

surface dans laquelle doit être situé le ceintre de face de la trompe, on cherchera les projections horizontales des intersections, avec ces trois surfaces, d'une suite de plans horizontaux menés arbitrairement (ainsi que nous venons de l'expliquer pour le cas particulier de la fig. 244), lesquelles projections se rencontreront respectivement en des points par lesquels on fera passer deux courbes ou deux lignes droites, qui seront les projections horizontales des intersections des faces des murs d'encoignure avec la surface qui contiendra le ceintre de face de la trompe; et, par les mêmes points (où les projections horizontales des intersections de la suite de plans horizontaux avec les trois surfaces en question se rencontrent), on élèvera des perpendiculaires à la ligne de terre telle que LN (fig. 244), lesquelles rencontreront respectivement les traces verticales, telles que  $a^{13}a^{14}$ ,  $c^{13}c^{14}$ , de la suite de plans horizontaux, en des points par lesquels on fera passer deux courbes ou deux lignes droites, qui seront les projections verticales demandées. Je laisse au lecteur le soin de discerner les cas où ces projections seront des lignes courbes, et les cas où elles seront des lignes droites, et de modifier, en conséquence, le procédé général suivant ces cas.

---

## CHAPITRE XI.

### *Des Voûtes plates.*

347. On appelle *voûtes plates*, toutes celles qui tiennent lieu de plancher, et dont l'intrados est une surface plane et horizontale.

Ces sortes de voûtes doivent être construites de manière que les assises des claveaux qui les composent soient toujours parallèles aux faces des murs ou points d'appui qui les supportent. Ainsi, si l'on veut construire une voûte de ce genre dans une salle dont les traces horizontales des faces intérieures des murs forment un polygone quelconque, les projections horizontales des arrêtes des douëlles de la voûte formeront des polygones semblables, situés les uns dans les autres, et dont les côtés seront parallèles à ceux du polygone formé par les traces horizontales des faces des murs de la salle; et si la salle était cylindrique à base circulaire, elliptique, etc., les projections horizontales des arrêtes des douëlles seraient des courbes toutes semblables à la trace horizontale de la face intérieure du mur cylindrique de la salle,

et, bien entendu, toutes les courbes seraient situées les unes dans les autres, auraient le même centre, et les axes les unes sur les autres. Il résulte de cette disposition que le contour des assises va en diminuant de l'une à l'autre, de sorte que la dernière n'est qu'un seul morceau de pierre de peu d'étendue, qui est la clef de la voûte, et qui ne sert qu'à boucher le vide qu'ont laissé les autres assises. Passons à quelques exemples.

VOUTE PLATE SERVANT DE PLAFOND A UNE SALLE CARRÉE.

348. Supposons (fig. 245) que le carré  $A'B'FE$  soit la trace horizontale des faces intérieures, et le carré  $C'D'HG$  celle des faces extérieures des murs d'une salle dans laquelle on veut construire une voûte plate; que la figure  $CABDS'UTR'$  soit la section faite par un plan vertical élevé sur la droite  $IM$ ; et prenons ce plan pour plan de projection verticale: la droite  $AB$  sera la projection verticale de l'intrados de la voûte, et la droite  $TU$  celle de l'extrados; la distance comprise entre les parallèles  $RS$  et  $TU$  sera l'épaisseur de la voûte, laquelle épaisseur aura à peu près le douzième de la distance  $AB$  entre les murs parallèles, dans le cas où la largeur de la salle sera au-dessous de quatre mètres (environ douze pieds). Dans le cas où cette largeur serait au-dessus de quatre mètres, on pourrait donner une épaisseur un peu moindre qu'un douzième. Cela posé, on divisera la droite  $AB$  en autant de parties égales qu'on voudra avoir d'assises de claveaux dans la voûte; ensuite, on disposera les coupes en crossettes, et on obtiendra les projections horizontales des arrêtes des douëlles et des coupes, de manière à former des carrés, comme on voit le tout dans l'épure. Enfin, on disposera, dans la projection horizontale, l'appareil des claveaux de chaque assise, de manière à avoir de bonnes liaisons et de la symétrie dans les joints. On observera que les claveaux placés aux angles de la voûte aient un évidement dans la coupe du lit de dessus, ainsi que les lettres  $abc$  l'indiquent pour l'arrête de la douëlle de la première assise, et l'épure sera terminée.

