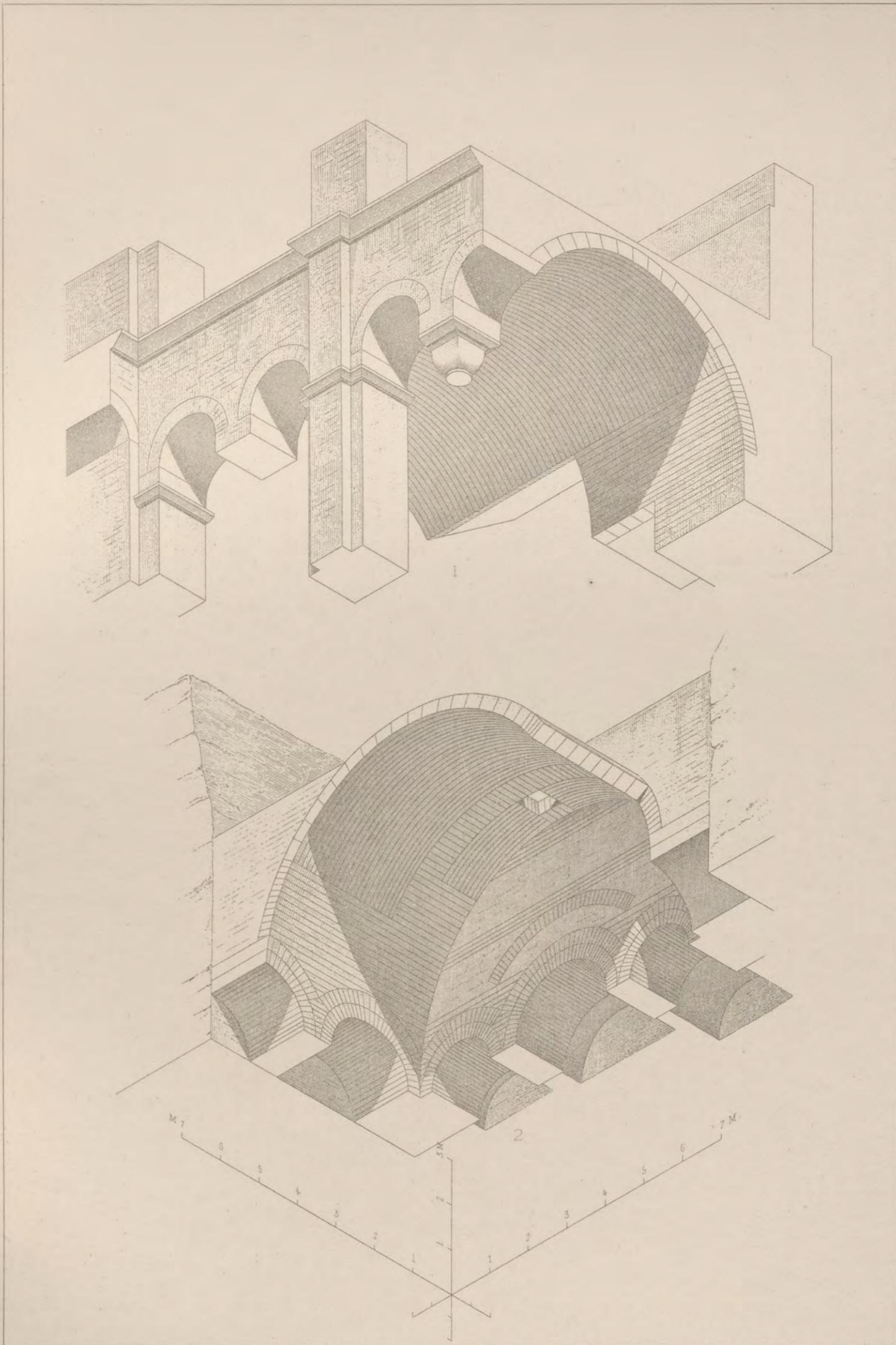
HIERAPOLIS



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

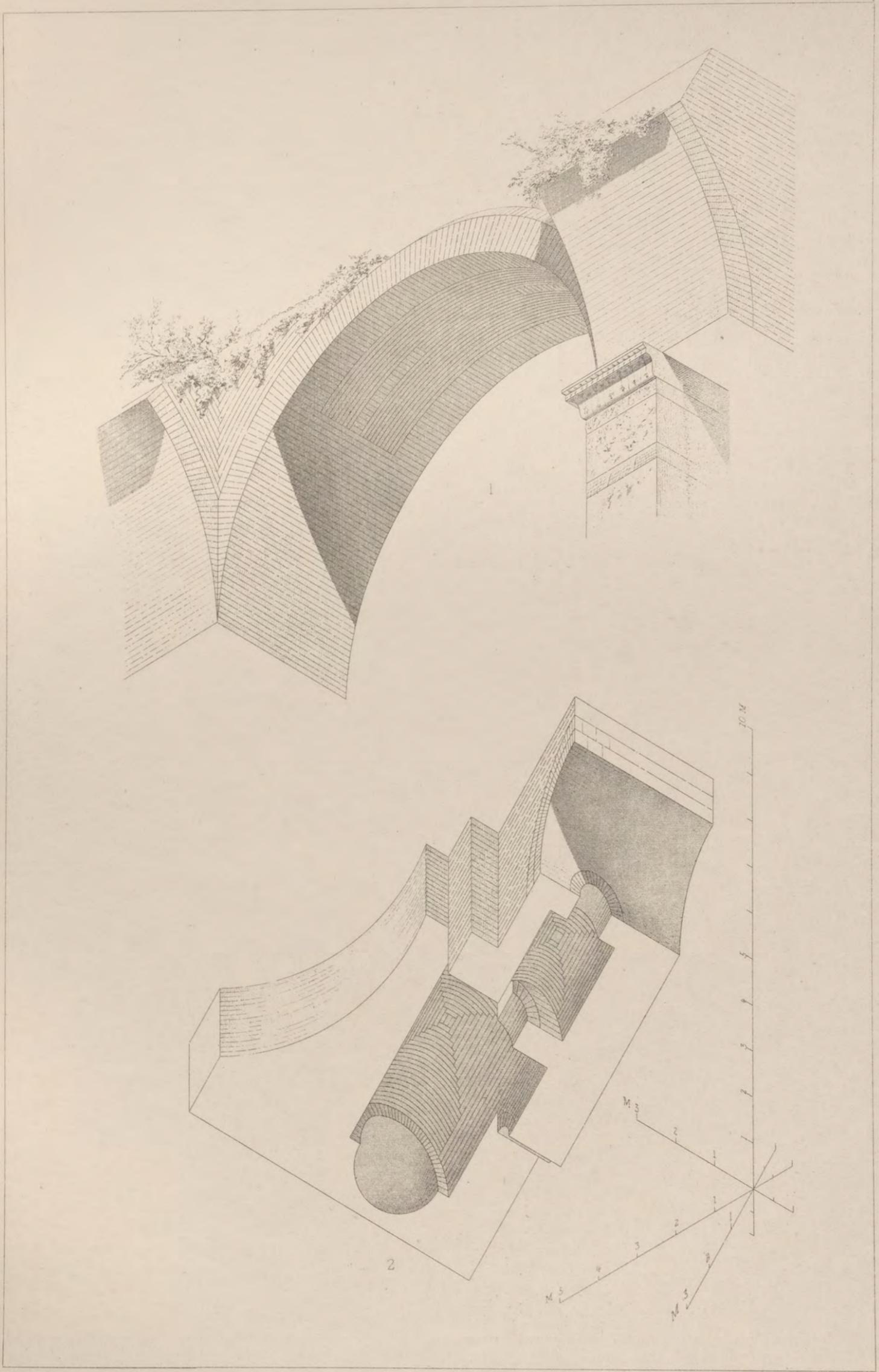
1 S^{TE} SOPHIE DE C^{PLE} — 2 NICOMEDIE



DESSINE PAR A CHOISY.

