

CHAPITRE XVIII.

Des Trompes en voussure.

La surface d'intrados des trompes en voussure est d'une nature particulière, dont la génération est arbitraire ou assujétie à certaines conditions. Le nombre de trompes en voussures possibles est infini, soit sous le rapport de leurs formes, soit sous celui de leur emploi, que l'on peut presque toujours éviter. Le bon goût n'admet pas plus ces sortes de trompes que les coniques; cependant on peut être obligé de les employer au tournant des rues étroites, pour faciliter la circulation des voitures, parce qu'elles permettent de couper les encoignures des maisons jusqu'à une certaine hauteur, et de soutenir, ensuite, la partie supérieure de cette encoignure. Nous nous bornerons à trois exemples de ce genre de voûtes.

392. PREMIER EXEMPLE. Supposons que les droites CM° , DM° (fig. 305) soient les traces horizontales des faces extérieures de deux murs droits, formant une encoignure que l'on veut tronquer, par un plan vertical, jusqu'à une certaine hauteur, et dont on veut soutenir ensuite la partie supérieure par une trompe en voussure; soit la droite AB , la trace horizontale de ce plan vertical, et supposons que le triangle $AM^{\circ}B$, qui est la projection horizontale de la trompe, soit quelconque. Cela posé, on raisonnera et on opérera de la manière suivante :

Sur le plus grand côté AM° du triangle $AM^{\circ}B$, on décrira la courbe $AKLM$, de la forme que l'on jugera convenable, laquelle sera le ceintre de face de la trompe qui est situé sur la face de l'encoignure dont la droite CM° est la trace horizontale. Pour que la trompe ait plus de grace et de solidité, on fera en sorte que l'ordonnée $M^{\circ}M$ soit au moins une fois et demie l'abscisse AM° . Ensuite, on supposera que ce ceintre de face soit la directrice d'une surface cylindrique horizontale, dont les génératrices soient parallèles à la droite AB ; on prendra cette surface cylindrique pour l'intrados de la trompe; puis on divisera le ceintre de face $AKLM$ en autant de parties égales qu'on voudra avoir de têtes de voussoirs sur la face d'encoignure dont la droite CM° est la trace horizontale, en observant une demi-tête LM au sommet; par les points de division K , L , etc., on abaissera à la droite AM° , les perpendiculaires KK' , LL' , etc.; par les pieds

K' , L' , etc., de ces perpendiculaires, on menera, à la droite AB , les parallèles K'/K^2 , L'/L^2 , etc., qui rencontreront la droite DM^o , aux points K^2 , L^2 , etc., par lesquels on élèvera, à la droite DM^o , les perpendiculaires K^2K^3 , L^2L^3 , etc., que l'on fera respectivement égales aux ordonnées K'/K , L'/L , etc., et par les points B , K^3 , L^3 , M' , on fera passer la courbe BK^3L^3M' , qui sera le ceintre de face de la trompe sur la face de l'encoignure dont la trace horizontale est la droite DM^o . Cela fait, on prendra arbitrairement une ligne de terre $A'B'$ perpendiculaire à la droite $M^o i'$, qui passe par le sommet M^o de l'angle AM^oB , et par le milieu i' de la droite AB ; on obtiendra la projection verticale $A'D'B'$ des deux ceintres de face de la trompe, en élevant, à la ligne de terre $A'B'$, et par les points A , K' , L' , M^o , L^2 , K^2 et B , les perpendiculaires AA' , $K'K^4$, $L'L^4$, M^oD' , L^2L^5 , K^2K^5 et BB' ; en faisant les ordonnées K^6K^4 , aL^4 , gL^5 , K^7K^5 , respectivement égales à celles K'/K , L'/L , M^oM , L^2L^3 et K^2K^3 , des ceintres de faces, et en faisant passer par les points A' , K^4 , L^4 , D' , L^5 , K^5 et B' , la courbe $A'D'B'$, qui sera la projection demandée. Par la projection verticale i du milieu i' de la droite AB , et en même temps du sommet M^o , et par les points K^4 , L^4 , L^5 , K^5 , on menera les droites bP^4 , cO^4 , eO^5 , fP^5 , indéfinies, qui seront les projections verticales indéfinies des arrêtes des douëlles et des coupes de la trompe; on disposera les états de charge comme on le voit dans l'épure; on reportera ces états de charge dans les ceintres de faces; on décrira la projection verticale adg du trompillion, en lui donnant la forme qu'on jugera convenable, et, ensuite, on obtiendra les projections horizontales $K'l^6h^6b'$, $L'n^5m^2c'$, etc. des arrêtes des douëlles, ainsi qu'il suit: on cherchera d'abord la projection horizontale $a'b'c'd'e'f'g'$ du trompillion, en menant à la ligne de terre $A'B'$, et par les points b , c et d , les parallèles bb^2 , cc^2 , dd^2 , lesquelles rencontreront la courbe $A'K^4D'$ aux points b^2 , c^2 , d^2 , par lesquels on abaissera, à la ligne de terre $A'B'$, les perpendiculaires b^2b^3 , c^2c^3 , d^2d^3 , qui rencontreront la droite AM^o aux points b^3 , c^3 , d^3 , par lesquels on mènera, à la droite AB , les parallèles b^3f' , c^3e' , d^3d' , qui rencontreront les perpendiculaires bb' , cc' , dd' , ee' , ff' , abaissées, à la ligne de terre $A'B'$, par les points b , c , d , e et f , respectivement aux points b' , c' , d' , e' , f' , par lesquels et les points a' , g' , où les perpendiculaires aa' , gg' , abaissées par les points a et g à la ligne de terre $A'B'$ rencontrent la droite AB , on fera passer la courbe $a'b'c'd'e'f'g'$, qui sera la projection demandée.