Faisons voir, maintenant, que ces sortes de voûtes n'ont point de poussée.

En effet, abaissons la projection horizontale  $hmd$  de l'arrête de la crossette du sommier, dont la projection verticale est le point  $I$ ; et par les points  $h$  et  $d$  où les droites  $mh$  et  $md$  rencontrent les projections horizontales  $ag$ ,  $ec$  des joints par tête du claveau d'angle  $abcefg$ , menons la droite  $hd$ , et d'abord observons que ce claveau d'angle aura les deux points d'appui  $h$  et  $d$ ; or, si ce claveau était un parallépipède élevé sur la base  $hmdi$ , il est clair qu'il tendrait à tourner autour de la droite  $hd$  autant d'un côté que de

l'autre, c'est-à-dire qu'il serait en équilibre autour de cette droite; mais, au lieu de cela, on fait non-seulement l'évidement abc, mais on ôte encore la pierre nécessaire pour former la coupe et la crossette du lit de dessus, ce qui ôte du poids du côté du point i, et, par conséquent, ce qui force la pierre de tomber sur les sommiers posés sur les murs. De plus, pour que le claveau en question vienne coïncider avec la coupe des sommiers, il faut une masse de pierre qui, par son poids, sollicite le claveau à tourner encore plus vers les sommiers; or ces derniers, au moyen de leur crossette, ne permettent pas au claveau de tourner autour de la droite hd, d'où il suit que le premier claveau d'angle tient de lui-même sur les sommiers avec une certaine stabilité, qui le rend susceptible de porter même un certain poids aux points a, c. Si donc on pratique une crossette sur chaque joint par tête à ce claveau d'angle, un claveau courant cen'o pourra venir s'appuyer sur cette crossette et sur celle des sommiers, et on ferait voir, par un raisonnement semblable au précédent, que ce claveau resterait en place de lui-même. Ce que nous disons d'un seul claveau d'angle et des claveaux courans qui lui sont adjacens, ayant lieu pour ceux des trois autres angles, il est évident que, en posant les claveaux courans entre deux claveaux d'angle, de manière qu'au moyen de crossettes, ces claveaux viennent porter les uns sur les autres et sur les claveaux d'angle, de sorte que le closoir porte sur les deux claveaux adjacens; il est évident, dis-je, que la première assise tiendra en place d'elle-même, avec une certaine force, sur les sommiers du pourtour. On prouverait de même que les assises suivantes tiendraient d'elles-mêmes sans le secours de celles qui viendraient ensuite, ce qui fait voir que non-seulement les voûtes plates n'ont pas de poussée, mais encore qu'on peut supprimer plusieurs assises du milieu, si cela est nécessaire, sans que la solidité de la voûte en soit altérée. Il est important de faire observer que, pour que les voûtes plates n'aient point de poussée, et qu'on puisse supprimer plusieurs assises du milieu, il faut absolument disposer les assises des claveaux parallèlement aux murs, car autrement ces assises ne tiendraient plus successivement d'elles-mêmes, et les murs pourraient être renversés. Tout ce que nous venons de démontrer par le raisonnement est confirmé par l'expérience.

Quant à la manière de tracer les pierres de l'exemple de la fig. 245, il n'y a aucune difficulté en employant la méthode par équarrissement, et en faisant usage des panneaux de tête, qui est la seule méthode applicable ici. La fig. 246 montre la forme d'un sommier d'angle; la fig. 247 celle d'un claveau d'angle, et la fig. 248 celle d'un claveau courant.

349. L'épure de la fig. 249 est celle d'une voûte plate faite dans une salle octogone. Dans cette épure, la figure DABCXYZ est une section faite dans la voûte par un plan vertical élevé sur la droite MN perpendiculaire aux côtés opposés de l'octogone que cette droite MN rencontre. Le reste s'explique assez de soi-même. La figure 250 est un sommier, et la fig. 251 est un claveau d'angle de la même voûte.

350. L'épure de la fig. 252 est celle d'une voûte plate pratiquée dans une salle cylindrique circulaire. La fig. 253 est une pierre de cette voûte.

