

**Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI<sup>e</sup> au XVII<sup>e</sup> siècle**

**Viollet-le-Duc, Eugène-Emmanuel**

**Paris, 1863**

Ogive

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-80785](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-80785)

laire avec ébrasement intérieur, qui était percée dans le mur pignon de face au-dessous du lambris de la charpente. On trouve encore la trace de cette tradition dans certaines églises romanes, surtout au midi de la Loire. La rose gothique est un développement de l'*oculus* de la basilique primitive (voy. ROSE).

**OGIVE**, s. f. *Augive*. On donne, assez improprement, le nom d'*ogive* à la figure formée par deux arcs de cercle se coupant suivant un angle quelconque<sup>1</sup>. Beaucoup de pages ont été écrites sur l'origine de ce mot, et l'esprit de parti (parti dans les questions d'art s'entend) s'en mêlant, on en est venu à si bien embrouiller la matière que toute conclusion semble avoir été ajournée à des temps plus calmes. Nous déclarons tout d'abord que nous n'avons pas la prétention de donner ici une solution, qui d'ailleurs importe assez peu; il nous suffira de fournir à nos lecteurs les renseignements que nous avons pu recueillir sur l'adoption de cette figure dans l'architecture, à dater du xii<sup>e</sup> siècle en France, renseignements dont on peut vérifier l'exactitude sur les monuments eux-mêmes. Quant à la conclusion, nous laisserons à chacun le loisir de la tirer.

Le compas étant inventé, les intersections de cercles étaient trouvées, par conséquent la figure appelée *ogive*. Ce n'est donc pas l'origine de la figure qu'il importe de rechercher, mais l'origine de son application à la construction. Des monuments de l'Asie, de la Grèce et de l'Italie, d'une très-haute antiquité, nous montrent des ogives, c'est-à-dire des berceaux ou des cavités (comme celle du trésor d'Atrée, par exemple), dont la section est donnée par deux arcs de cercle se coupant; mais tous ces monuments, sans exception, présentent un appareil horizontal, c'est-à-dire que les lits des pierres formant ces berceaux ou ces cavités sont horizontaux et non point normaux aux courbes. C'est là cependant un point essentiel, pour des architectes, car on ne peut ainsi donner à ces surfaces concaves les noms d'*arc* ou de *voûte*. Laissons donc cette origine qui ne nous apprend qu'une chose, savoir que, lorsqu'il s'est agi de *fermer* un passage ou une salle, on a donné, pendant les époques primitives dont nous parlons, des formes diverses aux *encorbellements*, seuls moyens admis pour arriver à ce résultat. Retraites, plans inclinés, courbures, ce sont toujours des encorbellements et non des voûtes, et la forme ogivale n'est alors qu'une fantaisie du constructeur, non un sys-

<sup>1</sup> *Croix d'augives*, au commencement du xiv<sup>e</sup> siècle, s'entendaient pour les arcs diagonaux d'une voûte d'arête gothique. Or, ces croix d'augives, ou arcs ogives, sont le plus souvent des pleins-cintres. « Item II crois d'augives pour faire les voûtes sus et une arche entre II crois augivères.... » (Titre de fondation d'une chapelle à Averdoin, du mois de juin 1347. Archives de M. le duc de Luynes....— Voy. t. II des *Annales archéologiques*, p. 41, l'article de M. Lassus sur l'*arc ogive*.) Pendant le moyen âge, et jusqu'au xvi<sup>e</sup> siècle, le mot *ogive* ou *augive*, *arcs ogives*, ne s'appliquait qu'aux nervures croisées. Les autres arcs, furent-ils aigus, s'appelaient *arc doubleau*, *tiercerons*, *formerets*. (Voy. les articles *ARC*, *CONSTRUCTION*.)

tème. Les Étrusques, qui ont fait de véritables arcs appareillés, c'est-à-dire composés de claveaux dont les coupes sont normales à la courbe, et les Romains qui ont fait des arcs et des voûtes en berceau d'arêtes et en calotte hémisphérique, n'ont jamais adopté l'ogive, ou s'ils l'ont fait, ce sont des exceptions trop rares pour qu'on en puisse tirer une conclusion. Les Romains n'ont admis qu'une courbe génératrice de la voûte, c'est le demi-cercle, ce qu'on appelle le plein-cintre ou l'arc de cercle, cintre incomplet. D'Auguste à Constantin, pas d'exception à cette méthode. Ce n'est guère qu'au <sup>vr<sup>e</sup> siècle que nous voyons poindre l'ogive sur les bords de la Méditerranée, en Égypte, au Caire; et là, elle apparaît déjà comme le résultat d'un calcul. Dans un autre ouvrage, nous avons expliqué d'une manière détaillée comme quoi les anciens se sont servis du triangle pour mettre en proportion leurs édifices<sup>1</sup>; comment parmi les triangles ils en avaient adopté trois : 1<sup>o</sup> le triangle équilatéral; 2<sup>o</sup> le triangle pris verticalement sur la diagonale d'une pyramide à base carrée, dont la section verticale, faite du sommet parallèlement à l'un des côtés de la base, est un triangle équilatéral; 3<sup>o</sup> le triangle dont la base est quatre et la hauteur, prise perpendiculairement du milieu de cette base au sommet, est deux et demi. Ces trois triangles donnent au sommet un angle de moins de 90°; donc il n'est pas possible de les inscrire dans un demi-cercle. Le dernier de ces triangles, celui sur lequel a été tracée la pyramide de Chéops, et qui passait chez les Égyptiens, au dire de Plutarque<sup>2</sup>, comme dérivé du triangle parfait, est donc celui-ci (1) en A :  $ab$  étant la base divisée en quatre parties, sur la perpendiculaire élevée du point  $c$ , milieu de la base, nous portons deux parties et demie,  $cd$ ; réunissant le point  $d$  aux points  $a$  et  $b$ , nous obtenons le triangle  $abd$ . Du milieu d'un des côtés  $bd$ , élevant une perpendiculaire jusqu'à sa rencontre  $e$  avec la base  $ab$ , ce point  $e$  est le centre de l'arc  $bd'd$ , dont le côté  $bd$  est la corde; procédant de même pour le côté  $ad$ , nous avons tracé deux arcs qui se coupent au point  $d$  et qui composent ce qu'on appelle une ogive. Prenant le triangle  $abd$  comme générateur de proportions, c'est-à-dire comme donnant un rapport satisfaisant entre la base  $ab$  et la hauteur  $cd$ , il était naturel de conserver ces rapports entre le diamètre et la hauteur sous clef d'un arc. C'est suivant ces méthodes que procédèrent les architectes d'Alexandrie, dès le <sup>vii<sup>e</sup> siècle de notre ère, et l'école des Nestoriens, qui s'éleva bientôt à un degré remarquable de splendeur chez les peuples d'Orient, pères de l'architecture à laquelle on donna le nom d'*arabe*. Le génie des Grecs se retrouve encore dans ce principe de proportion des arcs, ainsi que nous l'avons démontré ailleurs<sup>3</sup>.</sup></sup>

Le triangle équilatéral (voir figure 1, en B) est aussi un générateur de l'ogive; mais ce n'est que beaucoup plus tard qu'on l'emploie, tandis que

<sup>1</sup> Voyez le *Neuvième Entretien sur l'Architecture*.

<sup>2</sup> *Traité sur Isis et Osiris*.

<sup>3</sup> Voyez le *Neuvième Entretien sur l'Architecture*.

le triangle pris sur la diagonale d'une pyramide à base carrée, dont la section verticale, faite du sommet parallèlement à l'un des côtés de la base, donne un triangle équilatéral, est adopté très-anciennement pour

tracer l'arc brisé. Soit  $fgh$  la moitié de la projection horizontale d'une pyramide à base carrée, dont la section verticale faite sur  $ik$  est un triangle équilatéral; la section verticale faite sur la diagonale  $fh$  donne le triangle

*fhl*. Élevant une perpendiculaire *mn* sur le milieu d'un des côtés *hl* de ce triangle, le point de rencontre *n* de cette perpendiculaire avec la base *fh* donnera le centre de l'arc *hol*. Traçant du point *l*, comme sommet, un angle égal à l'angle *l'fg*, de manière à ce que la ligne *lp* sépare cet angle en deux angles égaux, nous avons les deux côtés *lq*, *lr*, d'un triangle équilatéral quelconque; prolongeant le tracé des arcs *loh* jusqu'à leur rencontre avec ces côtés *lr*, *lq*; *qrl* est un triangle équilatéral dont les côtés *ql*, *rl* sont les cordes des arcs *lor*, *lo'q*. L'arc brisé *qrl* est *outre-passé*; il donne au plus grand écartement *fh*, entre les deux arcs, la proportion du triangle *fhl*, et, à sa naissance *qr*, la proportion du triangle équilatéral *qrl*. Le nu des pieds-droits de cet arc sera en *s* et *t*, c'est-à-dire à l'aplomb des deux points *f*, *h*. Cette forme d'arc outre-passé, employée fréquemment dans les monuments de la Perse, se trouve déjà adoptée pour la construction des portiques de la mosquée d'Amrou au Caire, construite en 640 environ, avec quelques variantes dans la méthode du tracé. Mais les architectes de l'école d'Alexandrie, et les artistes grecs, initiateurs des populations d'Orient après le v<sup>e</sup> siècle, n'avaient fait autre chose que de donner à l'arc brisé un tracé méthodique, en vue de satisfaire à un sentiment délicat des proportions. Bien que dans la construction de ces arcs, les joints des claveaux fussent normaux aux courbes, tendissent aux deux centres, ainsi qu'on le voit en X<sup>1</sup>; que, par conséquent, la structure fut d'accord avec la forme, et que ces arcs brisés fussent plus résistants que l'arc plein-cintre, tout en exerçant une poussée moins grande, cependant les architectes orientaux n'avaient pas entrevu d'autre application de cette forme nouvelle, le système des voûtes n'était pas pour cela modifié. Il était réservé aux architectes du nord de la France de s'emparer de l'arc brisé et d'en faire le point de départ d'une structure neuve, d'un art original.