GRAVE PAR J Sulpis

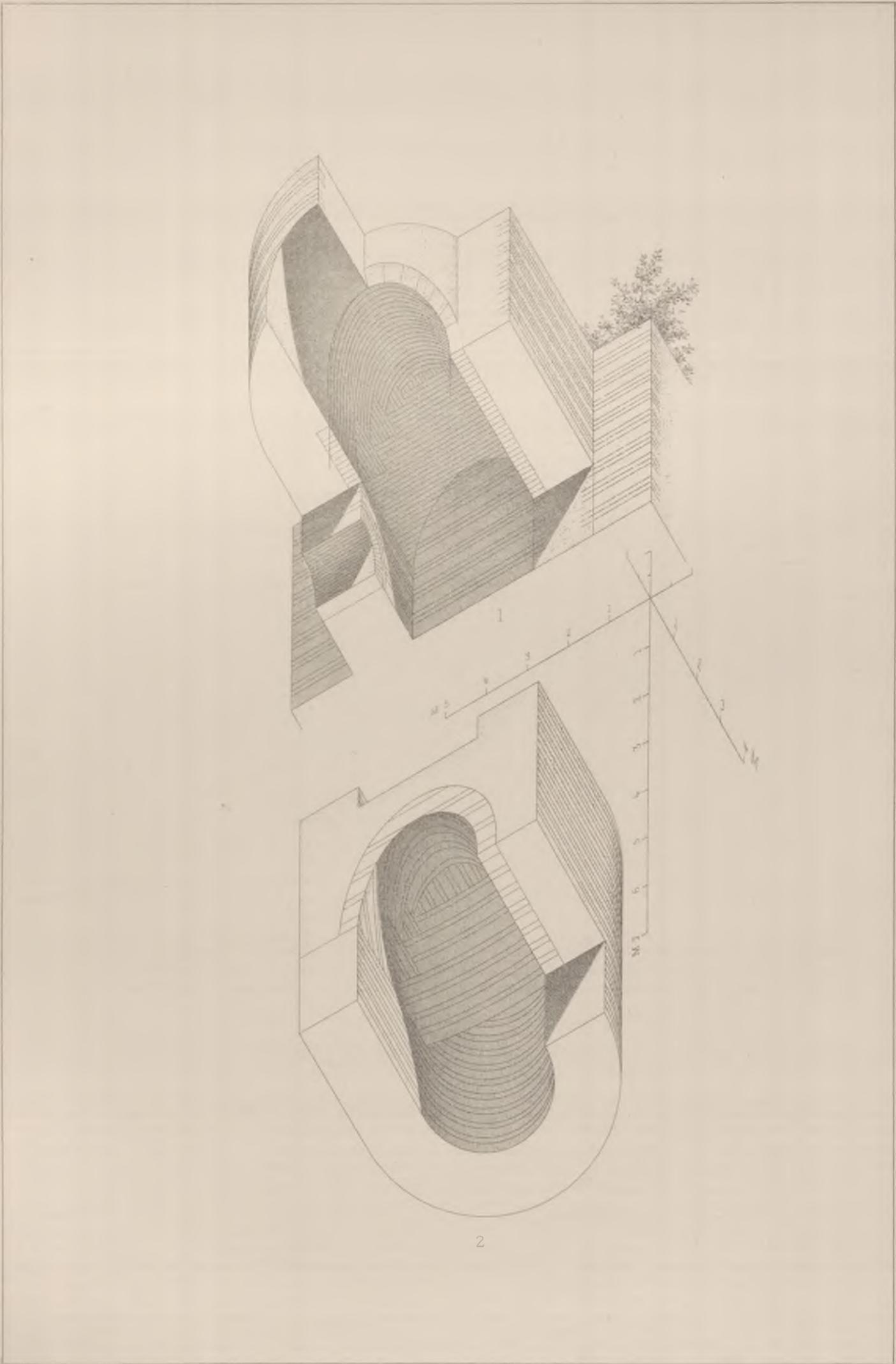
1. SALONIQUE. — 2. EPHESE



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J Sulpis

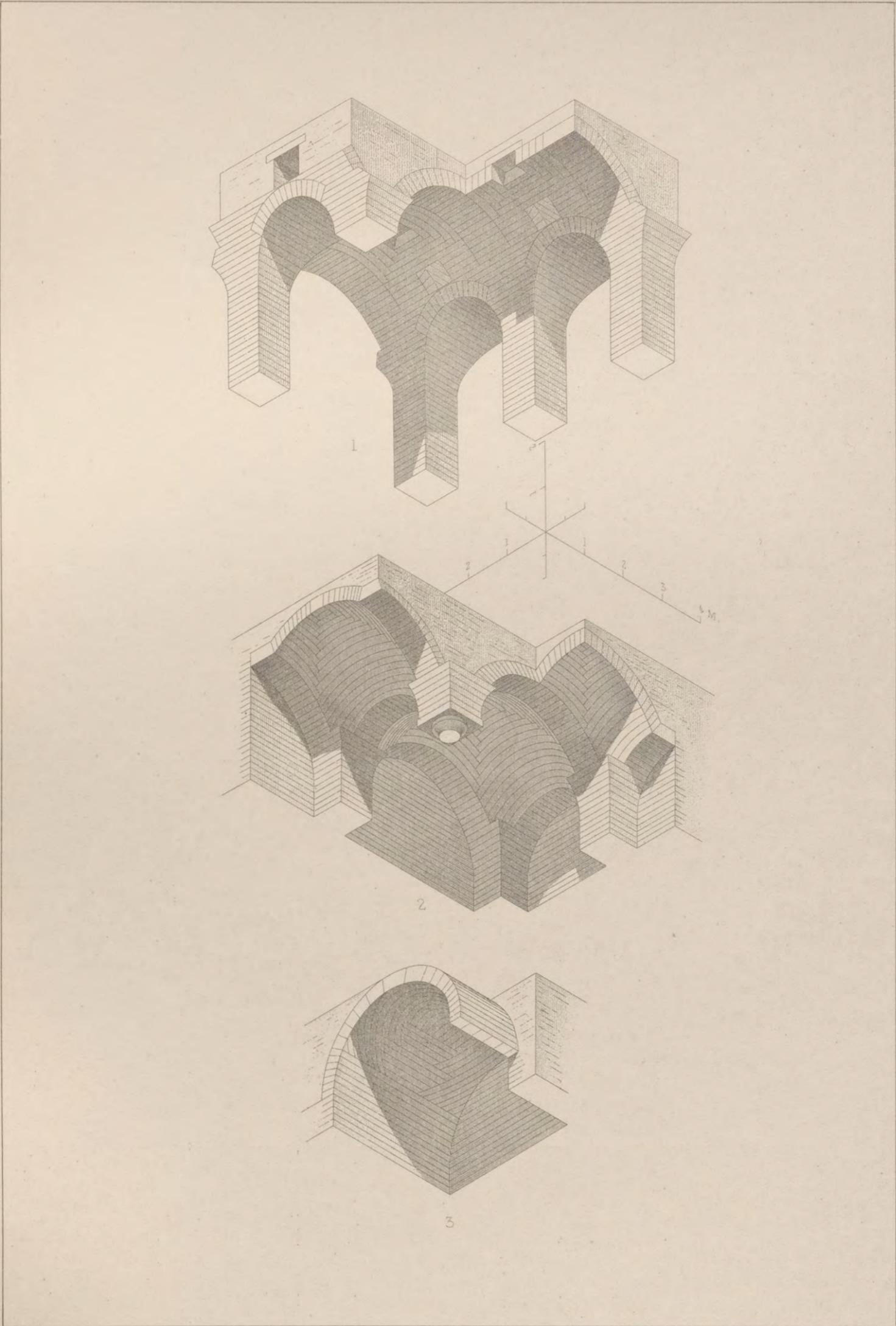
1. SALONIQUE — 2. EPHESE



DESSINÉ PAR A CHOISY

GRAVE PAR J. Sulpis

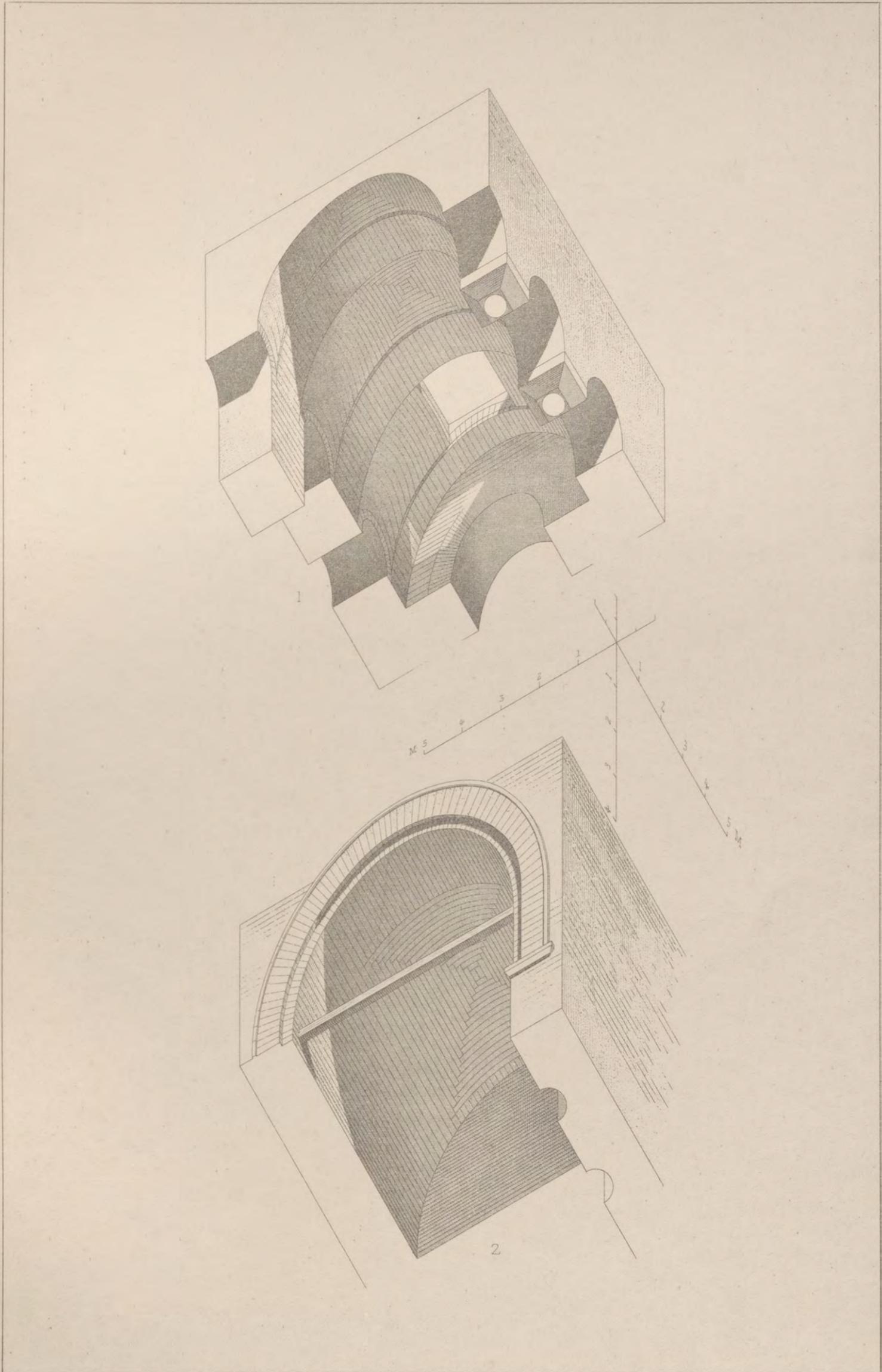
NICEE



