

Angleterre : mais comme elle n'a encore donné lieu à aucun grand fait pratique, nous croyons inutile d'en entretenir plus longtemps le lecteur. Il est clair que le sol à drainer dans ce but ne doit pas être un sol de labour, si l'on veut obtenir une eau saine.

Résumant ce chapitre, nous dirons qu'il n'existe que deux espèces de sources, desquelles on peut tirer pratiquement toute l'eau potable nécessaire aux besoins d'une ville ; ce sont les ruisseaux ou sources de montagne, qui peuvent fournir des eaux naturellement saines et claires, mais dont la destination à un tel usage exige toujours de gros capitaux ; puis les eaux de fleuve ou de rivière, qui, à l'inverse des eaux précédentes, sont plus économiquement aménagées dans ce but, mais dont la purification cause annuellement de grands frais d'entretien, sans compter encore la nécessité d'y mettre les eaux dans les tuyaux de la ville sous la pression voulue au moyen de machines à vapeur.

(A continuer.)

VELLEMAN,
Architecte et ingénieur.

L'ÉCONOMIE

DANS LA CONSTRUCTION ROMAINE

PAR M. CHOISY

Ingénieur des ponts-et-chaussées¹.

On s'habitue trop volontiers à regarder les Romains comme un peuple qui, disposant de richesses immenses, n'eut jamais à compter avec les moyens matériels, et put dédaigner sans scrupule les expédients que nous suggère quelquefois l'insuffisance de nos ressources. La passion des grandes choses ne fut en effet étrangère à aucune de leurs entreprises ; mais le génie des Romains sut concilier l'étendue des projets et la facilité des moyens d'exécution ; et, plus on étudia de près les restes de leurs monuments, plus on voit se multiplier les artifices tendant, sinon à réduire la main-d'œuvre, du moins à la simplifier. Tandis que les architectes ont visé dans leurs conceptions d'ensemble à une majesté d'effet et à une durée dignes de la puissance du peuple romain, une pensée évidente de rigoureuse épargne les guida dans l'exécution de toutes les parties : toujours ils aspirèrent à réaliser, par l'emploi de procédés aussi faciles que simples, le double mérite d'une solidité parfaite et d'une incomparable grandeur.

Éviter les installations temporaires, atténuer dans leurs voûtes les frais du cintrage, telle est l'idée dominante qui explique les combinaisons pratiques de leur architecture ; et c'est par l'étude des voûtes concrètes que cette idée peut être mise dans tout son jour.

Le nom de voûte semble indiquer une construction dont les joints se dirigent vers un centre commun. Telle n'était pas toutefois la constitution des voûtes romaines faites en menus matériaux maçonnés : les assises composant le corps d'une voûte romaine en maçonnerie brute gardent, de la naissance au sommet, l'horizontalité la plus exacte : à voir ces assises marquées par leurs traces dans les déchirures des ruines, on songe presque involontairement aux lignes de niveau qui se dessinent quelquefois avec une netteté si parfaite dans les coupes de terrains stratifiés. Une voûte s'élevait comme un remblai à couches alternatives de cailloux et de mortier ; et toute la difficulté consistait à soutenir dans l'espace l'amas de matériaux pendant la période de durcissement des mortiers. Cette difficulté était grave d'ailleurs, car la voûte ne devait sa stabilité qu'à sa structure monolithique ; et le moindre affaissement des cintres, laissant en porte-à-faux ces maçonneries mal consolidées, les exposait à de désastreuses ruptures.

Voici comment les Romains parvenaient à résoudre cette délicate question : au lieu de faire appuyer directement le massif de leurs voûtes sur les cintres provisoires, les Romains avaient soin d'interposer entre ces cintres et la voûte une armature intermédiaire en briques. Tantôt un réseau de briques à larges mailles, une sorte de claire-voie maçonnée d'une légèreté extrême entoure les cintres en charpente et se substitue à ces cintres pour supporter les charges ; tantôt le cintrage provisoire est enveloppé dans toute son étendue par une couche de briques à plat. Dans l'un ou l'autre cas, au lieu de donner aux charpentes la force nécessaire pour porter les volumineux massifs de la voûte, il suffit de leur donner la résistance qui convient au support du squelette essentiellement léger sur lequel s'élèveront les massifs. Doublée en effet de cette armature en briques qui la revêt et la protège, la charpente provisoire se trouve à l'abri de toute action destructive ; elle donnera son empreinte aux massifs, mais sans en subir le poids. Une fois en place, l'armature en briques de la voûte en est devenue le vrai cintre : cintre essentiellement durable, qui se retrouve dans la masse des constructions, fait corps avec elles, et concourt, au même titre que la maçonnerie brute, à la solidité et à la conservation de l'œuvre.