Sur les arcs brisés ou plein-ceintre (car les Orientaux les employaient simultanément, quoique cependant l'arc brisé persiste au Caire et en Perse plus que partout ailleurs), on élevait dans tout l'Orient des pendants et des calottes sphéroïdales, comme dans les premiers temps de l'empire de Byzance, sans chercher à tirer de cette nouvelle forme d'arcs des conséquences de nature à modifier la construction des voûtes. Avec ce génie inventif et pratique qui distingue les peuples de l'extrême occident, nos architectes, dès le commencement du xii<sup>e</sup> siècle, c'est-à-dire

<sup>1</sup> Les Italiens n'ont jamais compris les raisons qui avaient fait adopter la forme de l'arc brisé au point de vue des proportions et de sa véritable fonction. On peut en avoir la preuve si l'on observe que presque tous leurs arcs brisés sont appareillés comme un plein-cintre, c'est-à-dire que les joints des claveaux tendent à un seul centre, ce qui est un contre sens; que les proportions de ces arcs brisés présentent presque toujours un rapport de proportions désagréable entre la base et la hauteur. Mais les Italiens du moyen âge n'ont pas compris grand' chose à l'art grec postérieur au bas temps, et les Grecs le savaient, puisqu'ils les considéraient comme des barbares.

après les premières croisades, s'emparèrent de l'arc brisé et en firent rapidement une application fertile en résultats. Jusqu'alors, en France, on ne connaissait que la voûte romaine et on s'évertuait à la transformer, sans obtenir autre chose que de grossières tentatives accusant un désir de satisfaire à de nouvelles nécessités bien plutôt qu'un progrès. Ne construisant plus en blocages, rarement en brique, la voûte d'arête romaine n'était fermée qu'à la suite de difficultés nombreuses, qu'à l'aide de tâtonnements. Les arêtes saillantes de la voûte romaine moulée sur forme, lorsqu'on voulait les construire en moellon, n'offraient pas de solidité; on rehaussait les clefs, on cherchait un compromis entre cette forme de voûte et la coupole, afin de donner le moins de saillie possible à ces arêtes<sup>1</sup> que l'on ne savait comment maintenir entre les portions de cylindre ou de conoïdes poussant au vide. On tendait toujours vers la coupole et l'on cherchait, au moyen de cintres permanents, d'arêtes appareillées, dès le commencement du XII<sup>e</sup> siècle, à maintenir les lobes des voûtes. Ces arêtes appareillées (arcs diagonaux, *arcs ogives*) étaient déjà un grand pas de fait.

Les Clunisiens, qui dès le XI<sup>e</sup> siècle étaient maîtres en l'art de bâtir, et qui avaient formé une école d'architecture déjà brillante à cette époque, furent les premiers qui surent appliquer l'ogive à la construction, non seulement des arcs, mais des voûtes<sup>2</sup>. En relations constantes avec l'Orient, ils en rapportèrent l'arc brisé; mais ce ne fut que sur le sol français que cet arc détermina une révolution dans l'art de la construction.

En effet, tous les monuments clunisiens et cisterciens bâtis en Palestine avant le XIII<sup>e</sup> siècle, et si complètement décrits par M. le comte Melchior de Vogué dans son ouvrage sur la Terre Sainte<sup>3</sup>, en adoptant l'ogive pour les arcs, conservent cependant le système de la structure romane, et dans aucun de ces édifices l'ogive n'intervient pour modifier la voûte d'arête romaine, en berceau, ou la coupole. Mais sitôt introduite dans les provinces françaises au nord de la Loire, l'ogive se mêle à la voûte et la modifie. Voici d'abord comment le mélange se fait. Soit (2), une coupole hémisphérique dont nous présentons la projection horizontale en perspective; inscrivant un carré *abcd* dans le cercle et élévant deux plans verticaux sur les deux diagonales *ad*, *bc*, on coupe l'hémisphère en quatre parties égales *abe*, *ace*, *cde*, *dbe*. Un plan vertical élevé sur *ab* coupera l'hémisphère suivant un demi-cercle *abs*, et en supposant que ce demi-cercle est un arc doubleau plein-cintre, ayant opéré de même sur les quatre côtés du carré, on aura obtenu une calotte

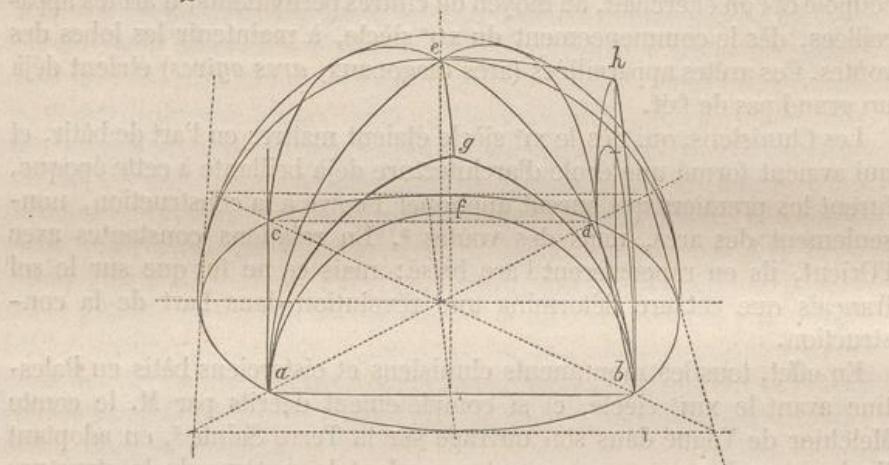
<sup>1</sup> Voyez les voûtes des bas-côtés de l'église de Saint-Martin-des-Champs, à Paris; celles des bas-côtés de l'église de Poissy, etc.

<sup>2</sup> Les arcs doubleaux de l'église de Saint-Front de Périgueux datent des dernières années du X<sup>e</sup> siècle, et sont déjà des arcs brisés.

<sup>3</sup> *Les Églises de la Terre Sainte*, par le comte Melch. de Vogué. Paris, 1860.

hémisphérique pénétrée par quatre cylindres se coupant à angle droit et formant quatre pendentifs. Mais si nous voulons de cette voûte en calotte, portée sur pendentifs, faire une voûte d'arêtes, au lieu des demi-cercles, sur les côtés  $ab$ ,  $bd$ , etc., élevons quatre arcs brisés  $abg$ ,  $bdh$ , etc., réunissons les sommets  $gh$  de ces arcs brisés au point  $e$ , nous détachons de la calotte les arêtes diagonales  $ae$ ,  $be$ ,  $de$ , etc., et nous obtenons des surfaces courbes  $age$ ,  $bge$ , etc., qui peuvent être des portions de berceaux engendrés par des arcs brisés et donnant par leur pénétration dans les plans verticaux diagonaux  $ad$ ,  $bc$  des demi-cercles  $aed$ ,  $bec$ . Ainsi aura-t-on résolu déjà un problème essentiel, savoir : de pouvoir faire des voûtes d'arêtes sur tous les plans avec des arcs génératrices de hauteurs et de diamètres différents. Les Romains, les Grecs byzantins, n'avaient

9



tenté autre chose jusqu'alors, que de couper la voûte hémisphérique par des plans verticaux dont la section ne donnait toujours que des demi-cercles<sup>1</sup>. Nos architectes occidentaux procèdent de même, seulement ils ont vu l'arc brisé, ils le posent à la place du demi-cercle donné par la section verticale et relèvent les pans de la coupole sur cet arc brisé. Leur opération est simple en principe, et peut être définie ainsi : Supposant une coupole hémisphérique en substance élastique, flexible, faisant les quatre coupures verticalement sur les côtés d'un carré inscrit dans le cercle, on relève quelque peu avec le doigt le bord supérieur de chacune des coupures ; les surfaces restantes de l'hémisphère suivent ce relèvement et forment deux plis diagonaux qui se perdent au sommet de la calotte. Pour obtenir un résultat si simple, combien a-t-il fallu de siècles<sup>2</sup> ? C'est dans le porche de l'église abbatiale de Vézelay, bâti vers

<sup>1</sup> Par cette raison que toute section d'une sphère par un plan donne un cercle.