351. Si deux galeries se rencontraient, comme on le voit (fig. 254), et que ces galeries fussent couvertes par une voûte plate, on pourrait disposer l'appareil des assises d'après le principe établi, c'est-à-dire de manière que les arrêtes des douëlles fussent parallèles aux faces des murs, comme on le voit dans l'épure (fig. 254). Cependant, cet appareil n'aurait pas autant de solidité que si l'on faisait quatre plates-bandes dont les projections horizontales seraient (fig. 255) les rectangles BCEH, HGKI, IMNO et OPAB, lesquelles réuniraient les murs opposés au moyen d'un tiran en fer qui passerait au milieu de chacune d'elles, et qui serait incrusté en dessous, comme nous l'avons expliqué au n°. 283. Ces quatre plates-bandes laisseraient un vide carré BHIO entre elles, que l'on fermerait par une voûte plate tout-à-fait semblable à celle d'une salle carrée, et que l'on construirait comme il a été dit au n°. 348. On conçoit qu'alors les quatre plates-bandes dont nous venons de parler serviraient de sommiers à la voûte plate carrée. C'est sur-tout si la voûte plate devait être soutenue par quatre piliers isolés, et dont les bases seraient les carrés ABCD, EFGH, IKLM et NOPQ, qu'il faudrait nécessairement prendre le parti de faire quatre plates-bandes, et qu'il faudrait réunir ces dernières par des tirans en fer fixés à des ancrs enfoncés dans le milieu de ces piliers. Dans le cas où il s'agirait de la réunion de deux galeries (fig. 254), comme les murs se prolongeraient dans la direction des plates-bandes, les tirans en fer deviendraient surabondans.

Il suffira d'examiner la figure 256 qui est un sommier d'angle de la voûte (fig. 254), la figure 257 qui est le sommier qui vient sur la pille ABCD de la voûte (fig. 255), pour recevoir, sur ces coupes, les deux plates-bandes contiguës, et la figure 258 qui est l'un des claveaux des quatre plates-bandes, pour concevoir comment il faut tracer et tailler ces sortes de claveaux.

Je n'insisterai pas davantage sur ce genre de voûtes, dont on pourrait imaginer un bien plus grand nombre d'exemples, parce qu'elles ne sauraient présenter aucune difficulté réelle, ce qui précède étant bien entendu.

352. Aux voûtes plates, on pourrait, dans les salles cylindriques, subs-

tituer des voûtes coniques, qui seraient plus solides, et qui seraient plus gracieuses si le sommet de l'intrados avait peu d'élévation. Ces voûtes coniques ne présentent pas plus de difficulté que les voûtes plates. La figure 259 en offre un exemple. On voit, dans cet exemple, que les coupes sont perpendiculaires aux génératrices GH, IH de l'intrados; ces coupes peuvent être uniformes, mais on ne peut qu'augmenter la solidité en y pratiquant des crossettes. Ce qui augmente encore la solidité de ces sortes de voûtes, c'est de les extradossier de manière que la moindre épaisseur soit au sommet, ainsi qu'on le voit dans l'épure (fig. 259).

Rien n'est plus facile que de tracer les voussoirs de ces sortes de voûtes coniques, en équarissant d'abord les pierres au moyen d'un panneau de projection horizontale, et en achevant de les tracer, ensuite, au moyen d'un panneau de tête, ainsi qu'on le voit indiqué dans la figure 260.

Dans l'exemple de la figure 259, nous avons prolongé l'intrados jusqu'au sommet, ce qui est praticable quand l'élévation de ce sommet est peu sensible; mais si, pour rendre la voûte plus solide, on voulait lui donner plus d'élévation, pour ne pas pêcher contre le bon goût, il faudrait supprimer le sommet, et le remplacer par une petite voûte plate, d'une largeur égale à peu près au tiers de celle de la voûte entière, et séparer cette voûte plate de la voûte conique par un cadre de moulure ou d'autres ornemens, ainsi qu'on le voit indiqué dans la moitié à droite de l'épure de la figure 261. Cette voûte plate pourrait ensuite être décorée de peintures ou de sculptures, ou bien elle pourrait être supprimée et donner le moyen d'éclairer la salle par en haut, si cela était nécessaire, ainsi qu'on le voit indiqué dans la moitié à gauche de la même épure (fig. 261).

La figure 262 est l'épure d'une flèche conique; je ne crois pas nécessaire d'en donner la moindre explication, il suffira que le lecteur prenne garde à la manière dont j'ai disposé les assises, qui est essentielle pour donner à ces sortes de voûtes toute la solidité dont elles sont susceptibles. On remarquera que les coupes des voûtes coniques, dont nous venons de parler, sont elles-mêmes des surfaces coniques.

