

Congrès, sur la construction des voûtes romaines, la communication suivante :

COMMUNICATION DE M. CHOISY.

§ 1^{er}. — Une mission en Italie, dont j'ai été chargé à ma sortie de l'École des ponts-et-chaussées, m'a procuré l'occasion de comparer entre eux un assez grand nombre d'édifices romains; et une question que devaient naturellement soulever mes rapprochements, était celle des procédés matériels employés par les Romains dans leurs grands travaux d'utilité générale.

Qu'étaient les ouvrages des Romains au point de vue spécial de l'art des constructions? En quoi leurs procédés durent-ils différer des nôtres pour s'adapter aux besoins spéciaux de la civilisation antique et à la nature particulière des ressources de l'Empire? Telles sont les questions qui fixèrent le plus spécialement mon attention et dont j'aurai l'honneur d'entretenir le Congrès archéologique.

§ 2. — Deux idées m'ont paru dominer tout le système des constructions romaines : assez en désaccord l'une et l'autre avec cette vague conception (que le spectacle des ruines fait naître presque invinciblement dans nos esprits) d'un empire disposant de moyens pour ainsi dire immenses, et n'ayant, dans l'exécution de ses œuvres, ni à compter avec la dépense, ni à recourir à ces mille expédients que nous fait inventer la disproportion de nos ressources et de nos besoins.

(a) La première de ces idées était de réduire autant que possible les ouvrages provisoires et en particulier les cintres, qui disparaissent, une fois la construction finie, sans laisser bien souvent dans la grandeur de l'œuvre une trace de leur

existence qu'on puisse raisonnablement regarder comme l'équivalent des sacrifices que ces ouvrages ont coûtés.

b) L'autre principe, plus spécial peut-être à l'organisation romaine, consistait à réduire, sinon la quantité totale de main-d'œuvre, du moins la main-d'œuvre intelligente, au minimum dont elle fût susceptible. Adopter, en un mot, autant que le comportaient les ressources locales, un système de construction qui permit d'employer comme ouvriers des manœuvres sans expérience, au besoin des prisonniers de guerre, des esclaves, ou, plus souvent peut-être, d'exécuter les travaux au moyen de corvées imposées aux habitants des contrées au profit desquelles ces travaux avaient lieu.

§ 3. — Le premier de ces principes m'a été suggéré par l'étude des monuments romains du midi de la France.

a) Dans une voûte en berceau ordinaire, les joints seraient « *chevauchés* », comme l'indique le croquis n° 1. — Au pont du Gard, au contraire, les joints des assises successives d'une même voûte sont établis les uns au-dessus des autres, suivant la disposition du croquis n° 2 : de telle sorte qu'une voûte, dans son ensemble, se compose d'une série d'arcs étroits A, B, C, simplement juxtaposés sans liaison les uns avec les autres.

Cette disposition, en apparence bizarre, trouve son explication dans l'idée de diminuer les frais de cintrage. Au lieu d'un cintre général, occupant toute la largeur de la voûte, les Romains semblent n'avoir établi qu'un cintre étroit, juste suffisant pour porter l'arc A ; et ce cintre étroit, successivement déplacé, leur servit ultérieurement pour installation des autres arcs B, C, dont l'ensemble constitue la voûte.

b) Aux thermes de Nîmes, ils appliquèrent un système de construction analogue et qui leur permit de pousser l'économie plus loin encore.

La voûte, ici comme au pont du Gard, est formée d'arcs étroits et juxtaposés. Mais, au lieu de déplacer successivement le cintre unique de A en B, puis de B en C, etc., les Romains ont successivement posé le cintre en A et en C, en omettant la position intermédiaire B; et l'ensemble des deux arcs A et C (p. 69), ainsi obtenus, leur servit à son tour de support pour l'arc intermédiaire. — Ici, non-seulement les frais de construction du cintre se trouvent réduits autant que dans le cas précédent, mais même les frais de déplacement deviennent moitié moindres que dans le système indiqué par l'exemple du pont du Gard.

§ 4. — Ces deux exemples suffisent pour donner une idée générale des moyens employés pour simplifier les ouvrages provisoires dans les constructions romaines en pierres appareillées.

a) Mais ces constructions sont des cas d'exception. Les Romains utilisaient avant tout les ressources des lieux mêmes; et les voûtes en pierres d'appareil sont aussi rares que les localités capables de fournir, sans d'excessives dépenses, des matériaux semblables à ceux du pont du Gard ou des thermes de Nîmes.

b) Il fallait de plus, pour tailler ces matériaux et les mettre en œuvre avec la précision qu'exigent des constructions sans aucun ciment, des ouvriers intelligents et exercés. Or, les ouvriers habiles sont loin d'être chez nous le cas ordinaire. A plus forte raison à Rome, où l'organisation sociale n'était point de nature à développer d'une façon bien étendue l'intelligence dans les masses populaires, les Romains durent, par suite, abandonner dans le plus grand nombre des cas l'usage de ces méthodes à la fois dispendieuses et savantes.