<sup>2</sup> D'autres découvertes aussi simples dans leur principe que fertiles en résultats

1435, que nous constatons une application déjà savante et raisonnée de ce principe.

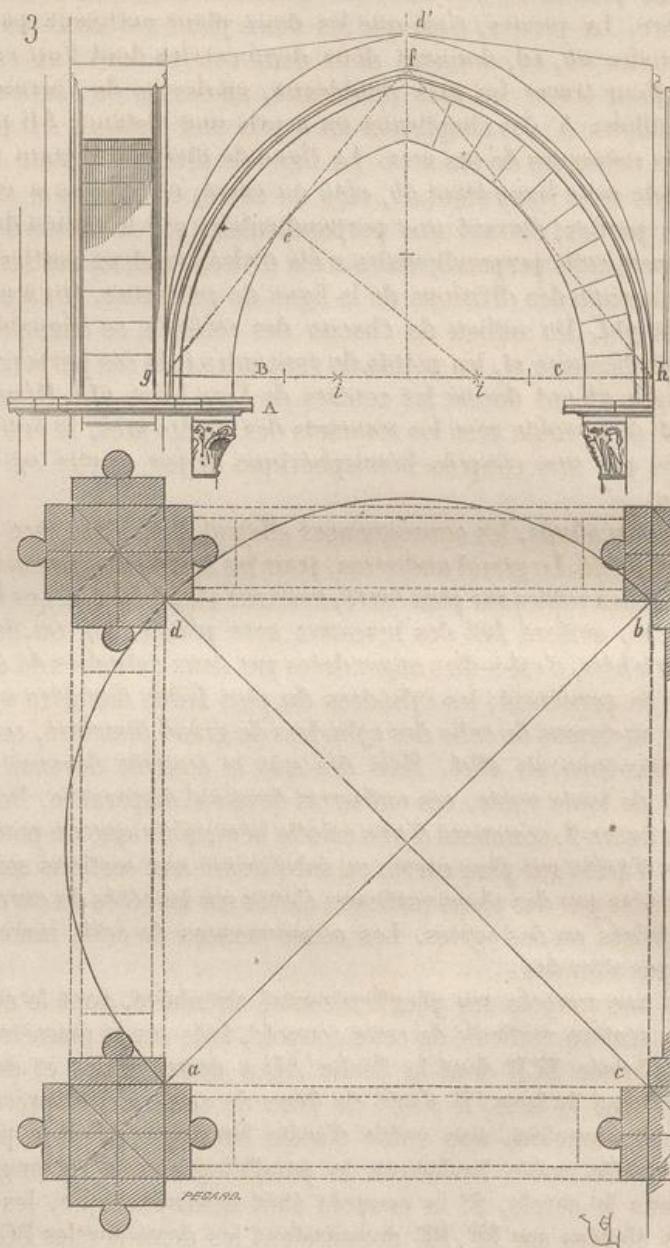
Prenons d'abord une des voûtes des bas-côtés de ce porche, voûtes établies sur plan carré (3). La forme génératrice de cette voûte est un hémisphère. La preuve, c'est que les deux plans verticaux passant par les diagonales *ab*, *cd*, donnent deux demi-cercles dont l'un est rabattu en *abd*. Pour tracer les arcs doubleaux, au-dessus de l'arrase formée par les tailloirs *A* des chapiteaux on a pris une distance *AB* pour bien dégager la naissance de ces arcs. La ligne de niveau *BC* étant tracée, la longueur de cette ligne étant *db*, côté du carré, cette ligne a été divisée en quatre parties; élevant une perpendiculaire sur le milieu de la ligne de naissance, cette perpendiculaire a été divisée en deux parties et demie égales à chacune des divisions de la ligne de naissance. On a ainsi tracé le triangle *ghf*. Du milieu de chacun des côtés de ce triangle, élevant une perpendiculaire *ei*, les points de rencontre *i* de ces perpendiculaires avec la ligne *gh* ont donné les centres de l'arc brisé *ghf*. Réunissant le sommet *d'* de la voûte avec les sommets des quatre arcs, la voûte d'arête engendrée par une coupole hémisphérique et par quatre ogives a été construite.

Le principe admis, les conséquences allaient s'ensuivre avec une prodigieuse rapidité. Le grand embarras, pour les architectes romains, n'était pas de faire des voûtes sur plan carré, mais sur plan barlong. Les Romains, dans ce cas, avaient fait des berceaux avec pénétration ou des voûtes d'arêtes *trichées*, c'est-à-dire engendrées par deux cylindres de diamètres différents se pénétrant; les cylindres du plus faible diamètre ayant leur naissance au-dessus de celle des cylindres de grand diamètre, ce qui produit un très-mauvais effet. Mais dès que la coupole devenait le point de départ de toute voûte, ces embarras devaient disparaître. Nous avons expliqué, figure 2, comment d'une calotte hémisphérique on pouvait faire une voûte d'arête sur plan carré, en substituant aux sections semi-circulaires données par des plans verticaux élevés sur les côtés du carré inscrit, des arcs brisés ou des ogives. Les conséquences de cette innovation ne se firent pas attendre.

Soit (4) une coupole sur plan horizontal circulaire, dont le centre est en *A*. La section verticale de cette coupole, faite sur le diamètre, donne la courbe brisée *BCD* dont la flèche *AD* a deux parties et demie des quatre divisant la base. Il s'agit de faire de cette voûte, présentant la forme d'un mamelon, une voûte d'arête barlongue. Soit le plan horizontal de cette voûte barlongue le parallélogramme rectangle *BFEC* inscrit dans le cercle. Si la coupole était hémisphérique, les sections verticales élevées sur *BF*, *BE* donneraient les demi-cercles *BGF*, *BHE*;

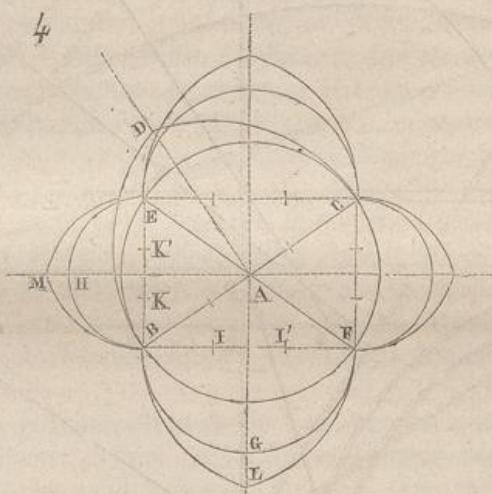
ont mis, en ce monde, bien du temps à surgir; mais rarement on a considéré ces éclairs de l'esprit humain comme un signe de barbarie. Rarement les peuples au milieu desquels ils ont apporté une lumière nouvelle ont cherché à voiler leur éclat.

mais nous redoutons les poussées, nous avons admis l'arc brisé comme moyen de rendre ces poussées moins puissantes pour nous conformer à un système de proportions qui nous satisfait plus que le plein-cintre.



Nous divisons alors les lignes de base de nos sections BF, BE en trois parties égales, et prenant les points II', KK' comme centres, les longueurs IF'B, KE, K'B comme rayons, nous décrivons les deux arcs brisés BLF,