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J. Sulpis

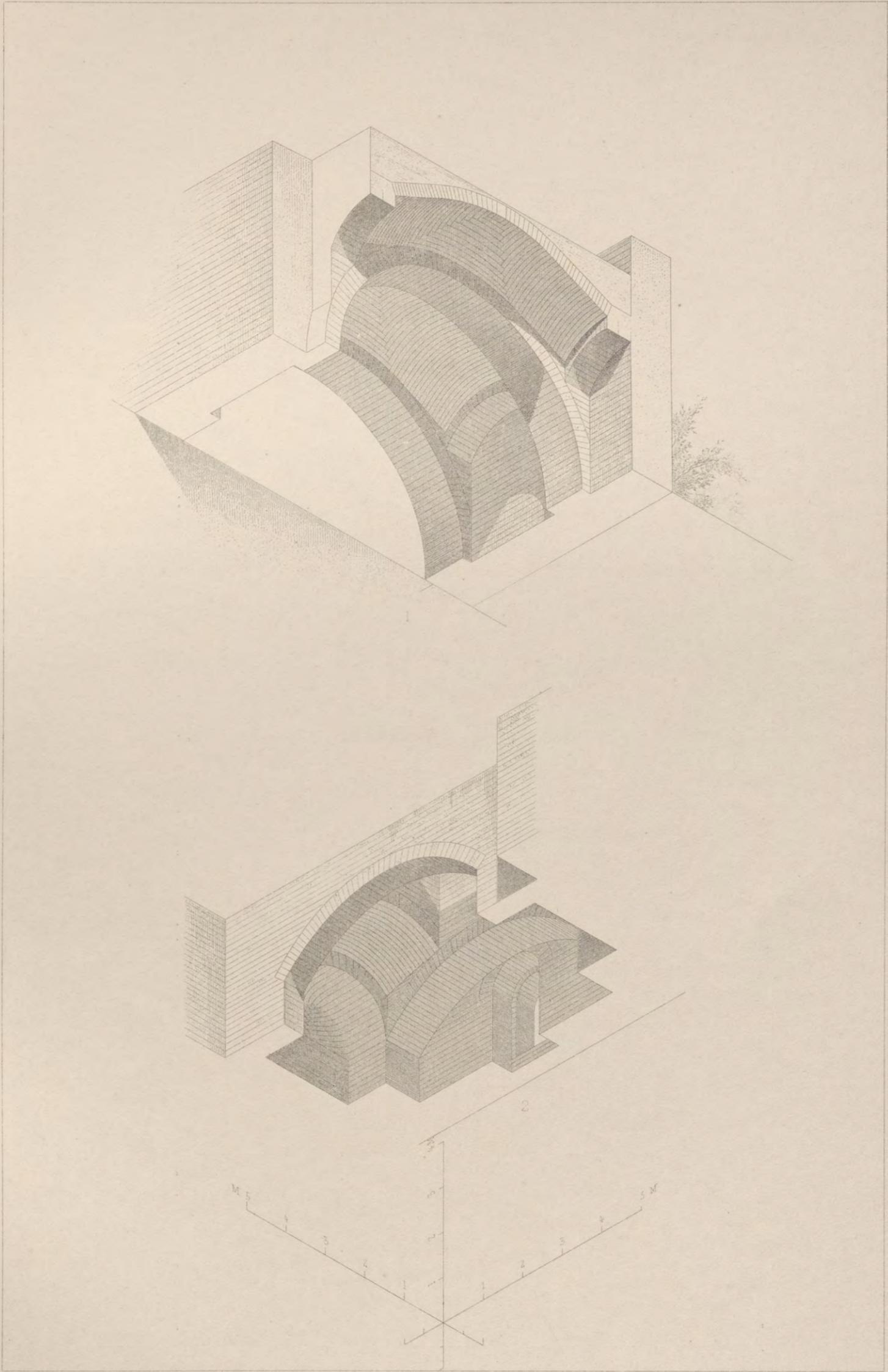
SALONIQUE



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

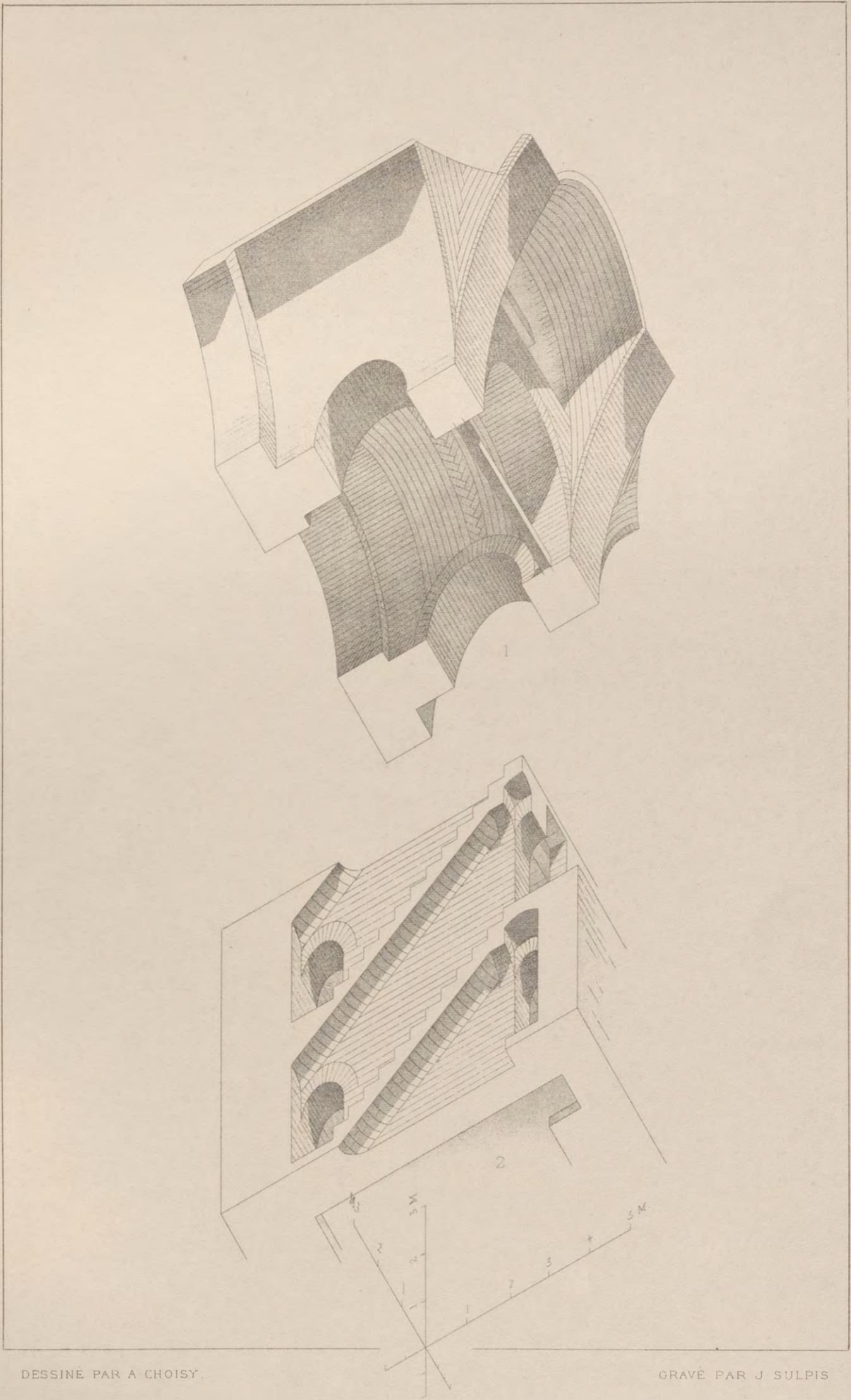
1 CONSTANTINOPLE — 2 SALONIQUE



DESSINÉ PAR A. CHOISY

GRAVE PAR J. SULPIS

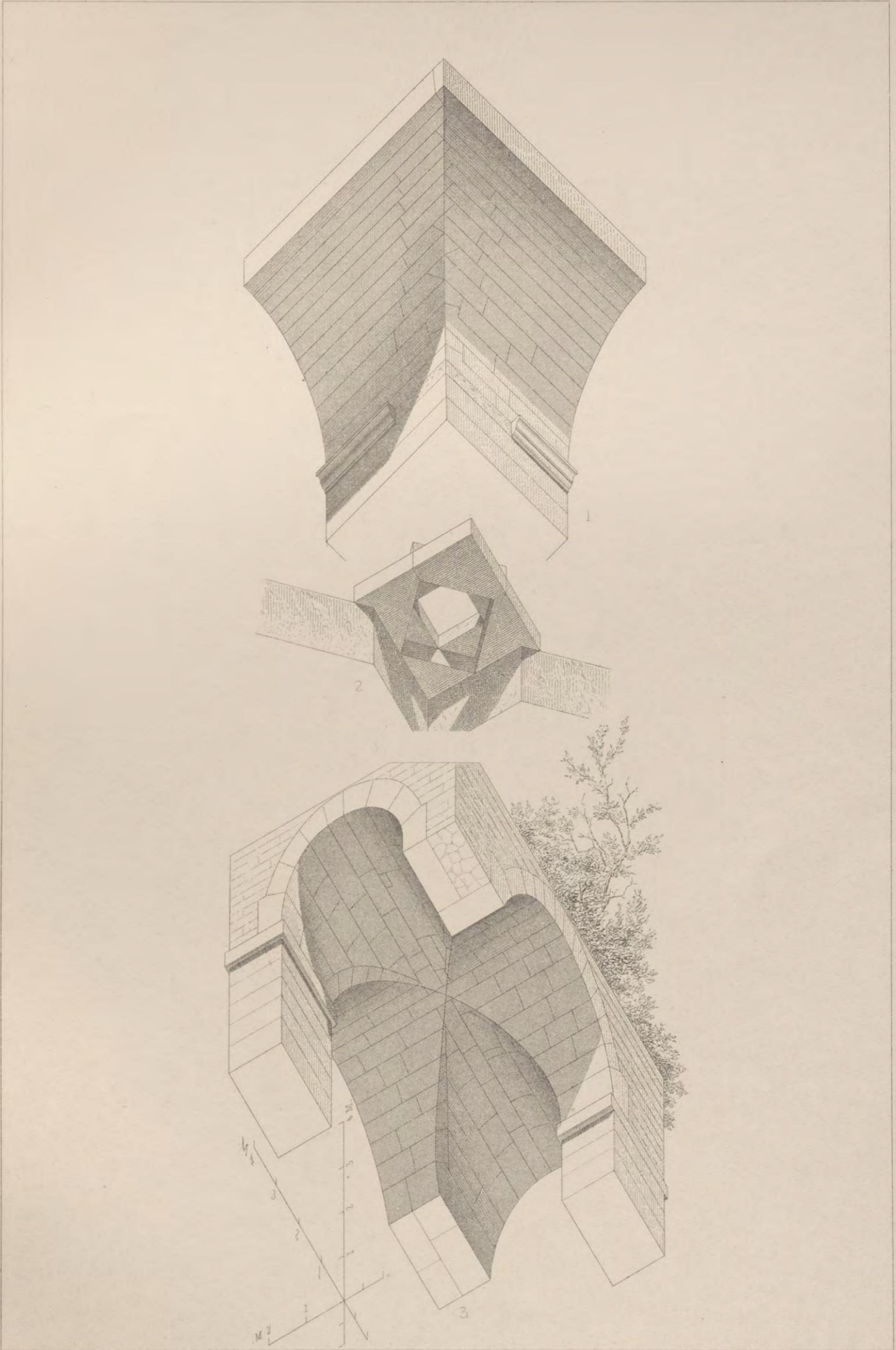
ATHOS



DESSINÉ PAR A CHOISY.