§ 5. — La plupart des constructions romaines sont faites

de matériaux irréguliers, à peine dégrossis, et posés à bain de mortier, d'éclats de briques dans la plupart des cas, ou, dans la campagne de Rome, de fragments de ponce ou de tufs volcaniques.

a) Ces fragments qui, avec le mortier qui les unit, constituent le massif des voûtes romaines, représentaient dans leur mise en œuvre la partie la plus considérable du travail; et c'est sur leur mode de disposition que portèrent toutes les simplifications dont je signalais tout à l'heure l'existence.

Ces fragments sont constamment posés par assises horizontales, venant rencontrer la surface extérieure des cintres sous une incidence quelconque (fig. 3). C'était évidemment là le système de construction le plus simple, celui qui supposait, de la part des ouvriers employés, la moindre somme d'intelligence ou de connaissances spéciales. Tout homme était capable de travailler au massif d'une voûte romaine, dès qu'il savait régler une assise de maçonnerie brute, suivant une surface à peu près horizontale.

b) Ainsi établie, la masse d'une voûte romaine, encore demi-fluide à cause de la précipitation du travail et de l'abondance des mortiers, aurait pressé d'un poids énorme sur les cintres qui la portaient et lui servaient de moule: il eût fallu, pour la maintenir jusqu'à la complète solidification des mortiers, des cintres d'une résistance extrême, d'autant plus grande que leurs moindres déformations eussent entraîné dans le massif des fissures capables de compromettre l'existence de l'ouvrage. Il eût fallu mettre en œuvre des quantités de bois énormes, et l'on sait combien les constructions de cintres sont compliquées, dispendieuses; combien elles exigent de la part des ouvriers de soins minutieux et de connaissances spéciales.

A tous ces points de vue, les Romains durent chercher à

s'affranchir de ces constructions provisoires. Voici l'artifice qui leur permet d'y échapper :

c) Entre le cintre proprement dit et le massif de la maçonnerie, ils établirent une voûte intermédiaire, souvent discontinue, presque constamment à jour, formant sur la surface concave de la voûte définitive comme un revêtement régulier, pour ainsi dire un réseau de briques à la fois léger et résistant. Cette construction intermédiaire à jour, en raison de son faible poids, suppose, de la part des cintres en bois qui la portent, une solidité très-limitée; et c'est elle à son tour qui doit servir effectivement de cintre résistant pour supporter la masse des constructions ultérieures. — Même elle formera, une fois l'ouvrage achevé, comme un étau permanent capable de limiter les accidents qui pourraient résulter de la rupture éventuelle des massifs.

Ce cintre permanent, vu sa légèreté, n'exige, avons-nous dit, de la part des cintres provisoires qui le portent, qu'une résistance très-faible; de plus, en raison de la nature des matériaux et de l'extrême économie apportée dans leur emploi, il ne représente lui-même dans l'ensemble de la construction qu'une dépense insignifiante et pour ainsi dire négligeable.

Tel est, dans son principe, le procédé qui permit aux Romains de réaliser, dans leurs voûtes en blocage, une économie d'ouvrages provisoires toute semblable à celle que nous constatons, en commençant, sur quelques voûtes appareillées.

§ 6. — Les dispositions adoptées pour l'exécution de ces ouvrages intermédiaires entre les cintres et le massif des voûtes, sont extrêmement variées. Je me borne à en indiquer les types principaux.