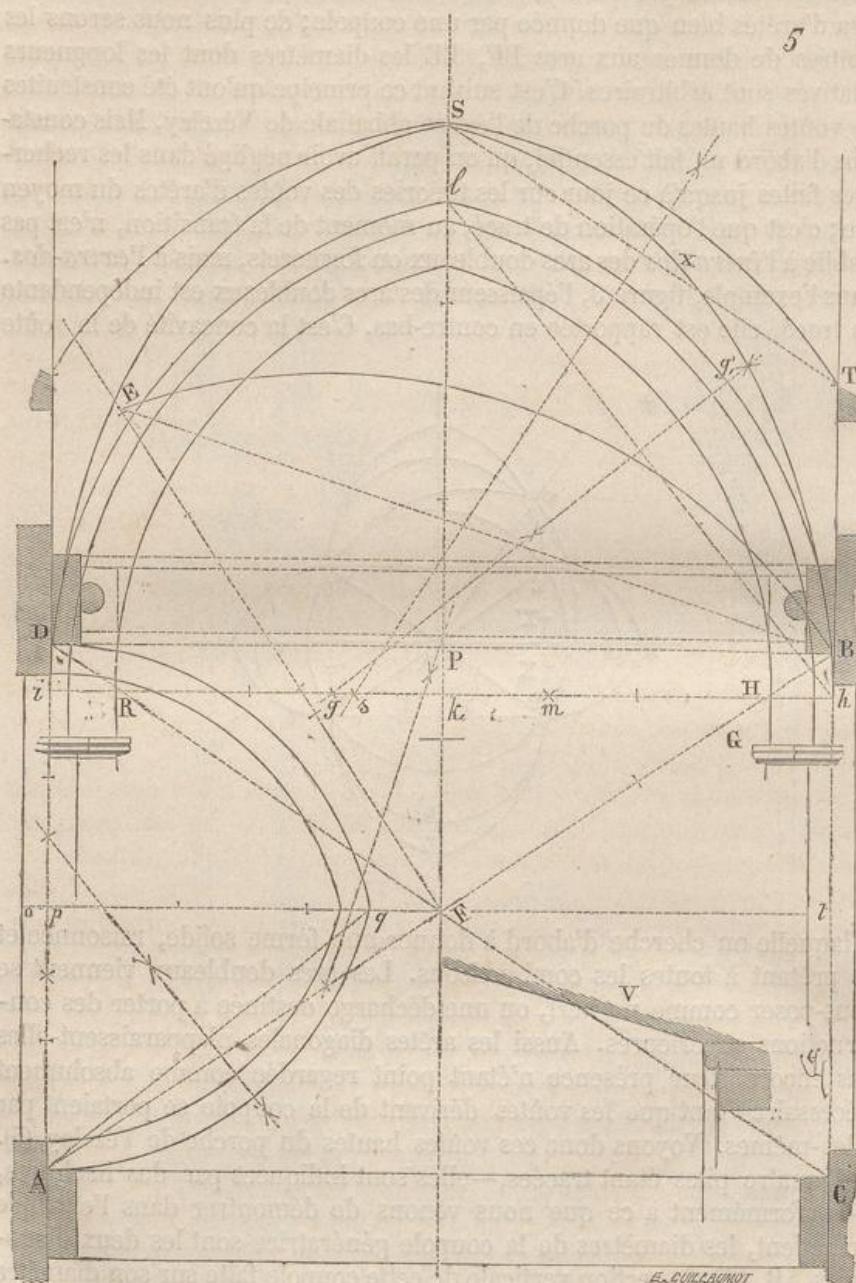
BME, ogives qui sont les rabattements des arcs doubleaux sur lesquels viendront reposer la voûte. Dès lors les diamètres BC, FE dont le rabattement est donné par l'arc brisé BDC deviendront des arêtes, la voûte sera d'arêtes bien que donnée par une coupole; de plus nous serons les maîtres de donner aux arcs BF, BE les diamètres dont les longueurs relatives sont arbitraires. C'est suivant ce principe qu'ont été construites les voûtes hautes du porche de l'église abbatiale de Vézelay. Mais constatons d'abord un fait essentiel, qu'on paraît avoir négligé dans les recherches faites jusqu'à ce jour sur les théories des voûtes d'arêtes du moyen âge; c'est que l'opération de tracé, au moment de la transition, n'est pas établie à l'*intra-dos* des arcs doubleaux ou formerets, mais à l'*extra-dos*. Dans l'exemple, figure 3, l'épaisseur des arcs doubleaux est indépendante du tracé, elle est rapportée en contre-bas. C'est la concavité de la voûte



à laquelle on cherche d'abord à donner une forme solide, raisonnée et se prêtant à toutes les combinaisons. Les arcs doubleaux viennent se sous-poser comme un nerf, ou une décharge destinée à porter des constructions supérieures. Aussi les arêtes diagonales n'apparaissent-elles pas encore, leur présence n'étant point regardée comme absolument nécessaire<sup>1</sup> tant que les voûtes dérivant de la coupole se portaient par elles-mêmes. Voyons donc ces voûtes hautes du porche de Vézelay (5). Les quatre piles étant tracées,—elles sont indiquées par des hachures,—conformément à ce que nous venons de démontrer dans l'exemple précédent, les diamètres de la coupole génératrice sont les deux diagonales AB, CD; la section verticale de cette coupole faite sur son diamètre donne la courbe (demie) BE, le diamètre ayant quatre parties et la flèche

<sup>1</sup> Ces arcs diagonaux sont ce qu'on appelle, dans la construction des voûtes gothiques, les *arcs ogives*. (Voy. CONSTRUCTION.)

FE deux et demie. L'extra-dos des arcs doubleaux part des points DB, l'extra-dos des formerets des points AD. Cet arc doubleau, rabattu, est



ainsi tracé : les tailloirs des chapiteaux étant au niveau G, la naissance, afin de se dégager, a été relevée en H. La ligne de base  $hi$ , de l'extra-dos, a été divisée en quatre parties; sur le milieu  $k$  de cette ligne la perpendicu-

laire  $kl$ , étant élevée, a été divisée en deux parties et demie de manière à ce que cette flèche  $kl$  soit à la base comme  $2 \frac{1}{2}$  sont à 4. Établissant le triangle dont le côté est  $hl$ , élevant sur le milieu une perpendiculaire, la rencontre de cette perpendiculaire avec la ligne de base  $hi$  donne le point  $g$  centre de l'arc  $hg'l$ . Relevant la ligne de naissance des formerets de la hauteur  $op$  au-dessus du tailloir des chapiteaux, on a procédé de même que pour l'arc doubleau; la ligne de base  $AD$  de ces formerets étant à la flèche  $pq$  comme 4 est à  $2 \frac{1}{2}$ . La section verticale, sur le grand axe  $ot$  de la voûte, donne en  $S$  la clef  $E$  de la section verticale faite sur  $AB$ ; en  $T$ , l'extra-dos de la clef de l'arc formeret; en  $l$ , l'extra-dos de l'arc doubleau. Si nous joignions le point  $T$  au point  $S$  par une droite, nous ne pourrions dégager l'arête projetée en  $BXS$ ; alors nous cherchons sur la ligne de base en  $s$  le centre d'un arc passant par les points  $TS$ . Cette courbe est la section verticale de la ligne de clefs  $Ft$ . Quant au point  $l$ , il peut être réuni au point  $S$  par une droite, ainsi que le fait voir la section verticale  $V$  faite sur  $FP$ . L'épaisseur de l'arc doubleau  $iR$  étant fixée, il se trouve que la ligne de naissance  $RH$  comprise entre l'intra-dos est divisée en trois parties égales par les points  $g, m$  centres de l'arc brisé. Alors cet arc est un tiers point. On observe donc que tout le tracé est commandé par les extra-dos des arcs, que cette voûte est un compromis entre la coupole et la voûte d'arêtes, que l'introduction de l'arc brisé donne une grande liberté au constructeur dans la disposition des voûtes sur plan barlong, et que cependant l'artiste a soigneusement observé un principe de proportions qu'il regardait non sans raisons comme bon, puisqu'il résulte du triangle auquel les anciens donnaient une valeur harmonique parfaite.

Une difficulté, purement matérielle et minime en apparence, obligea bientôt les architectes à faire de nouveaux progrès dans le tracé des voûtes et à étendre les applications de l'arc brisé. Vers la fin du xii<sup>e</sup> siècle on commençait des édifices religieux et civils d'une dimension inusitée jusqu'alors. On portait la largeur des grandes nefs jusqu'à quinze et seize mètres et même jusqu'à vingt<sup>1</sup>. L'art de l'architecture était alors exclusivement tombé entre les mains des laïques, et ceux-ci compriront bientôt tout le parti qu'ils pouvaient tirer du nouveau système de voûtes. Avec cette logique qui distingue l'habitant des Gaules, les maîtres des œuvres reconnaissent que, puisque de la coupole on ne conservait plus que deux diagonales, ou deux sections faites sur les diagonales d'un parallélogramme inscrit dans le cercle, base de cette coupole, il fallait franchement donner à ces deux arcs croisés une fonction utile, indispensable; il fallait en faire l'ossature de la voûte et porter sur cette ossature des voûtains indépendants les uns des autres, pouvant ainsi s'incliner en tous sens, se biaiser, s'allonger, devenir très-concaves ou presque plats. Les voûtes des cathédrales de Paris, de Senlis, celles de beaucoup d'églises