Ce second cintrage en briques, ainsi incorporé aux massifs, coûte assurément plus cher que la portion de blocage dont il tient la place : mais combien ce surcroît de dépense paraîtra négligeable, si on le met en parallèle avec l'économie qui en résulte sur la charpente provisoire ! — Et, du reste, le surcroît de dépense, envisagé en lui-même, avait une bien médiocre importance.

Les matériaux dont les armatures se composent consistent simplement en briques — de grande dimension, il est vrai — mais dont la fabrication était peu dispendieuse aux environs de Rome.

D'un autre côté, ces briques, malgré leur bas prix,

1. Avant de publier l'étude qu'il a consacrée à cette question, M. Choisy a traité ce sujet dans une conférence qu'il a faite à la Société centrale des architectes dont l'analyse a paru dans le Bulletin mensuel de cette société. C'est cette analyse que nous reproduisons.

étaient employées avec une épargne vraiment remarquable. Nous avons dit que les armatures des voûtes romaines étaient de deux sortes : tantôt elles étaient formées de briques posées à joints convergents, tantôt elles se réduisaient à une sorte de carrelage courbe appliqué sur les cintres.

Indiquons d'abord les principales variantes du premier type :

Les armatures à joints convergents se composent ordinairement de briques de deux dimensions : des briques carrées de deux pieds antiques de côté (un peu moins de 0^m,60), et des briques rectangulaires de deux pieds sur un demi-pied (environ 0^m,15).

Avec les briques rectangulaires on construisait des arcs, des anneaux espacés de deux pieds d'axe en axe, et, au moyen de grandes briques carrées de deux pieds de côté on reliait ces anneaux deux à deux. — On obtenait ainsi autour des cintres provisoires une sorte de cage à claire-voie, qui peut être considérée comme le modèle le plus complet de l'armature à joints convergents chez les Romains.

Quelquefois on remplaçait cette enveloppe des cintres par un système d'arceaux indépendants les uns des autres et plus ou moins rapprochés. Ces arceaux étaient faits de briques rectangulaires de 0^m,15 sur 0^m,60, auxquelles se mêlaient de distance en distance des briques carrées de 0^m,60 sur 0^m,60; ces dernières, dépassant à droite et à gauche l'arceau dont elles faisaient partie, établissaient entre l'armature et le corps des blocages une liaison très-intime.

Souvent, enfin, on groupait deux à deux des arceaux de briques de 0^m,15 sur 0^m,60, en les rendant solidaires l'un de l'autre à l'aide de briques carrées de 0^m,60 sur 0^m,60 formant entretoises.

Il est difficile de donner par une simple description une idée nette et complète de ces ingénieux agencements de briques; contentons-nous ici d'en indiquer le principe, et passons à l'examen sommaire du second mode de soutènement des voûtes romaines : les armatures en briques à plat.

Ce mode de soutènement se pratiquait de la manière suivante :

Sur la surface convexe des cintres, on appliquait une couche de ces grandes briques carrées dont les dimensions latérales ont été précédemment indiquées, et dont l'épaisseur était ordinairement de 0^m,04 à 0^m,05.

Ces grandes briques, maçonnées au moyen d'excellent plâtre ou de mortier à prise rapide, faisaient sur toute la convexité du cintrage une couche mince et sans lacunes, qui épousait la forme de l'intrados, et présentait, ainsi que nous l'avons dit tout à l'heure, l'aspect d'un dallage courbe.

Ce carrelage constituait à lui seul toute l'armature de la voûte; plus souvent on lui superposait un autre dallage tout semblable, mais construit en briques de moindre dimension, et qui formait sur le plancher courbe des cintres une deuxième enveloppe soudée à la première par l'intermédiaire d'un lit de plâtre ou de mortier.