Pour avoir les projections horizontales des arrêtes des douëlles, celle $L'n^5m^2c'$, par exemple, on menera, à volonté, les droites nn^3 , K^4m' , ll^4 ,

hh^4 , parallèles à la ligne de terre $A'B'$, qui seront les traces verticales d'une suite de plans horizontaux qui couperont la surface d'intrados suivant des lignes droites. Par les points n, K^4, l, h , où ces droites rencontreront la courbe A/K^4D' , on abaissera, à la ligne de terre $A'B'$, les perpendiculaires nn^4, K^4K', ll^5, hh^5 , qui rencontreront la droite CM^o , aux points n^4, K', l^5, h^5 , par lesquels on menera les droites $n^4n^6, K'm^3, l^5l^8, h^5h^8$, qui seront les projections horizontales des intersections avec l'intrados de la trompe, de la suite des plans horizontaux dont nous venons de parler. Par les points n^2, m, l^2, h^2 , on abaissera, à la ligne de terre $A'B'$, les perpendiculaires $n^2n^5, mm^2, l^2l^7, h^2h^7$, qui rencontreront les parallèles à la droite AB , que nous venons de mener, aux points n^5, m^2, l^7, h^7 , par lesquels et les points L' et c' on fera passer la courbe $L'n^5m^2l^7h^7c'$, qui sera la projection demandée. On obtiendra, de la même manière, les projections horizontales $K'l^6h^6b', L^2n^6m^3l^8h^8e'$, et K^2h^9l' , des autres arrêtes des douëlles, ainsi que les lignes de construction l'indiquent, et l'épure sera terminée.

Comme ces sortes de trompes pèchent contre les lois de la stabilité, il faut, pour les consolider le plus possible, que les plans d'état de charge se prolongent horizontalement dans toute l'étendue de la trompe et de l'épaisseur des murs, pour attirer le centre de gravité dans la base.

Pour tracer les voussoirs de cette espèce de trompe, on se servira des panneaux de tête et de coupe, ou bien on se servira de la méthode par équarrissement, qui exigera ici, non-seulement les panneaux de projection horizontale, mais encore ceux des coupes. Ainsi, de toutes les manières, il nous faut ces derniers panneaux.