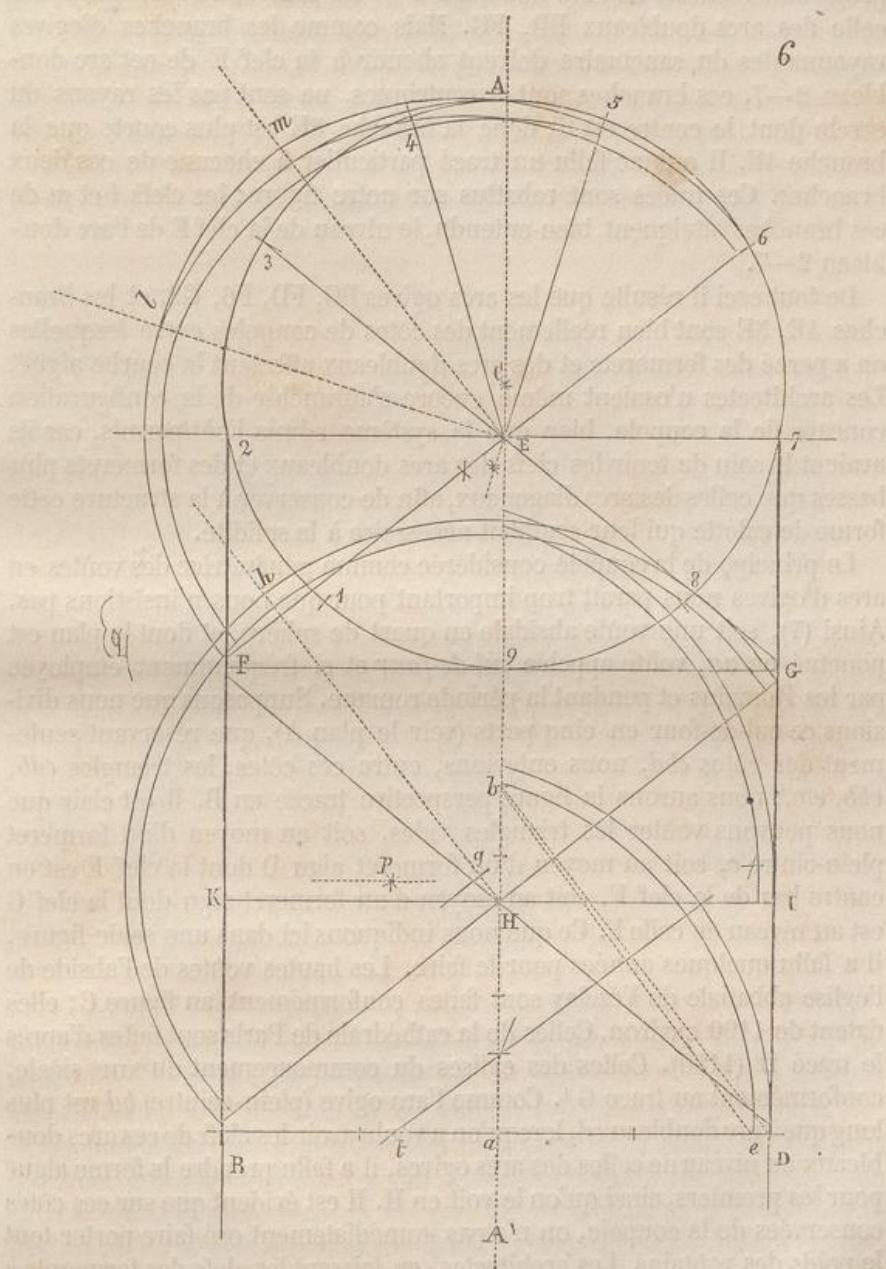
<sup>1</sup> Nef de l'ancienne cathédrale de Toulouse.

de l'Ile de France bâties de 1160 à 1200, présentent déjà une quantité de combinaisons qui indiquent combien, en très-peu d'années, l'école laïque s'était émancipée, tout en conservant le principe primitif issu de la coupole et de l'arc brisé. Cependant,—car si rapidement que l'on progresse, il y a toujours entre le point de départ et le point d'arrivée des transitions,—la coupole considérée comme génératrice est une tradition si puissante, que pour la construction des grandes voûtes, les architectes n'osent pas encore se fier entièrement aux conséquences du système que nous venons d'indiquer. Ils ont encore dans l'esprit la configuration de la coupole, ils tâtonnent.

Les hautes voûtes du chœur de la cathédrale de Paris, qui étaient terminées avant l'année 1190, nous fournissent à cet égard un sujet d'études intéressantes. La date de leur construction est certaine, et elles n'ont pas été modifiées plus tard ainsi que cela est arrivé pour la plupart des absides du XII<sup>e</sup> siècle.

Le souvenir de la coupole a évidemment inspiré le tracé de ces voûtes (6). Un cercle dont le centre est en C et dont le rayon est CA a d'abord été tracé. Ce cercle a été divisé en neuf parties. Des points 2 et 7, deux lignes parallèles au grand axe AA' ont été tirées. Ces deux lignes 2B, 7D sont les nûs des murs du haut chœur au-dessus des piles. On voit que les deux segments du cercle 2—3, 6—7 débordent le nû des deux murs. Les points 2 et 7 ont été réunis par une ligne qui est la projection horizontale de l'arc doubleau du sanctuaire. Des lignes E3, E4, E5, E6, réunissant le milieu de l'arc doubleau 2—7 aux points diviseurs de la circonférence, sont les projections horizontales des arcs ogives, nerfs de la voûte du sanctuaire. Les lignes 3E, 6E, prolongées jusqu'à leur rencontre avec les lignes de nûs 7D, 2B, sont les projections horizontales des branches d'ogives contrebutant les arcs rayonnants. Une ligne FG, perpendiculaire au grand axe et tangente au cercle, donne la projection horizontale du dernier arc doubleau des grandes voûtes d'arêtes. Ayant pris sur le grand axe une longueur 9H égale à 9E, on a obtenu le centre, la clef de la voûte en arcs d'ogives FGBD. Mais de même que le triangle GE6 est divisé par l'arc doubleau E7, on a cru devoir diviser le triangle DHG par un arc doubleau IHK. Voilà pour les projections horizontales. Pour le tracé des arcs, la méthode suivie est celle-ci : L'arc doubleau BD, ou celui FG, ou celui 2—7, sont engendrés par un triangle dont la base est quatre et la hauteur deux et demi. Sur le milieu de la base ou naissance BD divisée en quatre, on a élevé la perpendiculaire *ab*. Celle-ci ayant deux parties et demie égales à chacune des divisions de la base, on a tracé le triangle BDb. Portant sur la ligne de base de D en *e* une épaisseur égale à celle des claveaux de l'arc doubleau on a réuni le point *e* au sommet *b*. Du milieu de cette ligne *eb*, élevant une perpendiculaire jusqu'à sa rencontre avec la ligne BD, on a obtenu en *t* le centre de l'une des branches de l'arc doubleau. Quant aux arcs-ogives, arcs-diagonaux qui sont comme les derniers témoins de la coupole, ils sont plein-

cintres, ainsi que l'indique notre rabattement; leur point de centre étant relevé en *g*, au-dessus du tailloir des chapiteaux, afin que la clef *h* de ces



arcs se trouve à un niveau plus élevé que celui des clefs *b* des arcs doubleaux, car on tenait à avoir une pente dans la section de la voûte, de *H* en *a*. Dès lors, il fallait que la clef des arcs doubleaux intersecteurs

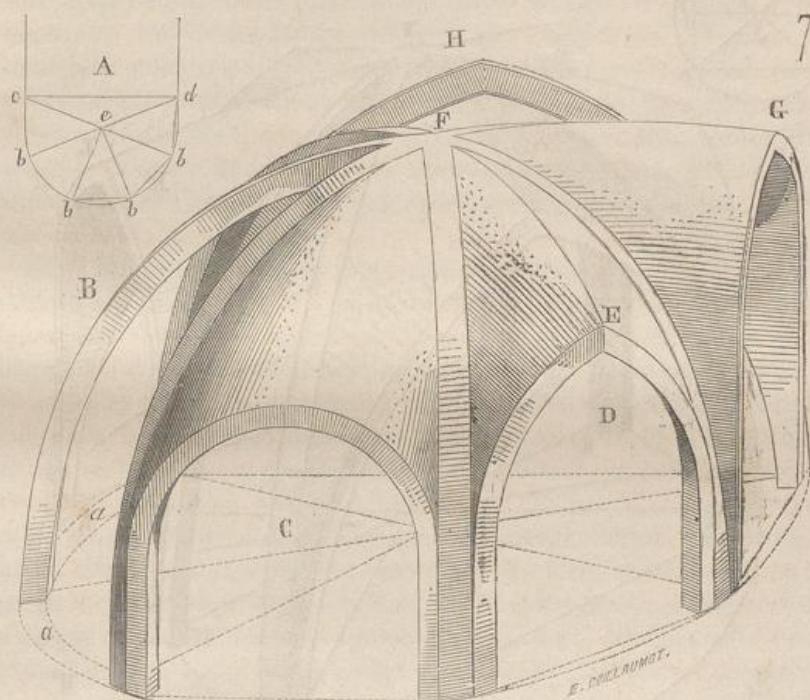
IK se trouvât au niveau de la clef des arcs ogives. On a donc relevé en *p* le centre des branches de cet arc doubleau rabattu sur notre figure. La projection verticale de l'arc doubleau 2—7 du sanctuaire est exactement celle des arcs doubleaux BD, FG. Mais comme les branches d'ogives rayonnantes du sanctuaire doivent aboutir à la clef E de cet arc doubleau 2—7, ces branches sont excentriques, ne sont pas les rayons du cercle dont le centre est C; donc la branche 3E est plus courte que la branche 4E. Il a donc fallu un tracé particulier à chacune de ces deux branches. Ces tracés sont rabattus sur notre figure; les clefs *l* et *m* de ces branches atteignent, bien-entendu, le niveau de la clef E de l'arc doubleau 2—7.