De cette superposition, résultait sur toute l'étendue du cintrage, comme une croûte protectrice, une sorte de voûte légère, qu'on n'eût pu décinturer aussitôt après son achèvement sans courir le risque de la voir plier sous son poids, mais qui se raidit à mesure que les massifs s'élevaient, et devient enfin capable de soutenir à elle seule toute la partie haute des blocages.

En effet, l'obstacle qui se serait opposé au décintrement immédiat résidait moins dans la faible épaisseur de la croûte solide que dans la forme en plein cintre de sa section. Une voûte en briques à plat serait stable à la double condition d'être tracée suivant un profil en arc de cercle très-surbaissé, et d'être retenue d'une manière invariable entre des culées fixes; construite en plein cintre, elle acquerra la rigidité qui lui manque, pourvu qu'une garniture adossée aux reins vienne s'opposer aux effets de flexion et empêcher une couche de maçonnerie aussi mince de s'affaisser sur elle-même. — Ce dernier cas est évidemment celui de l'armature en briques à plat dans une voûte romaine.

La voûte ne pesait point encore sur les cintres, que déjà ses premières assises avaient englobé le carrelage jusqu'à un niveau plus ou moins élevé; et la partie réellement destinée à porter les charges, c'est-à-dire la partie agissante du carrelage, se réduisant dès lors à un simple arc de cercle, se présentait dans les meilleures conditions d'équilibre. On aurait pu même à ce moment enlever le cintrage en bois, et le transporter au besoin sur un autre point : construire, en d'autres termes, la voûte par fractions et remployer le même cintre pour les diverses portions qui se succèdent.

C'est là, en effet, la marche que les Romains ont plus d'une fois suivie : et, pour s'en convaincre, il suffit d'observer que les briques d'une armature, au lieu de se poser en découpe et de constituer un carrelage à joints chevauchés, ont, au contraire, leurs joints alignés, et se rangent simplement les unes à côté des autres comme les carrés d'un damier. Cette circonstance s'accorde bien avec l'idée d'une construction par tronçons; car si l'on suppose le carrelage établi à coupes chevauchées, chacun de ses tronçons se terminera en harpe, et l'on aura certaines sujétions à subir lorsqu'il s'agira de raccorder l'un d'eux au suivant; les anciens, supprimant les liaisons, faisaient disparaître du même coup toutes les difficultés de raccordement.

Quant à l'économie sur les cintres, elle est évidente : il suffisait, d'après une remarque déjà faite, que la charpente provisoire fût en état de soutenir le poids de l'un des deux carrelages; la première couche de briques sert de cintre pour construire la seconde, et les deux ensemble font comme une ossature rigide sur laquelle portera le poids entier de la maçonnerie brute.

Passons aux dispositions de détail et aux variantes du système.

Quelquefois on mêlait aux briques à plat dont est fait le second carrelage quelques briques de champ, formant comme

des lancia dans la masse des blocages. Souvent enfin, on réduisait le second carrelage à une série de côtes en petites briques dirigées en manière de couvre-joints le long des joints du premier dallage. Il arrivait même qu'on se contentât d'appliquer une petite brique scellée au plâtre sur les points où l'effet d'un choc ou bien d'une excessive pression eût été le plus redoutable, c'est-à-dire au sommet commun où viennent se réunir quatre briques contiguës de l'armature.

Ces armatures en briques à plat ont été d'un emploi extrêmement général chez les anciens : les *Thermes de Caracalla* et la *Villa Hadriana* nous en offrent les plus remarquables exemples. Du reste l'emploi des briques à plat dans les voûtes n'est pas entièrement sorti de la pratique des constructeurs italiens : les voûtes en arc de cloître qui ornent les palais de la Rome moderne sont pour la plupart construites en carreaux à plat ; l'intrados est formé d'une couche unique de briques reliées les unes aux autres au moyen de plâtre ; le reste est un blocage de construction très-grossière. Les ouvriers italiens donnent à ce genre d'ouvrages le nom de *volte alla volterrana* ; quelquefois ils le désignent sous le nom expressif de *volte a foglio*.

PROGRAMME DU CONCOURS

OUVERT POUR LA

RECONSTRUCTION DU TEMPLE-NEUF

A STRASBOURG.

Le consistoire du Temple-Neuf, à Strasbourg, fait appel à tous les architectes pour la production de projets de reconstruction de son église, incendiée le 24 août 1870.