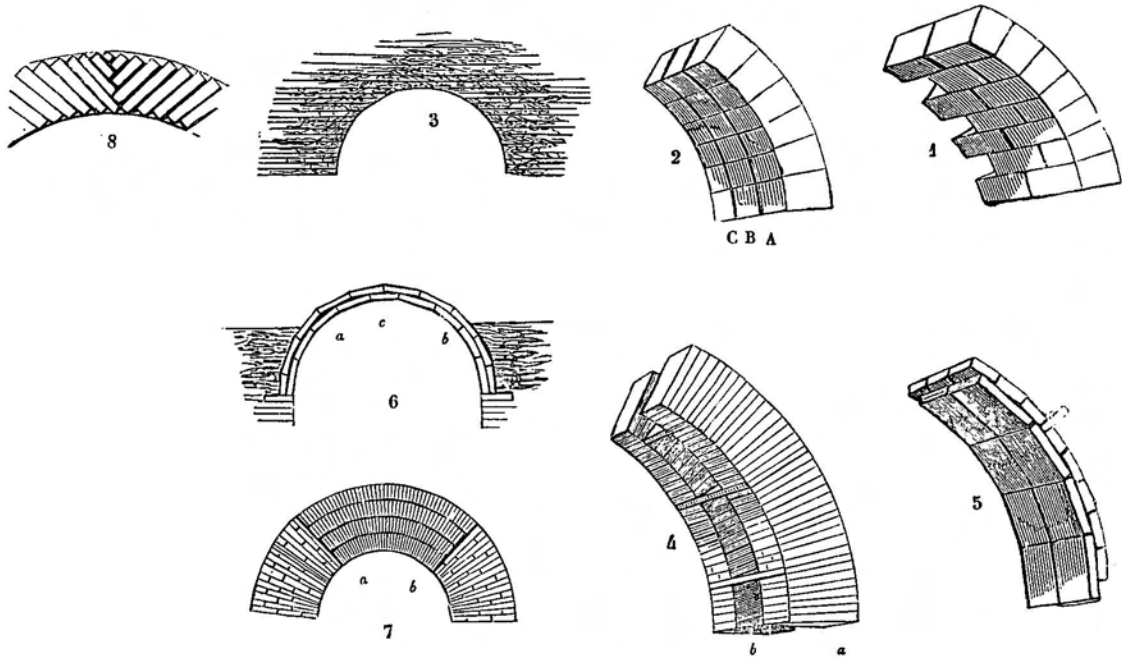
a) Qu'on imagine une série d'arceaux tels que *a*, *b*

(fig. 4), appareillés à joints convergents comme nos voûtes ordinaires en briques; qu'on suppose en outre ces arceaux réunis de distance en distance par de grandes briques communes à deux arceaux consécutifs: on aura l'idée d'un de ces réseaux très-légers qui tantôt s'étendaient sur toute la surface intérieure des voûtes (on en trouve des exemples au palais des césars), tantôt occupaient sur la surface des voûtes des zones étroites uniformément réparties. Quelquefois ces zones ne comprennent que deux arceaux de briques séparés et solidaires, supportant, à des intervalles plus ou moins rapprochés, le massif des voûtes: c'est le cas des thermes de Dioclétien, de la basilique de Constantin, etc.

b) Un autre type également très-fréquent de ces cintres permanents, consiste à établir sur la surface extérieure des cintres un premier *dallage* formé de très-grandes briques; puis, sur ce dallage, un second, en briques moindres, relié au premier par une couche de mortier (fig. 5). On obtient ainsi comme une double voûte mince, très-déformable, mais pourtant suffisante pour soutenir le massif de la voûte. Ce massif, en effet, s'élève sans difficulté jusqu'à un niveau tel que *a, b* (fig. 6.). A ce moment seulement, les matériaux accumulés commencent à peser sur le cintre. Or, ce cintre, réduit désormais à un simple arc de cercle *a, c, b*, se présente dans d'excellentes conditions de résistance: c'est le cas de toutes les voûtes des thermes de Caracalla.

c) Enfin, quand il s'est agi de construire des voûtes en berceaux isolés, les Romains ont fréquemment eu recours à un artifice indiqué par la figure 7.

Les matériaux se liaisonnent dans toute l'épaisseur de l'arc, depuis les naissances jusqu'à l'instant où ils commencent à peser effectivement sur les cintres. A partir de cet instant, la voûte se déliaisonne: un arc intérieur est établi



DISPOSITION DES VOUTES ROMAINES.

entre les points *a* et *b* de la voûte ; cet arc , une fois fermé , se comporte à son tour comme cintre et permet d'établir , sans nulle-difficulté , successivement un deuxième , un troisième et même un quatrième arc , comme on l'observe au Panthéon d'Agrippa.

Je citerai enfin un exemple de voûte en plein-cintre appareillée à deux centres (fig. 8) , dans le but évident de réduire la dépense des cintres en diminuant la charge qu'ils supportent (fouilles des jardins Farnèse).

Je m'arrête ici , à ces indications générales. Les détails feront , je l'espère , l'objet d'une publication spéciale.

M. de Caumont cite , à ce propos , plusieurs exemples de cintres accolés et non enchevêtrés ; l'ancien pont d'Avignon , qui date du XII^e siècle , est construit d'après les mêmes principes.

M. Choisy croit à la continuation de la tradition romaine pendant le moyen-âge. Le pont St-Esprit est construit aussi d'arches juxtà-posées , construites dans le même système. Les égouts que l'on avait bâtis à Paris pendant le moyen-âge , et aujourd'hui détruits , présentaient les mêmes caractères. Dans toutes les bâtisses du moyen-âge , on retrouve même , comme principe dominant , l'idée de faire servir comme cintre une construction déjà achevée. Les grands arcs diagonaux des bâtisses ogivales sont les seuls qu'on ait cintres pour les édifices , et ensuite eux-mêmes servaient de cintres pour les autres arcs de la construction.

M. de Dion donne lecture d'un mémoire sur la classification des donjons , en réponse à une des questions du programme.