De tout ceci il résulte que les arcs ogives BG, FD, F6, G3, et les branches 4E, 5E sont bien réellement des côtes de coupole entre lesquelles on a percé des formerets et des arcs doubleaux affectant la courbe aiguë. Les architectes n'osaient même encore s'affranchir de la configuration concave de la coupole, bien que le système admis l'eût permis, car ils avaient le soin de tenir les clefs des arcs doubleaux et des formerets plus basses que celles des arcs diagonaux, afin de conserver à la structure cette forme de calotte qui leur semblait nécessaire à la solidité.

Le principe de la coupole considérée comme génératrice des voûtes en arcs d'ogives nous paraît trop important pour que nous n'insistions pas. Ainsi (7), soit une voûte absidale en quart de sphère, et dont le plan est ponctué en *aa*, voûte appelée *cul-de-four* et si fréquemment employée par les Romains et pendant la période romane. Supposons que nous divisions ce cul-de-four en cinq parts (voir le plan A), que réservant seulement des côtes *cbd*, nous enlevions, entre ces côtes, les triangles *edb*, *ebb*, etc.; nous aurons la figure perspective tracée en B. Il est clair que nous pouvons voûter les triangles vides, soit au moyen d'un formeret plein-cintre *c*, soit au moyen d'un formeret aigu D dont la clef E est en contre-bas de la clef F, soit au moyen d'un formeret aigu dont la clef G est au niveau de celle F. Ce que nous indiquons ici dans une seule figure, il a fallu quelques années pour le faire. Les hautes voûtes de l'abside de l'église abbatiale de Vézelay sont faites conformément au figuré C; elles datent de 1190 environ. Celles de la cathédrale de Paris sont faites d'après le tracé D (1180). Celles des églises du commencement du XIII<sup>e</sup> siècle, conformément au tracé G<sup>1</sup>. Comme l'arc ogive (plein-ceintre) *bd* est plus long que l'arc doubleau *cd*, lorsqu'on a voulu avoir les clefs de ces arcs doubleaux au niveau de celles des arcs ogives, il a fallu prendre la forme aiguë pour les premiers, ainsi qu'on le voit en H. Il est évident que sur ces côtes conservées de la coupole, on n'a pas immédiatement osé faire porter tout le poids des voûtains. Les architectes, en laissant les clefs des formerets à

<sup>1</sup> La Bourgogne est de quelques années en retard sur l'Île de France, et les voûtes du chœur de Vézelay correspondent comme facture à celles (anciennes) de la cathédrale de Noyon, qui date du milieu du XII<sup>e</sup> siècle.

un niveau plus bas que celui des clefs des arcs ogives, pensaient ainsi faire porter une partie du poids des voûtains ou remplissages triangulaires sur les murs, et ils ne se trompaient pas; mais ils reconnurent bientôt que cette structure avait des inconvénients: elle tendait à déverser les formerets en dehors. C'était un compromis entre la structure antique et celle nouvellement inaugurée qui devait arrêter quelque temps les développements de l'art du XIII<sup>e</sup> siècle; d'ailleurs, il était plus simple de considérer les arcs réservés de la coupole comme les points résistants, destinés à transmettre les pesanteurs des voûtes, et de maintenir alors

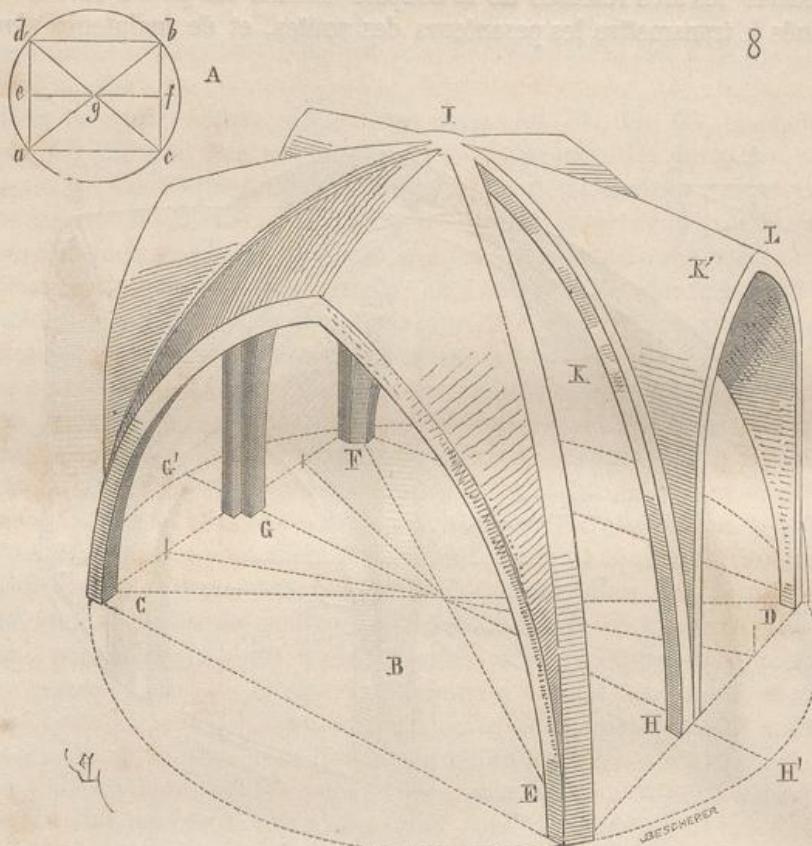


solidement la poussée de ces côtes; c'est ce que l'on fit bientôt: 1<sup>o</sup> en adoptant l'arc brisé pour les formerets; 2<sup>o</sup> en élevant les clefs de ceux-ci au niveau des clefs des arcs ogives, comme l'indique la figure 7 en G.

Les projections des grandes voûtes du chœur de la cathédrale de Paris que nous avons tracées (fig. 6) nous montrent en BDFG une voûte presque carrée, composée de deux arcs ogives BG, DF, de deux arcs doubleaux BD, FG, d'un arc doubleau intermédiaire KI et de quatre formerets BK, KF, DI, IG. Ayant la disposition des voûtes sur plan carré des collatéraux, des points d'appuis en B, K, F, D, I, G d'une part, et la tradition de la coupole de l'autre, les constructeurs, cherchant à conserver de cette coupole deux tranches diagonales BG, DF, sur lesquelles devaient reposer les remplissages ou voûtains, ne pensaient pas que ces diagonales dussent

ne point se couper suivant des angles très-rapprochés de l'angle droit, sinon droits. Ils franchissaient ainsi deux travées, faisant porter ces arcs ogives ou diagonaux sur les points d'appuis, de deux en deux; mais autant pour diminuer la surface des remplissages que pour répartir leur poids sur toutes les piles, ces constructeurs recoupaient la voûte en arcs d'ogives par un arc doubleau intermédiaire *KL*.

Voici donc ce que donnait cette combinaison (8). La coupole à projec-



tion horizontale circulaire était encore la génératrice de cette voûte. En effet (voir la projection horizontale A), les arcs ogives *ab*, *cd*, ne sont autre chose que les tranches réservées de la coupole; seulement, les murs de la nef étant sur les deux parallèles *ad*, *cb*, un arc doubleau intermédiaire bandé de la pile *e* à la pile *f* permettait de voûter chacun des triangles *adg*, *cbg* au moyen de deux voûtains *aeg*, *edg*, *cfg*, *fbg*. Au lieu de deux formerets *ad*, *cb*, on obtenait quatre formerets *ae*, *ed*, *cf*, *fb*. Le figuré perspectif B explique ce système. Là, le plan fictif de la coupole est visible. Les deux arcs ogives *CD*, *EF* en sont les dernières traces; l'arc doubleau intermédiaire *GH*, au lieu d'être, comme les arcs ogives,

une tranche séparée de la coupole, a été reporté de  $G'$  en  $G$  et de  $H'$  en  $H$ ; son sommet atteint le niveau de la clef  $I$  des arcs ogives; puis, l'ossature ainsi établie, dans les triangles  $K$  restés vides on a bandé les voûtains  $K'$ , qui portent sur les arcs ogives, les arcs doubleaux, et qui sont tracés par les formerets  $L$ . Ce système offrait encore l'avantage de prendre des jours latéraux sous les formerets dans la hauteur même de la voûte.