GRAVÉ PAR J Sulpis

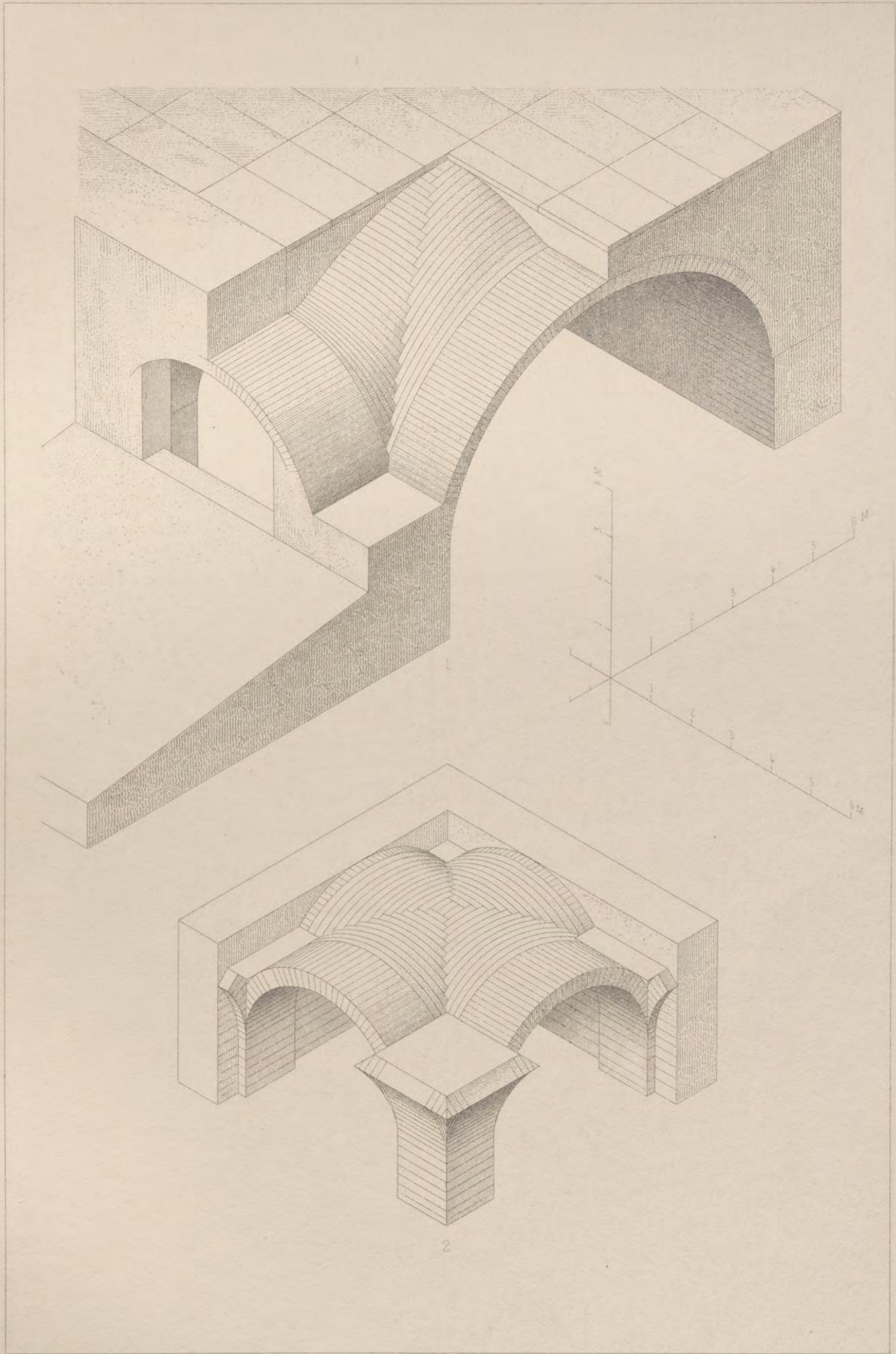
1. CONSTANTINOPLÉ _ 2. ATHOS



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

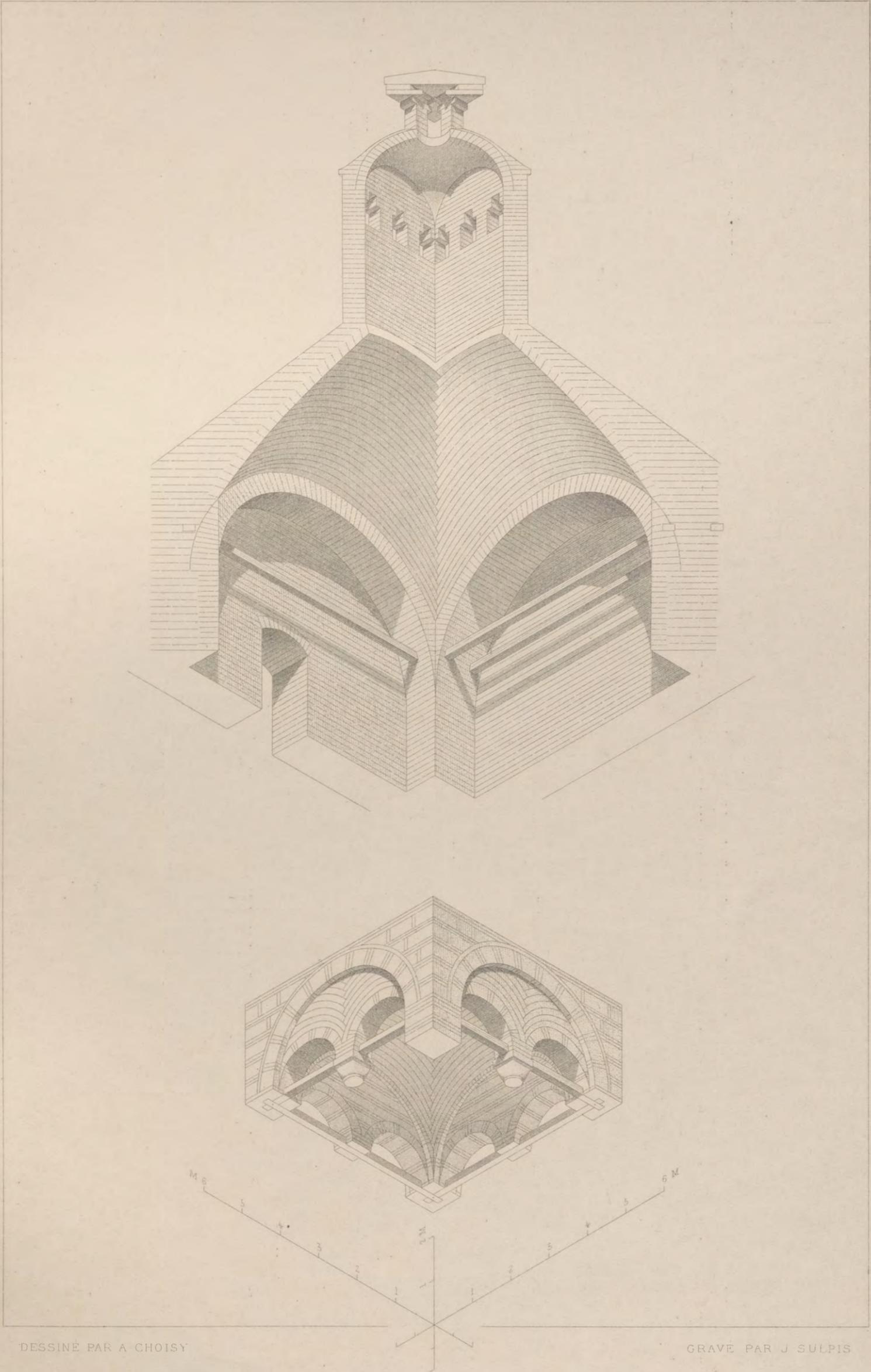
1. DJERACH _ 2 PERGAME _ 3 SABANDJA



DESSINÉ PAR A CHOISY

GRAVE PAR J. Sulpis

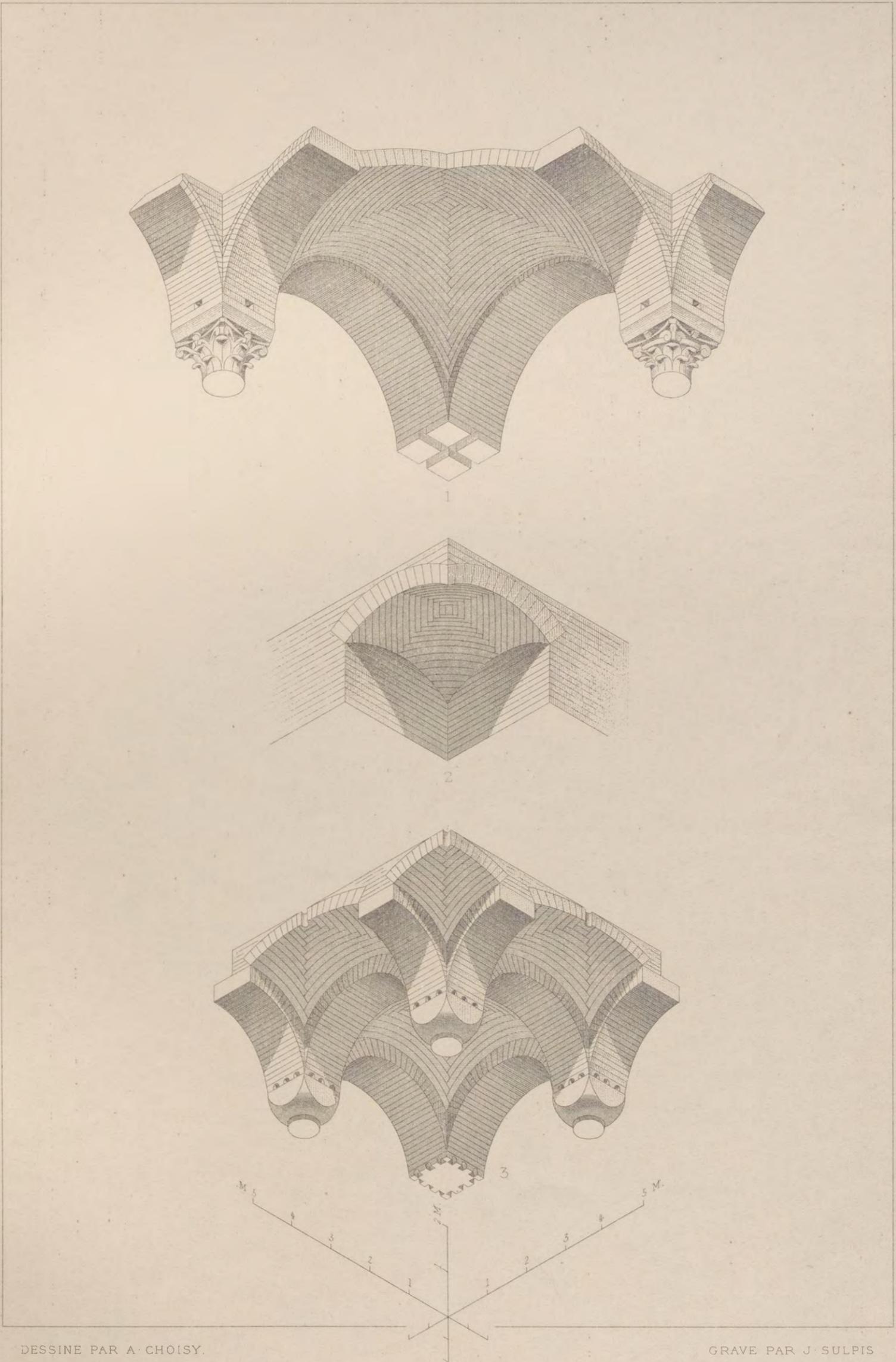
1. CONSTANTINOPLE — 2. ATHOS



DESSINÉ PAR A CHOISY

GRAVÉ PAR J SULPIS

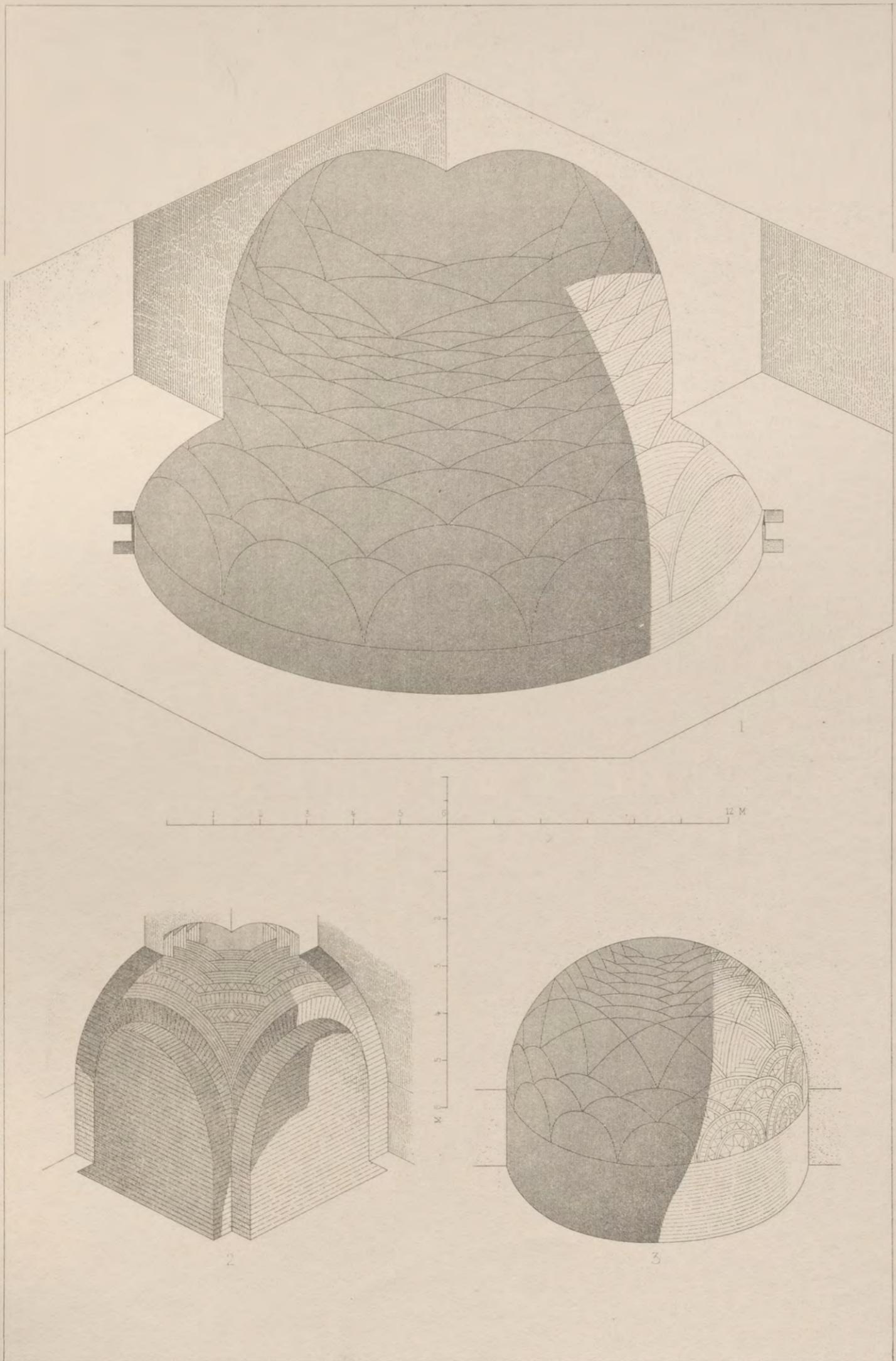
ATHOS



DESSINE PAR A. CHOISY.