Pour les obtenir, on prendra une directrice ST perpendiculaire à la droite M^oi' , qui passe par le sommet M^o et par le milieu i' de la droite AB ; on menera, ensuite, une droite quelconque AB (fig. 306), sur laquelle on fera les distances BE, BD, BC, BA , respectivement égales aux distances bh', bl', bK^4, bP^4 (fig. 305); par les points B, E, D, C et A (fig. 306), on élèvera, à la droite AB , les perpendiculaires LO, EP, DQ, CN et FM ; on fera les distances BO, EP, DQ, CN, AM , respectivement égales aux distances $b^4b', h^{10}h^6, l^9l^6, K^8K'$, et SA (fig. 305); par les points O, P, Q et N (fig. 306), on fera passer la courbe $OPQN$, qui sera le bord du panneau qui doit donner la courbure de l'arrête de douëlle du lit de dessus du premier voussoir, et par les points N et M on menera la droite NM , qui sera l'arrête de la coupe sur la face de l'encoignure dont la trace horizontale est la droite CM^o . Pour avoir le bord LHF' , de ce panneau, qui répond aux faces intérieures des murs dont les traces horizontales sont les droites GE ,

EF (fig. 305), par le point E, on élèvera, à la ligne de terre A'B', la perpendiculaire EE'; on prendra la distance bE' pour la porter (fig. 306) de B en R; par le point R on élèvera la droite RH perpendiculaire à AB; on fera les distances BL, RH, AF, respectivement égales aux distances $b+b^5$, E^2E , SA^2 (fig. 305), et par les points L, H, F (fig. 306), on mènera les droites LH, HF, et le panneau sera terminé. Par un moyen semblable, on obtiendra le panneau LISRQPNM (fig. 307), de la seconde coupe cL⁴ (fig. 305), ainsi que ceux des autres coupes. On désigne l'exemple de trompe en voussure, que nous venons de donner, sous le nom de *trompe sur le pan coupé*.

393. SECOND EXEMPLE. Supposons (fig. 308) les mêmes choses que dans l'exemple précédent, avec cette différence que la surface d'intrados de la trompe soit une surface annulaire (n°. 234), au lieu d'être une surface cylindrique, de sorte que l'arc de cercle BCD, que nous supposons tangent ou non aux traces horizontales AB, DE, des faces extérieures des murs d'encoignure, soit la trace horizontale d'une surface cylindrique qui s'élève jusqu'à la naissance de l'intrados de la trompe. Cela posé, on tracera l'épure tout-à-fait comme nous l'avons expliqué sur l'exemple précédent, ainsi que la comparaison des figures 305 et 308 le fait assez concevoir, en observant toutefois, que les projections X'X², m³m⁴m⁵, etc. (fig. 308), des intersections de la suite des plans horizontaux, dont il a été parlé au n°. 392, avec l'intrados de la trompe, sont des arcs de cercle décrits du même centre L que l'arc BCD, au lieu d'être des lignes droites, comme dans la figure 305.

On aura aussi les panneaux de coupe Anifca (fig. 309), onmifca (fig. 310), qui sont ceux des deux premières coupes, et ceux des coupes suivantes, absolument comme nous l'avons expliqué pour le premier exemple de trompes en voussure. On donne, à cette trompe, le nom de *trompe sur le pan coupé en tour ronde*.

394. TROISIÈME EXEMPLE. Supposons (fig. 311) que la droite AB soit la trace horizontale d'une face d'un mur droit; que la courbe quelconque ACB soit la trace horizontale d'une surface cylindrique droite; que le ceintre de face de la trompe soit situé sur cette surface cylindrique droite, et que la courbe quelconque EGF soit la projection verticale de ce même ceintre de face. Supposons, de plus, que l'intrados de la trompe soit engendré par une ligne droite horizontale, glissant, parallèlement à elle-même, sur le ceintre de face de la trompe, de sorte que la naissance de cette dernière soit une ligne droite horizontale située sur la face du mur droit dont la droite AB est la trace horizontale. Cette trompe sera celle qui est connue sous la dénomination de *trompe en tour ronde érigée sur un mur droit*.