Mais il était peu logique, ayant des points d'appuis égaux en force, en  $aed$ , de faire porter deux arcs ogives et un arc doubleau sur les piles  $ad$ , tandis qu'on ne chargeait la pile  $e$  que d'un seul arc doubleau. On prit donc, vers 1230, le parti de faire des grandes voûtes par travées, très-barlongues, et de charger également toutes les piles. C'est ainsi que sont construites les voûtes hautes des nefs des cathédrales d'Amiens et de Reims; la coupole en est cependant le principe génératriceur comme pour les voûtes précédentes. Dans la cathédrale d'Amiens les arcs diagonaux ou ogives sont des plein-cintres, ou très-peu s'en faut; mais dans celle de Reims la coupole génératrice des arcs ogives est tracée sur un triangle équilatéral, et l'épure de ces voûtes est aussi simple que profondément raisonnée.

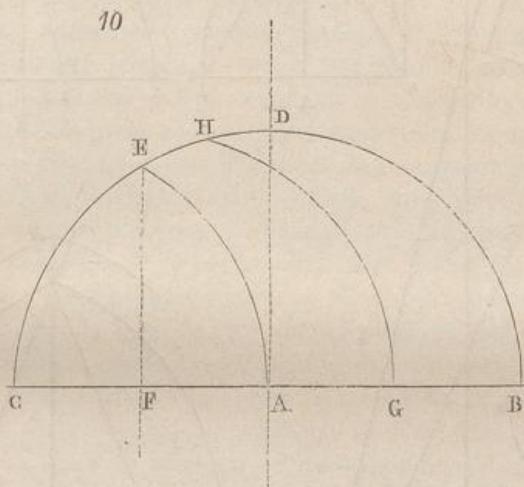
En A (9) est donnée la projection horizontale d'une de ces voûtes hautes; les piles étant en  $abcd$ , l'axe de ces piles donne les points de départ des deux arcs ogives  $ad$ ,  $bc$ , ou plutôt les arcs ogives sont les diagonales d'un parallélogramme rectangle dont les angles tombent sur les axes des piles. Ces arcs ogives sont les tranches réservées d'une coupole dont la trace horizontale est donnée par le cercle  $ij'j''$  et dont la section verticale est la courbe brisée  $kk'l'$ , inscrivant un triangle dont la base est à la hauteur comme 13 est à 10.—On remarquera que le tracé est donné par l'extra-dos.—L'extra-dos des arcs doubleaux rabattus en  $efg$  inscrit un triangle équilatéral; l'extra-dos des formerets rabattus en  $hmn$  inscrit de même un triangle équilatéral; la clef  $n$  de ces formerets atteint le niveau de la clef  $g$  des arcs doubleaux, de sorte que leur naissance est relevée en  $mh$ . Ces formerets sont d'ailleurs les archivoltes des fenêtres. Ainsi donc les conséquences du principe de la voûte d'arête dite gothique se simplifiaient rapidement. Les épures pouvaient être indiquées déjà vers 1230 par une simple formule. Le triangle équilatéral est toutefois rarement employé pour tracer les grands arcs doubleaux des voûtes, il est plutôt adopté pour les formerets dont il fallait relever les naissances (voy. CONSTRUCTION).

Villars de Honnecourt<sup>1</sup>, parmi ses croquis, trace la figure 10, sous laquelle il inscrit cette légende: « Par chu fait om trois manires dars, « a compas ovrir one fois. » Ce qui veut dire: « Par ce moyen l'on fait « trois manières d'arcs avec une seule ouverture de compas. » En effet, soit le rayon  $AB$ , nous traçons le demi-cercle (plein-cintre)  $CBD$ . Posant la pointe du compas en  $C$ , avec le même rayon nous traçons l'arc brisé

<sup>1</sup> *Album de Villars de Honnecourt*. Voir les éditions française et anglaise. Pl. XI.

ACE, inscrivant un triangle équilatéral. Abaissez du point E une perpen-

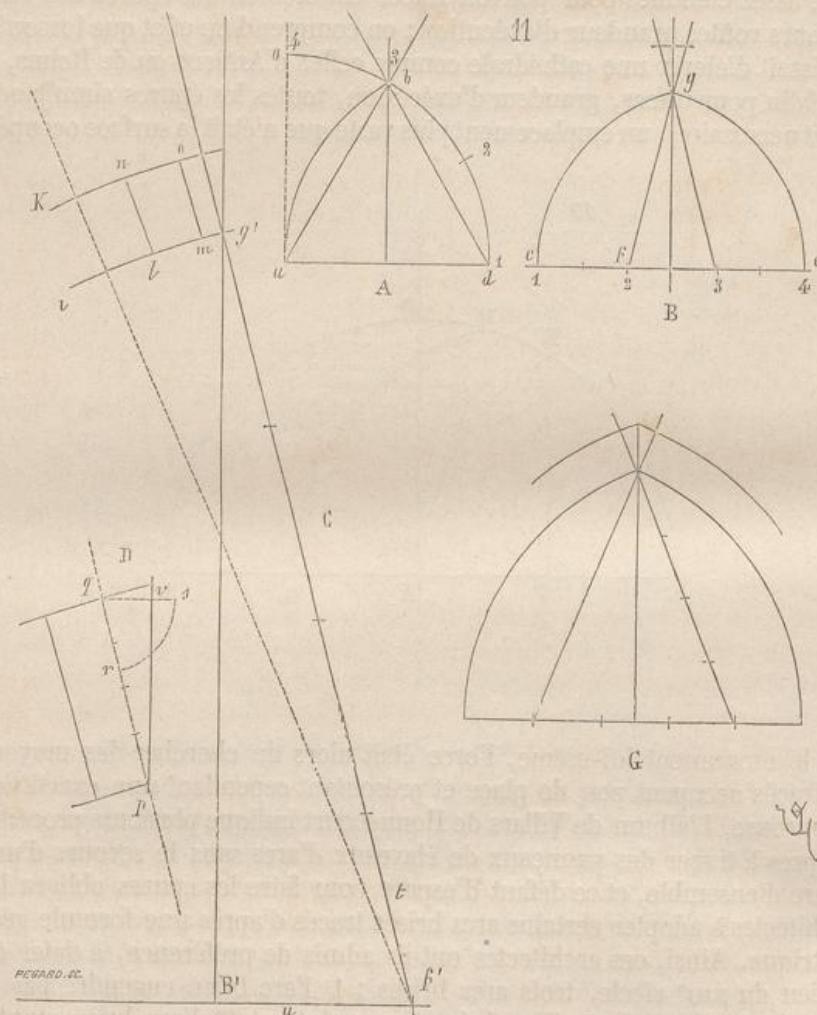
diculaire sur la ligne de base, le point de rencontre F divise le rayon AC en deux parties égales. Posant la pointe du compas sur F, toujours avec le même rayon nous tracerons l'arc GCH. Les centres de l'arc brisé GCH seront posés sur les points FA qui divisent la base CG en trois parties égales. C'est cet arc auquel quelques auteurs ont donné le nom de *tiers-point*<sup>1</sup>. Or, les architectes du moyen âge ne trouvaient pas toujours des aires assez étendues pour pouvoir tracer entièrement les épures des arcs de leurs voûtes grandeur d'exécution; on comprend en effet que lorsqu'il s'agissait d'élever une cathédrale comme celles d'Amiens ou de Reims, il eût fallu pour tracer, grandeur d'exécution, toutes les épures simultanément nécessaires, un emplacement plus vaste que n'était la surface occupée



par le monument lui-même. Force était alors de chercher des moyens de tracés occupant peu de place et présentant cependant une exactitude rigoureuse. L'album de Villars de Honnecourt indique plusieurs procédés propres à tracer des panneaux de claveaux d'arcs sans le secours d'une épure d'ensemble, et ce défaut d'espace pour faire les épures obligea les architectes à adopter certains arcs brisés tracés d'après une formule géométrique. Ainsi, ces architectes ont-ils admis de préférence, à dater du milieu du XIII<sup>e</sup> siècle, trois arcs brisés : 1<sup>o</sup> l'arc brisé engendré par le triangle équilatéral; 2<sup>o</sup> l'arc brisé tiers-point, et 3<sup>o</sup> l'arc brisé quinte-point. Le tracé des ogives obtenu en posant les centres sur deux points diviseurs de la base, en trois, en quatre, en cinq, en six, en sept et en huit, permettait de faire une épure rigoureuse, sans qu'il fût nécessaire

<sup>1</sup> Cette dénomination nous semble en effet parfaitement applicable à cette sorte d'arc, puisque la pointe du compas est placée sur le troisième des points diviseurs de la base. Cependant l'arc équilatéral est souvent aussi appelé tiers-point. Nous allons voir pour quelle raison.

de tracer l'ensemble d'un demi-arc. Soit (11) en A un arc brisé engendré par un triangle équilatéral, il est évident que le rayon  $ab$  est égal à la base  $ad$ ; que si nous traçons le quart de cercle  $do$ , le segment  $bo$  sera la moitié du segment  $db$ , puisque le triangle équilatéral divise le cercle en six parties égales. La clef  $b$  est donc le troisième point du quart de cercle divisé en trois segments égaux; c'est la raison qui a fait donner parfois le