GRAVE PAR J. SULPIS

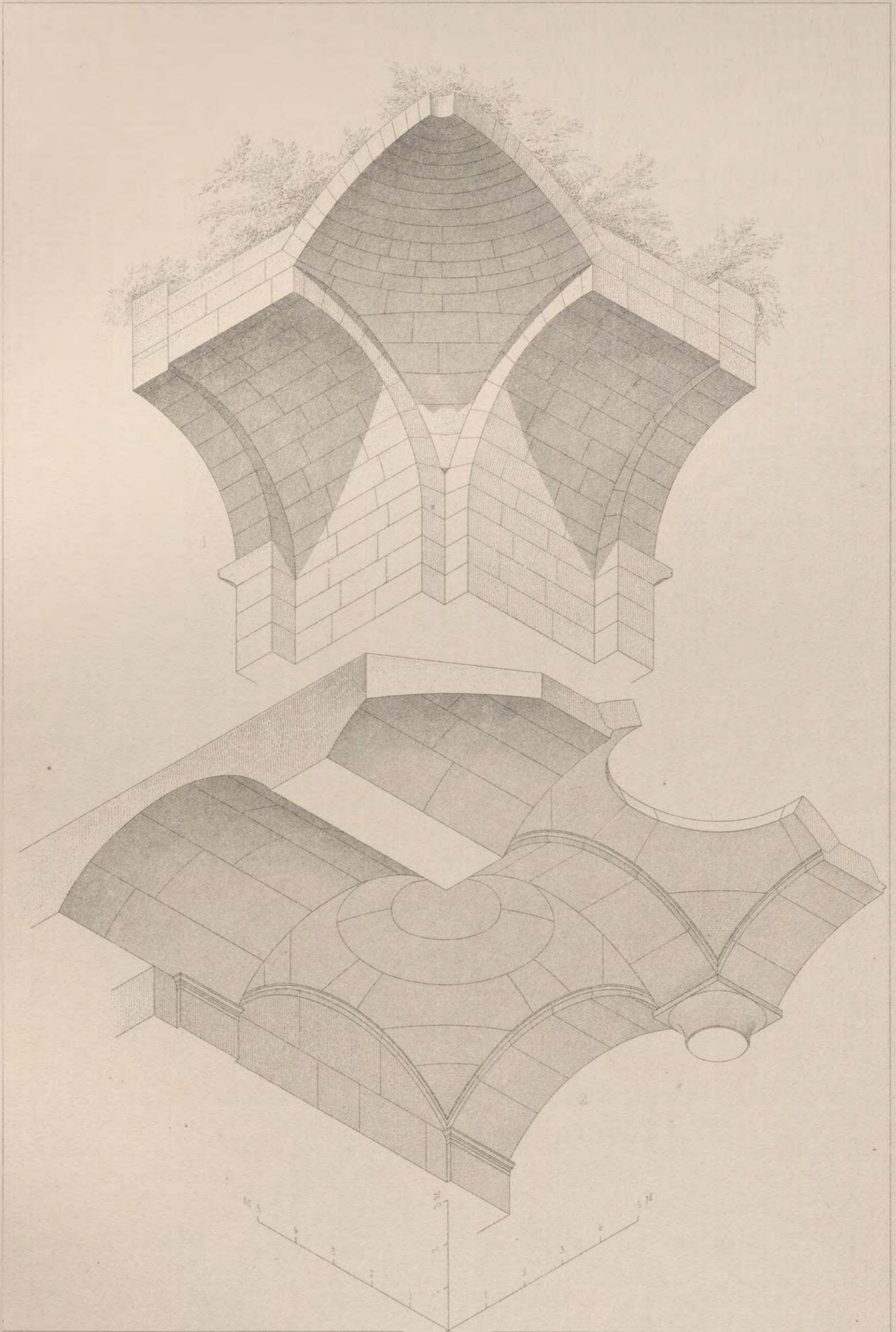
1.3 CONSTANTINOPLE. — 2. MAGNESIE



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

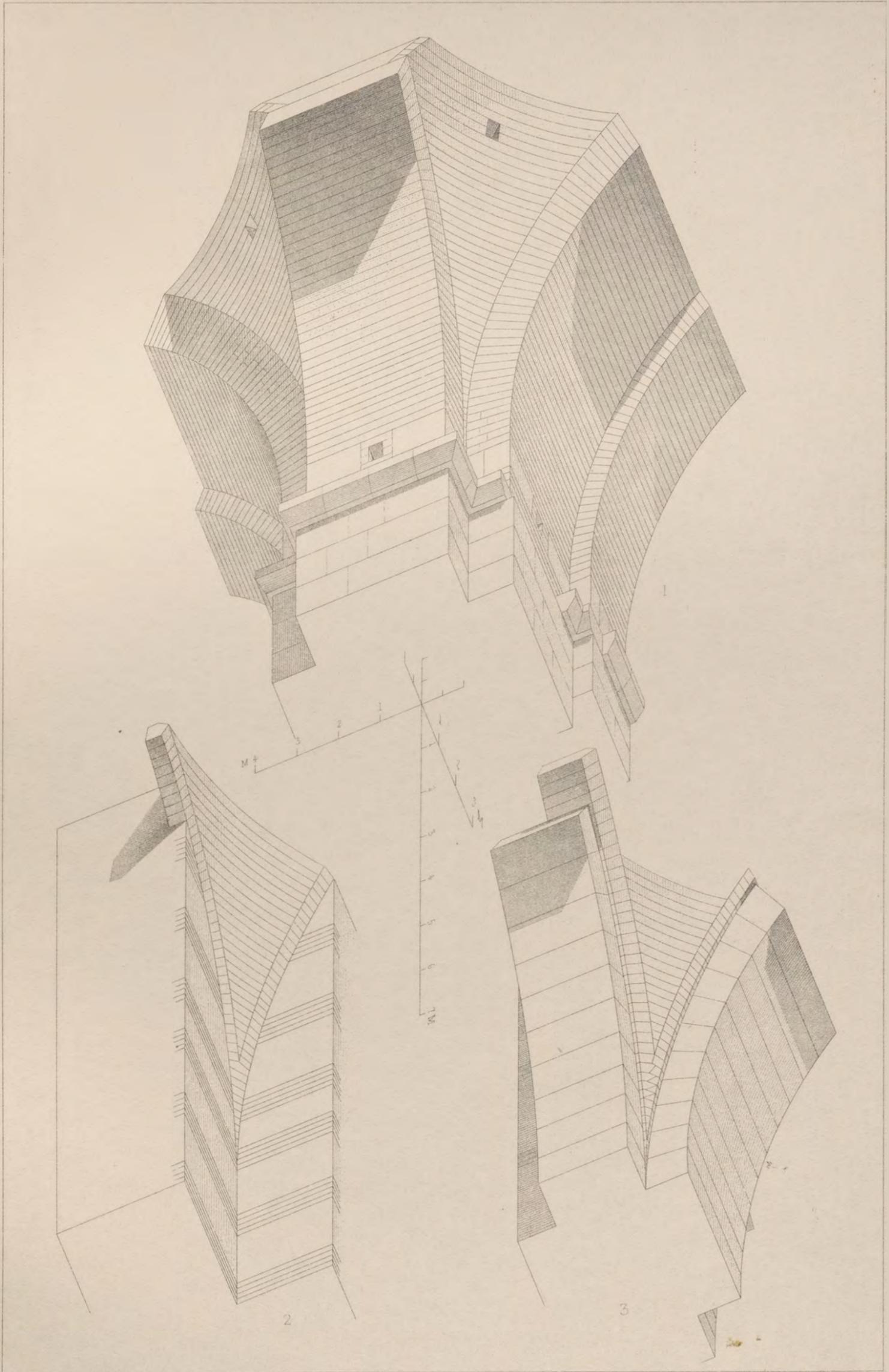
1 SPALATRO — 2, 3. SALONIQUE



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