Pour tracer l'épure de cette trompe, on commencera par diviser la pro-

jection verticale EGF, du ceintre de face, en autant de parties égales qu'on voudra avoir de voussoirs; par les points de division M, N, O, P, on mènera, au milieu H du diamètre EF, les droites Qi, Rk, Sl, Vm, indéfiniment, qui seront les projections verticales indéfinies des arrêtes des douëlles et des coupes de la trompe; on décrira la projection verticale IKL du trompillon, à volonté, et on déterminera les projections verticales EU, FT des intersections de la surface cylindrique droite élevée sur la base ACB, avec la face du mur droit. On prolongera les premières coupes jusqu'à leur rencontre Q et V avec ces intersections EU, FT, et on disposera les voussoirs en état de charge, ou autrement, de manière que l'appareil de la trompe s'accorde convenablement avec celui du mur droit. Ensuite, par les points i, k, K, on mènera, à la ligne de terre EF, les parallèles ie, kd, Kc, qui rencontreront la projection verticale EGF, du ceintre de face de la trompe, aux points e, d, c, par lesquels on abaissera, à la ligne de terre EF (que nous supposons parallèles à AB), les perpendiculaires ef, dg, ch, qui rencontreront la trace horizontale ACB, de la surface cylindrique droite, aux points f, g, h, par lesquels on mènera les droites fy, gp, hr parallèles à la droite AB; par les points I, i, k, K, l, m, L, on abaissera, à la ligne de terre EF, les perpendiculaires IX, in, ko, Kr, lp, my, LY, lesquelles rencontreront les droites AB, fy, gp, hr, respectivement aux points X et Y, n et y, o et p, et r, par lesquels on fera passer la courbe XnorpyY, qui sera la projection horizontale de l'arrête apparente du trompillon.

Pour avoir les projections horizontales des arrêtes des douëlles, de celle du lit de dessus du premier voussoir, par exemple, on mènera, à la ligne de terre EF, différentes parallèles, telles que cb, qui couperont la droite iM en des points b, ...; par les points c, ..., où ces droites rencontreront la projection verticale EGF du ceintre de face, on abaissera, à la ligne de terre EF, les perpendiculaires ch, ..., qui rencontreront la trace horizontale ACB, de la surface cylindrique droite, aux points h, ..., par lesquels on mènera les parallèles hq, ..., à la droite AB; par les points M, b, etc., on abaissera des perpendiculaires à cette ligne de terre EF, qui iront rencontrer, la première, la trace horizontale ACB de la surface cylindrique droite au point M', et la seconde, la droite hq au point q, etc., et par les points M', q, n, on fera passer la courbe M'qn, qui sera la projection demandée. On aura les projections horizontales des arrêtes des autres douëlles, de la même manière, et après avoir abaissé les projections horizontales des extrémités et des milieux des coupes, comme on le voit dans la figure 311, l'épure sera terminée.

Pour avoir les panneaux des coupes, celui de la coupe du lit de dessus du premier voussoir, par exemple, on mènera une droite ab quelconque (fig. 312); on fera les distances bh , be , bc et ba , respectivement égales aux distances ib , iM , iv et iQ (fig. 311); par les points b , h , e , c (fig. 312), on mènera les droites bi , hg , ef , cd , perpendiculaires à la droite ab ; on fera les distances bi , hg , ef , cd , respectivement égales aux distances $n'n$, $q'q$, M^2M' , $h'h$ (fig. 311); par les points i , g , f (fig. 312), on fera passer la courbe igf , et par les points f , d , a , on fera passer une autre courbe fda , et le panneau demandé sera terminé. On obtiendrait, de la même manière, le panneau $abdfhki$ (fig. 313), de la seconde coupe, ainsi que ceux des autres coupes de la trompe.

Pour tracer les voussoirs, on se servira des panneaux de tête et de coupe.

Si la trace horizontale ACB de la surface cylindrique droite était une demi-circonférence de cercle, ainsi que la projection verticale EGF du ceintre de face de la trompe, l'intrados serait un plan incliné à 45 degrés par rapport à l'horizon, et les arrêtes des douëllles seraient des lignes droites.

CHAPITRE XIX.

Des Portes en voussure.

L'intrados des portes en voussure est toujours composé de plusieurs surfaces différentes, dont la génération, indéterminée en partie, se trouve subordonnée à des conditions qui varient pour chaque cas particulier: d'où il suit qu'il peut y avoir une infinité de différentes portes en voussure, qui peuvent toutes être pratiquées dans chacune des sept espèces de murs que nous avons établies. Ainsi il est impossible de présenter une théorie qui embrasse tous les genres de voussures possibles, ce qui, heureusement, n'est pas nécessaire, parce que, parmi l'infinité de voussures possibles, il n'y en a qu'un assez petit nombre qui soient susceptibles d'être mises en usage, et encore s'en trouve-t-il parmi ces dernières que le bon goût réprouve. C'est pour cette dernière raison que, pour ne pas grossir inutilement ce livre, je vais me borner à un petit nombre d'exemples pour le cas, seulement, où la porte est pratiquée dans un mur droit.