L'emplacement sera celui du bâtiment détruit, réduit par le nouvel alignement.

L'édifice donnera vers l'ouest sur la place du Temple-Neuf, vers le sud sur la rue du même nom; du côté du nord et de l'est, il est adjacent aux cours et bâtiments du gymnase protestant.

Un plan des lieux est joint au programme.

L'édifice à reconstruire étant une église protestante, il est avant tout nécessaire que les exigences du culte protestant soient complètement satisfaites et que, principalement, la disposition soit telle que le pasteur parlant, soit en chaire, soit à l'autel, puisse être vu et compris dans toutes les parties de l'édifice.

L'autel devra avoir une place centrale et à proximité de la chaire, mais il ne sera pas placé dans un chœur, qui est inutile pour le culte protestant.

Une place suffisante sera ménagée devant l'autel pour contenir facilement 80 personnes.

L'édifice devra contenir des sièges pour 2,000 personnes; une partie de ces places pourra se trouver dans des tribunes. Des stalles séparées et convenablement placées devront être ménagées pour les pasteurs et les membres du consistoire. Ces stalles seront au nombre de 20.

L'église détruite avait contenu les plus grandes orgues de Strasbourg; il est à désirer que les orgues du nouvel édifice se rapprochent, comme ampleur et beauté, autant que possible, des anciennes. Elles devront posséder 50 registres.

Une tribune devra être disposée pour l'exécution de morceaux de musique religieuse.

Le clocher devra pouvoir contenir trois cloches, la plus grande d'environ 4,000 kilogrammes.

Une horloge avec ses cadrans devra trouver place dans le clocher.

L'église devra être pourvue d'appareils d'éclairage au gaz et de chauffage.

L'église devra comprendre :

1° Un oratoire pour les services de la semaine avec des sièges pour 150 personnes;

2° Une sacristie servant aux réunions du consistoire et ayant une superficie d'environ 40 mètres carrés.

Le consistoire ne fixe pas le style à adopter, les concurrents devront toutefois ne pas perdre de vue qu'il s'agit d'une église chrétienne protestante.

Le sol étant composé de terres rapportées, les fondations seront à calculer à une profondeur de 7 mètres.

Toutes les façades seront en pierres de taille de grès bigarré, posées sur lit de carrière; tous les ornements en stuc, terre cuite, etc., sont exclus.

Les plans seront dessinés à l'échelle de 1 centimètre par mètre, les façades et les coupes à l'échelle de 2 centimètres par mètre.

Chaque projet sera accompagné d'un devis estimatif; les prix à appliquer seront ceux du bordereau des travaux de la ville de Strasbourg.

Le maximum de la dépense sera de 800,000 fr. Cette somme devra comprendre l'édifice complètement achevé, avec ameublement, orgue, appareils de chauffage et d'éclairage.

Le jury examinera les devis pour se convaincre de leur sincérité et pourra mettre hors de concours tous les projets pour lesquels la dépense dépasserait les 800,000 fr. fixés ci-dessus.

Le projet et le devis devront porter une épigraphe et devront être accompagnés d'une enveloppe cachetée contenant le nom et l'adresse du concurrent.

Tous les projets devront être remis au plus tard le 31 janvier 1872 chez M. le Président du consistoire du Temple-Neuf, affranchis et cachetés.

Tous les projets seront exposés pendant quinze jours, après lesquels le jury statuera sur les prix à décerner.

Ces prix consistent en :

1° Un premier prix de 5,000 fr.;

2° Un second prix de 2,000 fr.;

3° Un troisième prix de 1,000 fr.;

Les projets couronnés resteront la propriété pleine et entière du consistoire, qui aura la faculté de les utiliser comme bon lui semblera.

Le consistoire se réserve expressément le droit de faire exécuter les travaux par un architecte de son choix.

Le jury se compose de sept membres, savoir :

M. le Président du consistoire,

M. BOESWILLWALD, architecte, inspecteur général des monuments historiques,

M. QUESTEL, architecte du Palais de Versailles,

M. SEMPER, architecte,

Trois membres du consistoire.

En cas d'insuffisance du concours, le jury pourra ne décerner que l'un ou l'autre des prix, les fractionner ou même n'en pas décerner du tout.

Les éditeurs responsables : V^o A. MOREL et C^o.