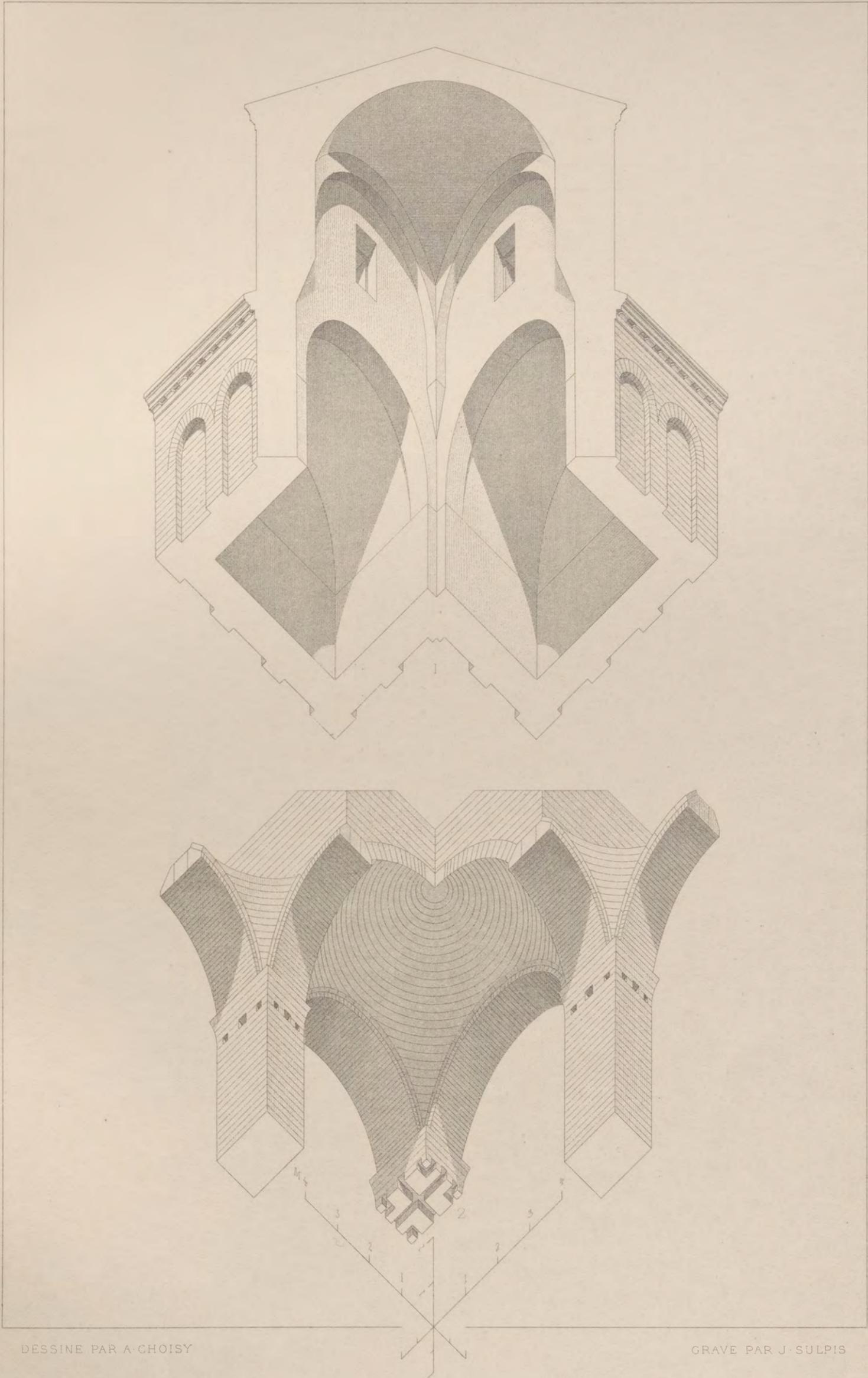
1 DJERACH — 2 JERUSALEM



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

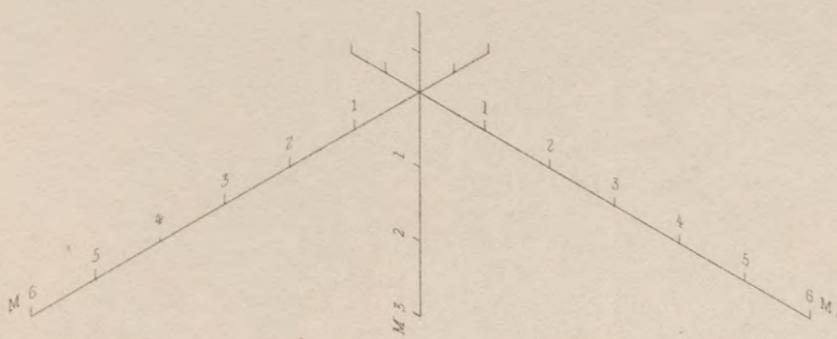
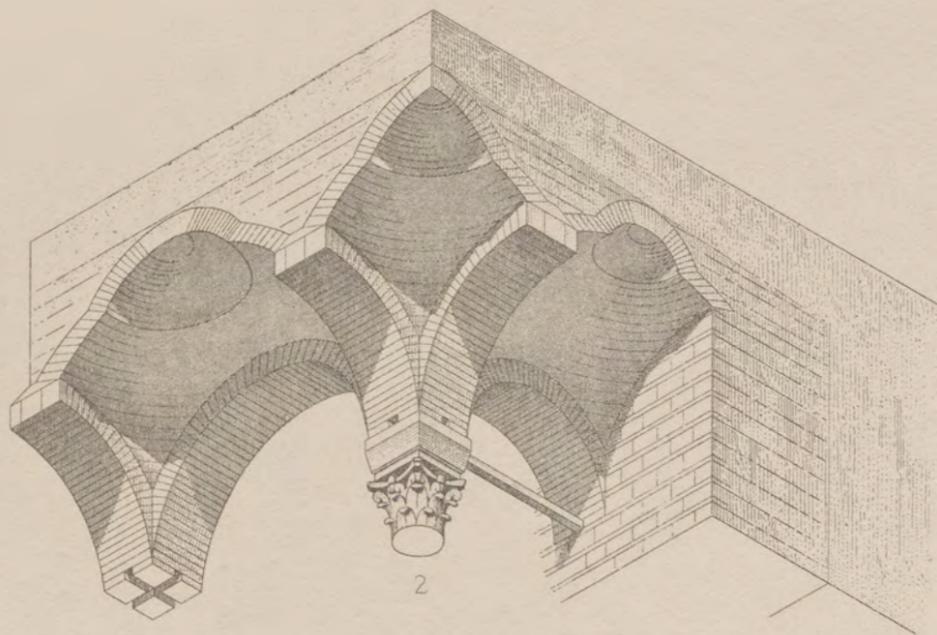
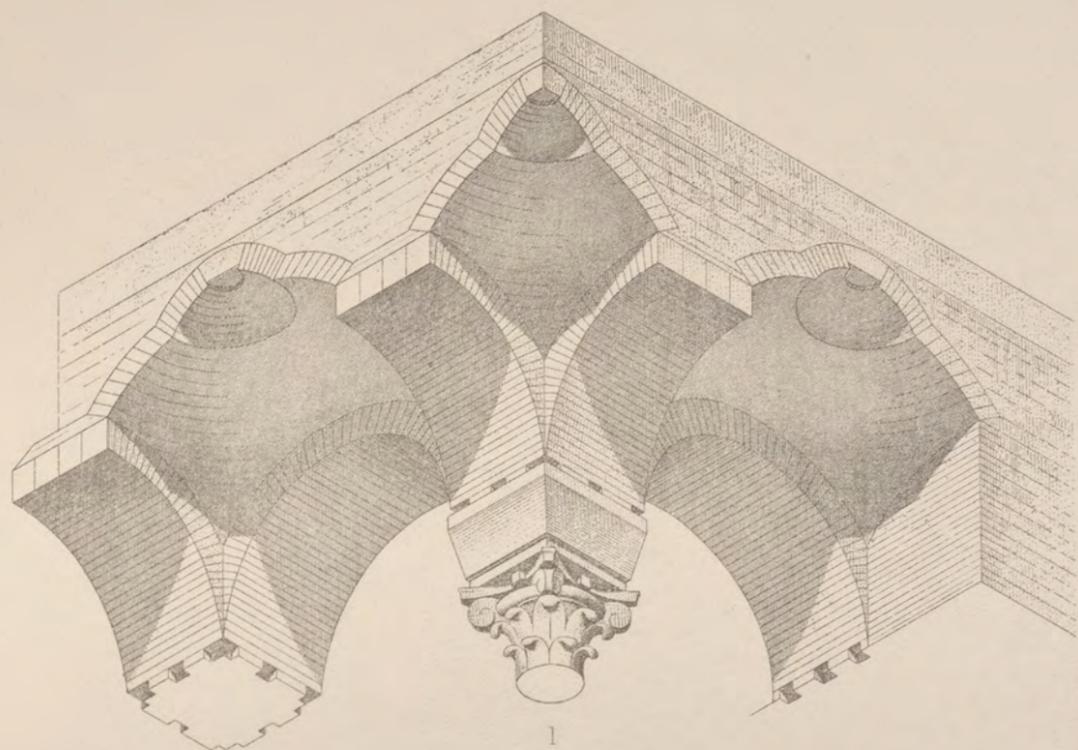
1. PHILADELPHIE — 2, 3. SARDES



DESSINE PAR A. CHOISY

GRAVE PAR J. SULPIS

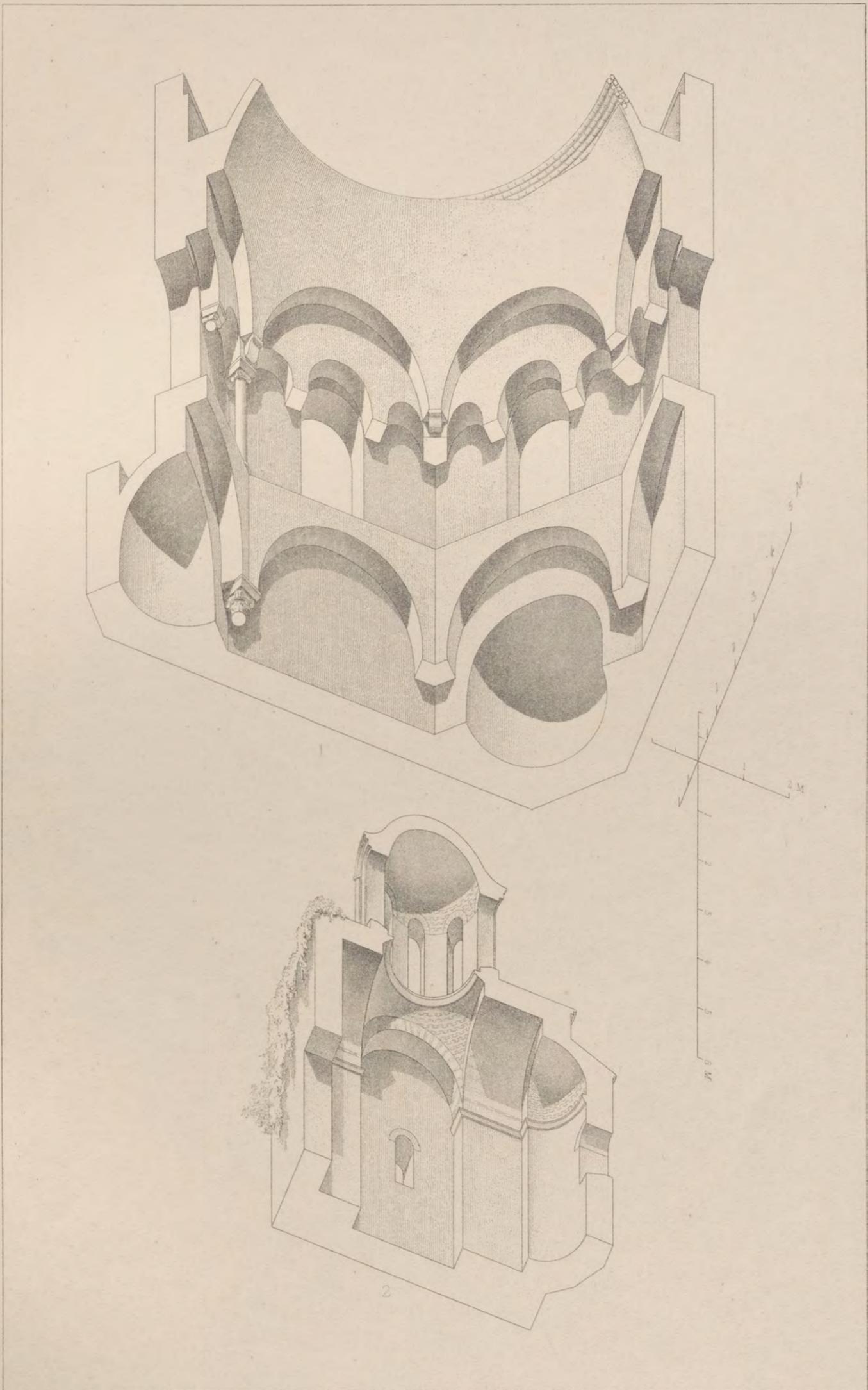
1. RAVENNE — 2. NICOMEDIE



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J. Sulpis

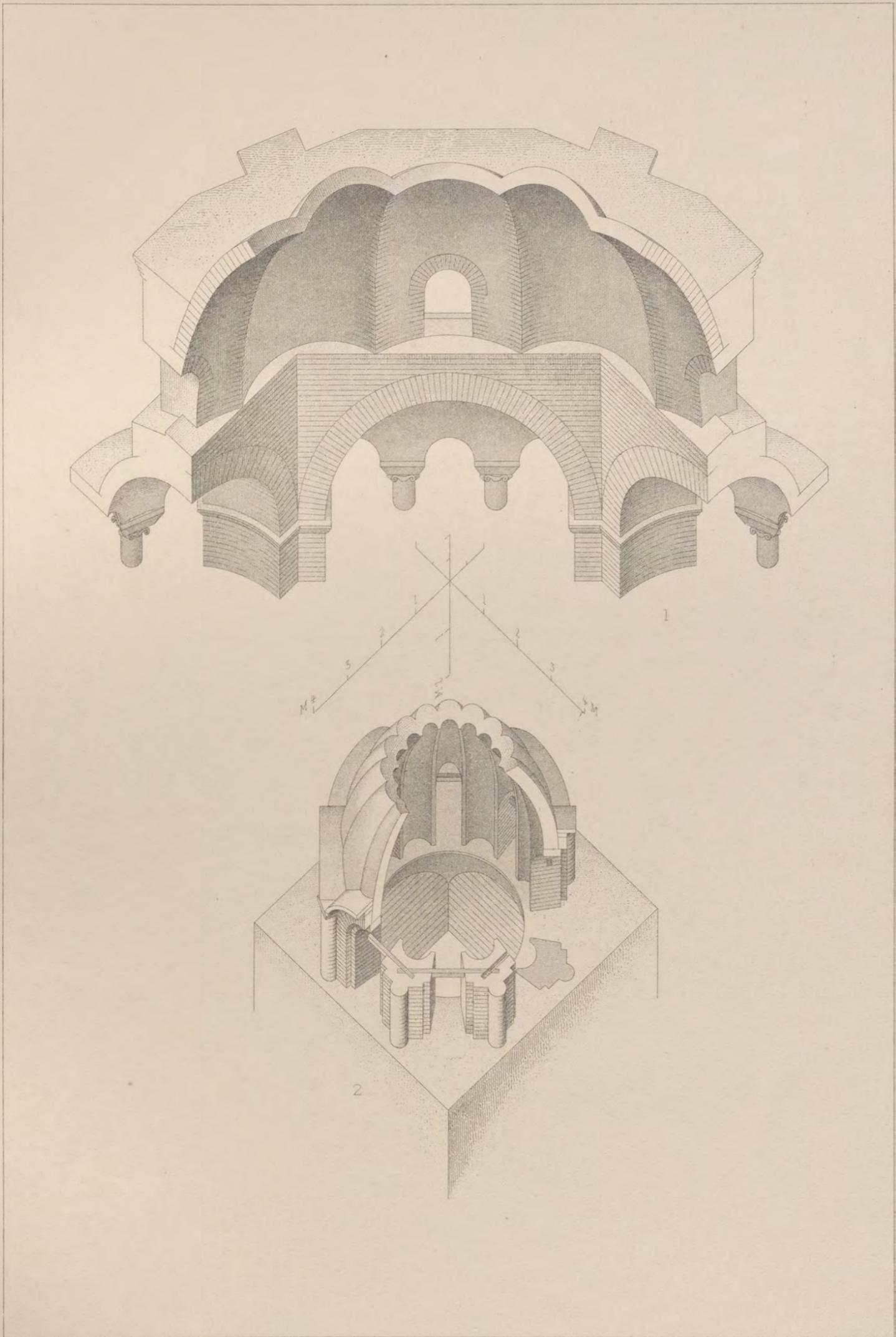
CONSTANTINOPLÉ



DESSINE PAR A. CHOISY

GRAVE PAR J. SULPIS

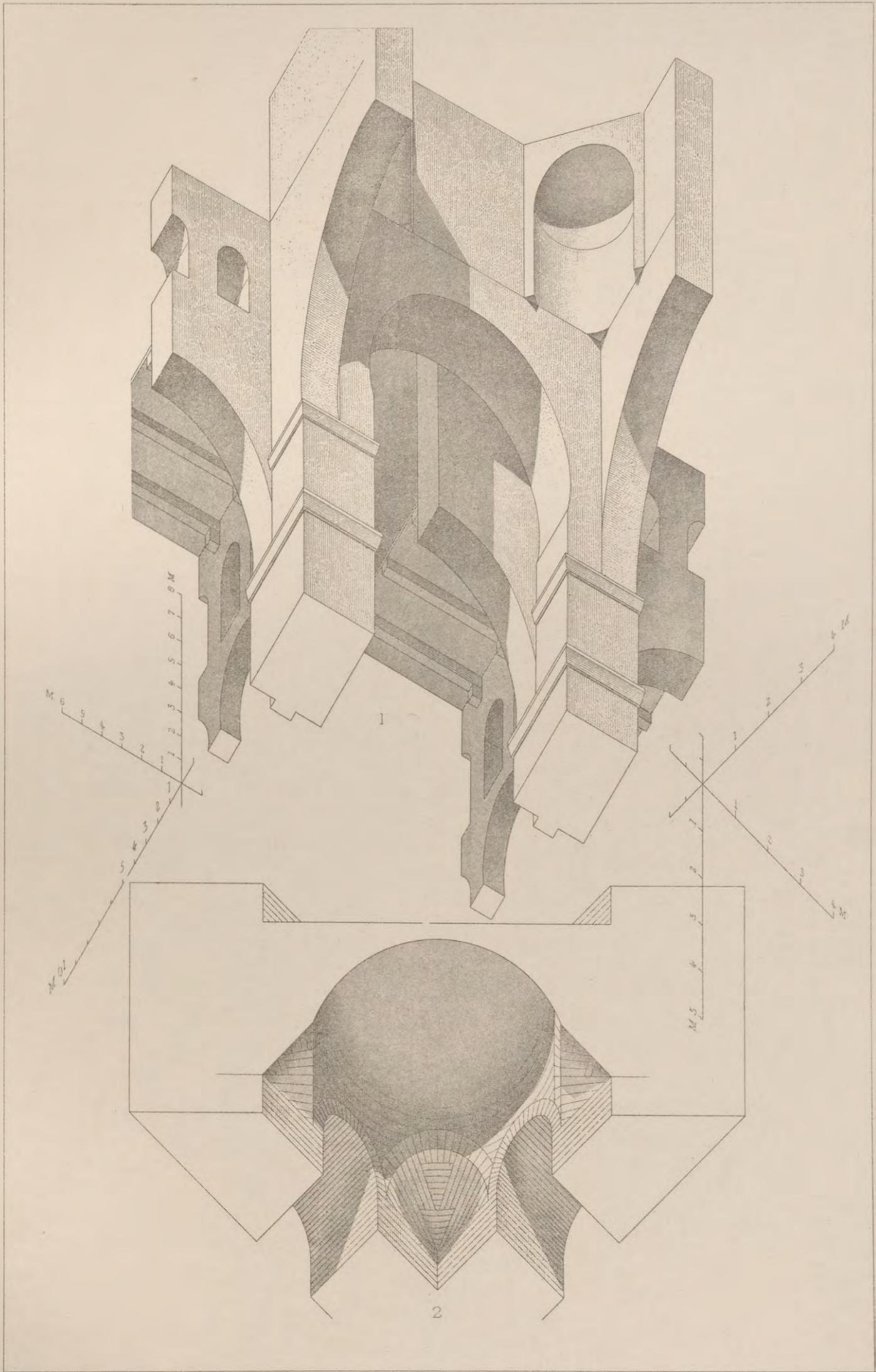
1 RAVENNE — 2 ATHOS



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J. Sulpis

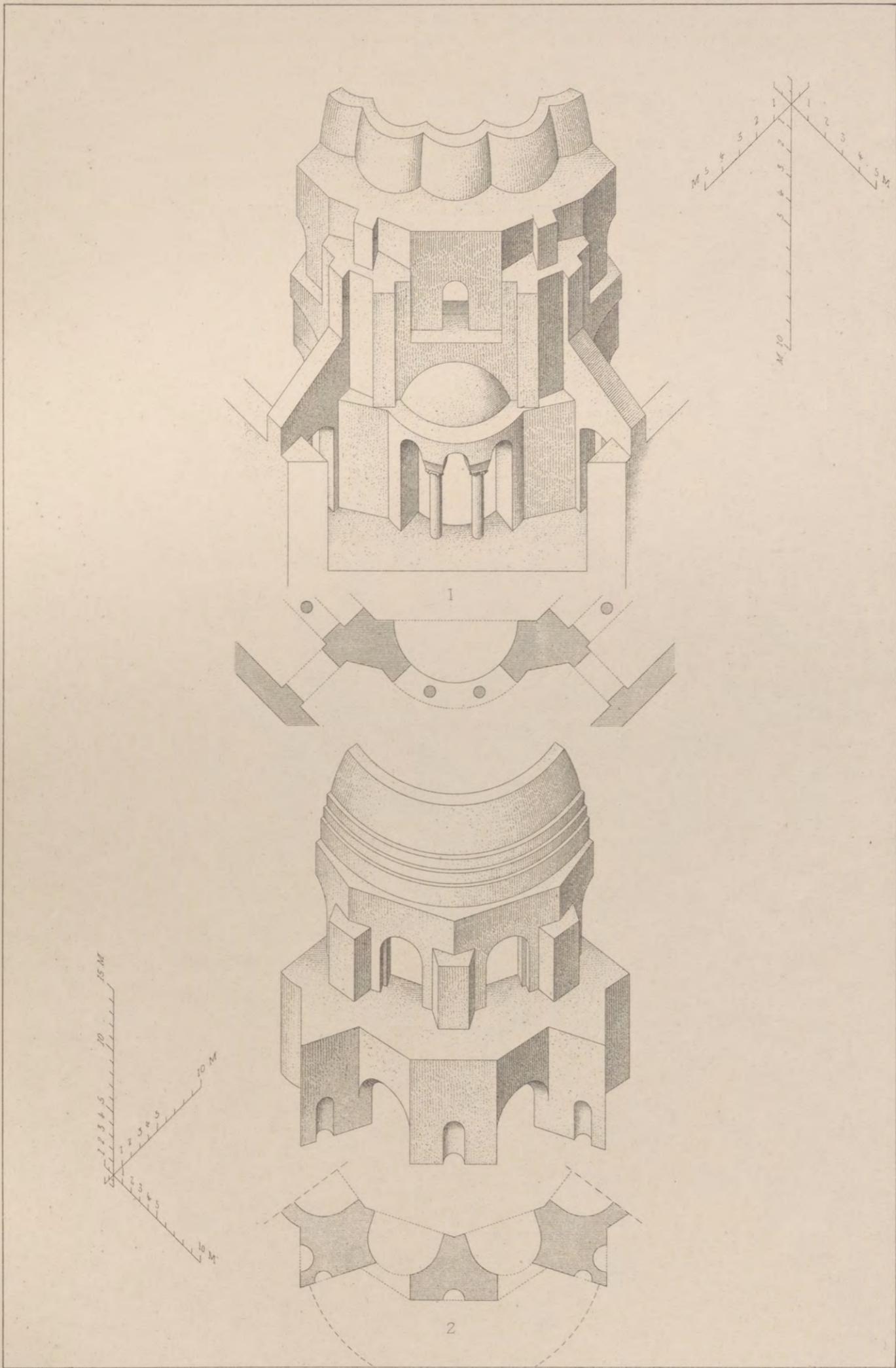
CONSTANTINOPOLE



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

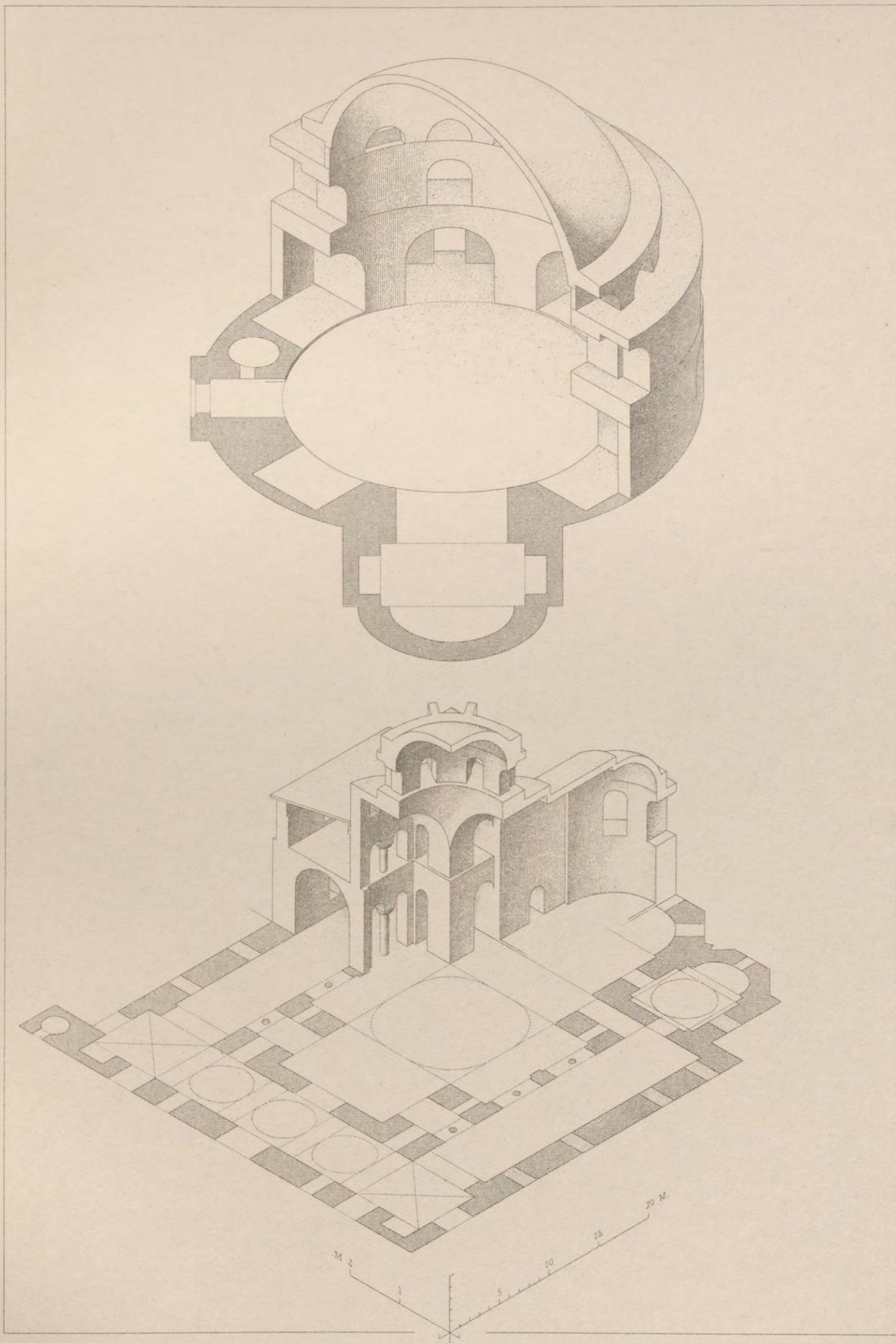
1. DAMAS — 2. NICEE



DESSINE PAR A CHOISY.

GRAVE PAR J. SULPIS

1. CONSTANTINOPLE — 2. ROME

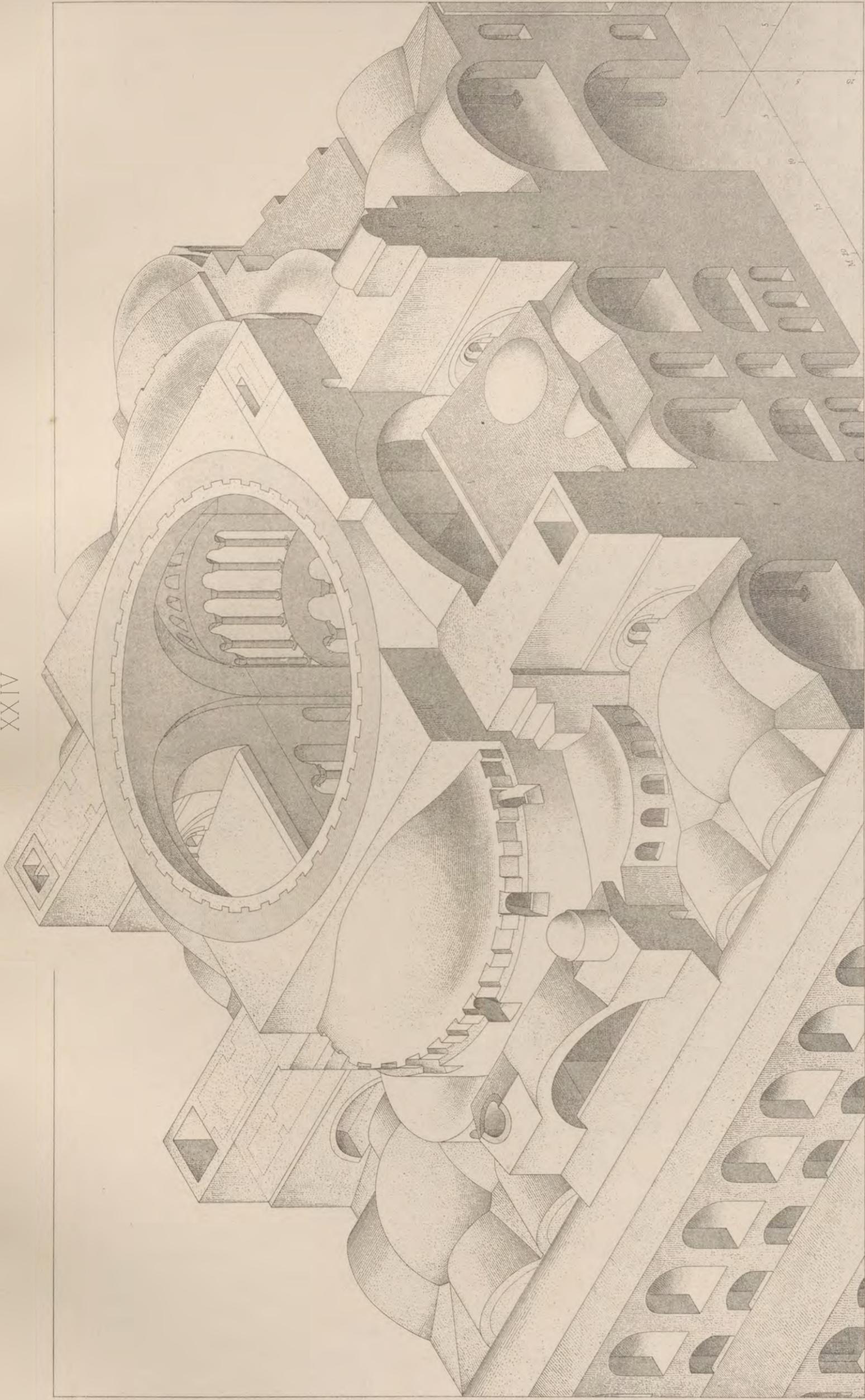


DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

SALONIQUE

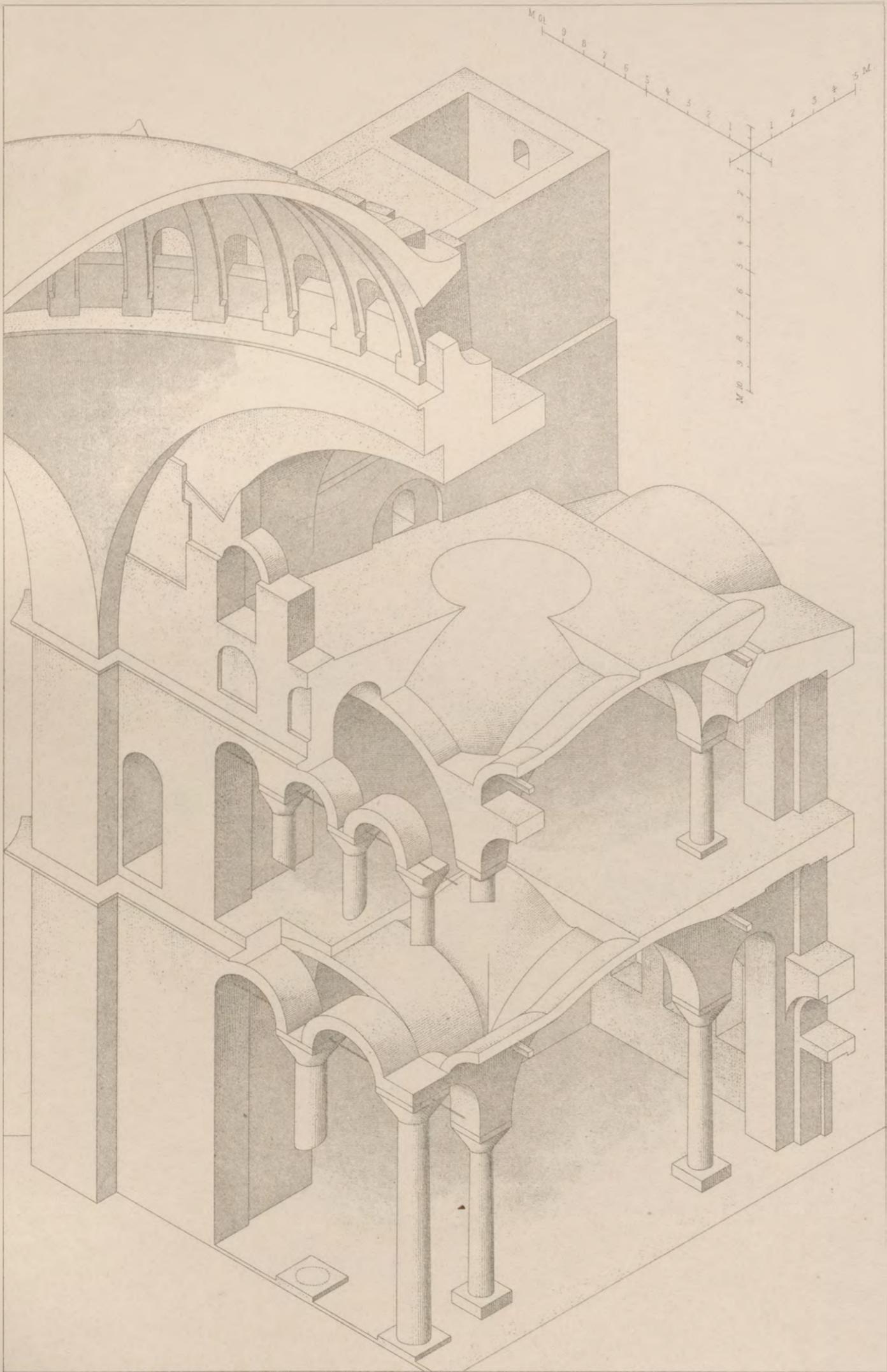
XXIV



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

S^{TE} SOPHIE DE CONSTANTINOPLÉ



DESSINE PAR A CHOISY

GRAVE PAR J SULPIS

STE SOPHIE DE C^{PL}E

SISTEMA BIBLIOTECARIO DEL
POLITECNICO DI TORINO
04. MAR. 1989
ARCHITETTURA
INVENTARIO N°