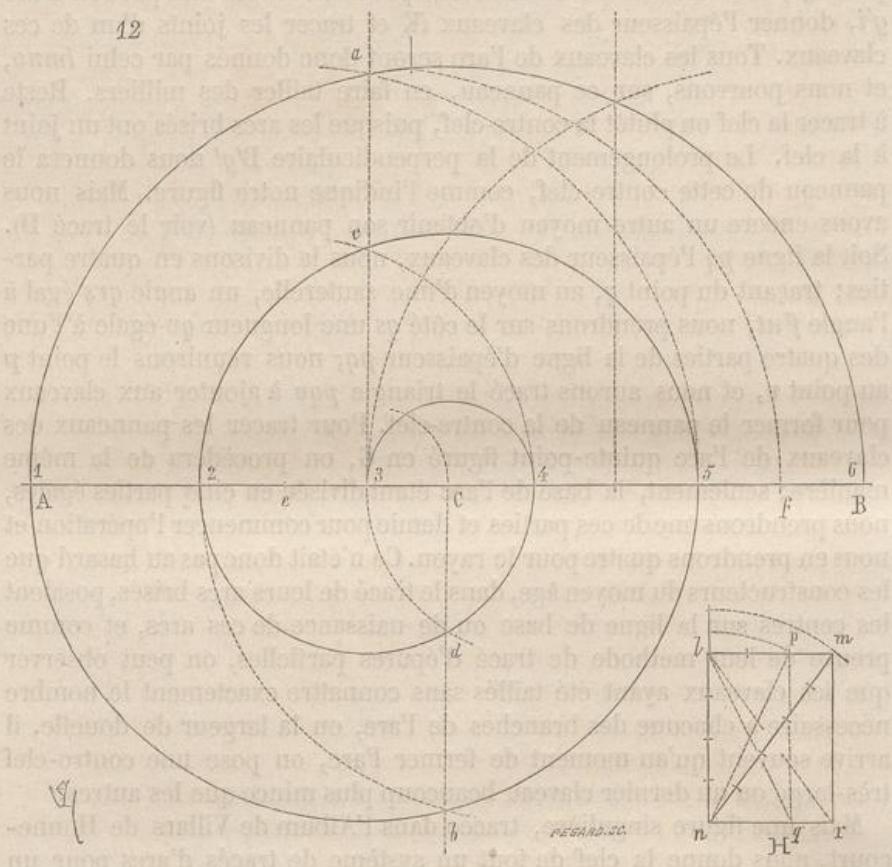
nom d'*arc en tiers-point* à l'arc équilatéral, c'est-à-dire d'arc dont la clef tombe sur le troisième point du quart de cercle divisé en trois parties égales. Soit en B l'arc brisé auquel le nom de tiers-point doit être appliqué de préférence à tout autre, la base *ce* étant divisée en trois parties égales, cette base pourra être divisée en six parties égales, et la perpendiculaire abaissée du sommet de l'arc sur la base divisera celle-ci en deux parties égales; donc le rayon *fe* ayant quatre de ces parties, le rayon *fq* en contiendra

également quatre. Or, supposons que pour tracer l'épure des claveaux de l'arc brisé B nous n'ayons que l'espace  $fBg$ ; la base  $ce$  étant connue, nous en prendrons le sixième que nous tracerons en  $B'f'$  (voir le figuré C); sur la base  $B'f'$ , du point  $B'$  nous élèverons une perpendiculaire  $B'g'$ ; prenant alors un rayon  $f'g'$  ayant quatre fois la longueur de  $B'f'$  qui est le tiers du demi-diamètre de l'arc, et posant la pointe du troussequin en  $f'$ , la rencontre de la ligne  $f'g'$  avec la perpendiculaire  $B'g'$  donnera le point  $g'$ , sommet de l'arc brisé. Nous pourrons tracer une portion d'arc  $g'i$ , donner l'épaisseur des claveaux  $iK$  et tracer les joints d'un de ces claveaux. Tous les claveaux de l'arc seront donc donnés par celui  $lmno$ , et nous pourrons, sur ce panneau, en faire tailler des milliers. Reste à tracer la clef ou plutôt la contre-clef, puisque les arcs brisés ont un joint à la clef. Le prolongement de la perpendiculaire  $B'g'$  nous donnera le panneau de cette contre-clef, comme l'indique notre figure. Mais nous avons encore un autre moyen d'obtenir son panneau (voir le tracé D). Soit la ligne  $pq$  l'épaisseur des claveaux, nous la divisons en quatre parties; traçant du point  $q$ , au moyen d'une sauterelle, un angle  $qrs$  égal à l'angle  $f'ut$ , nous prendrons sur le côté  $qs$  une longueur  $qv$  égale à l'une des quatre parties de la ligne d'épaisseur  $pq$ ; nous réunirons le point  $p$  au point  $v$ , et nous aurons tracé le triangle  $pqv$  à ajouter aux claveaux pour former le panneau de la contre-clef. Pour tracer les panneaux des claveaux de l'arc quinte-point figuré en G, on procèdera de la même manière; seulement, la base de l'arc étant divisée en cinq parties égales, nous prendrons une de ces parties et demie pour commencer l'opération et nous en prendrons quatre pour le rayon. Ce n'était donc pas au hasard que les constructeurs du moyen âge, dans le tracé de leurs arcs brisés, posaient les centres sur la ligne de base ou de naissance de ces arcs, et comme preuve de leur méthode de tracé d'épures partielles, on peut observer que les claveaux ayant été taillés sans connaître exactement le nombre nécessaire à chacune des branches de l'arc, ou la largeur de douelle, il arrive souvent qu'au moment de fermer l'arc, on pose une contre-clef très-large ou un dernier claveau beaucoup plus mince que les autres.

Mais une figure singulière, tracée dans l'Album de Villars de Honnecourt, nous donne la clef de tout un système de tracés d'arcs pour un édifice entier et permettant, comme dans l'exemple précédent, de faire des épures partielles avec une rigoureuse exactitude et sans avoir besoin d'aires d'une surface considérable<sup>1</sup>. La planche XXXIX de cet album nous montre une clef de tiers-point tracée d'après la méthode précé-

<sup>1</sup> L'usage de cette figure, qui n'a point été expliquée dans l'édition française de Villars de Honnecourt, est, en présence des monuments, d'une importance capitale. N'oublions pas que les anciens maîtres des œuvres, bâtant dans des villes resserrées, ne pouvaient disposer de chantier ou d'aires d'une grande étendue. En théorie, on ne tient guère compte de ces difficultés, mais dans la pratique elles ont une telle importance, qu'elles forcent les architectes qui tiennent à faire tracer leurs épures devant eux à adopter des méthodes qui influent sur les formes adoptées.

dente, puis une spirale coupée par une ligne droite passant par son oeil. Au-dessous de ce croquis, on lit : « Par chu tailon one clef del quint point » (Par ce moyen taille-t-on une clef de quinte-point). Le texte ne se rapporte qu'au trait de la clef, mais la présence de cette spirale, dessinée là comme un simple souvenir, se rapporte évidemment aux tracés d'arcs engendrés par une division du diamètre en cinq. Ce croquis est celui reproduit exactement par le trait plein de notre figure 12<sup>1</sup>. Sur une



base AB, divisée en cinq parties égales et donnant six points, du milieu C comme centre on a tracé le demi-cercle AB.—On observera que ce point C sépare la division 3—4 en deux parties égales.—Prenant alors le point 3 comme centre et 3A comme rayon, on a tracé le second demi-cercle A3. Reportant la pointe du compas sur C et prenant C5 comme rayon, on a tracé le troisième demi-cercle 2—5. Reportant la pointe du compas sur 3 et prenant 3—2 comme rayon, on a tracé le quatrième demi-cercle 2—4. Reportant enfin la pointe du compas sur C et prenant C4 comme rayon,

<sup>4</sup> Les lignes ponctuées, chiffres et lettres ont été posées par nous pour expliquer l'usage de cette figure.

on a tracé le cinquième demi-cercle 3—4. Si des deux centres 3 et C, qui ont servi à tracer tous les demi-cercles, nous élevons les deux perpendiculaires 3a, Cb, nous coupions ces demi-cercles en a, en c, en b et en d. En supposant que les arcs ogives d'une grande voûte barlongue de nef soient le plein-cintre dont AB est le diamètre, les arcs doubleaux ayant une base comprenant quatre parties ou la longueur A5, ces arcs doubleaux se composeront d'une branche d'arc Aa et d'une seconde branche d'arc 5a dont le centre sera e point milieu de la partie 2—3. L'arc doubleau sera tracé au moyen de deux arcs de cercle dont le rayon sera CA et dont les centres Ce seront des points diviseurs du diamètre A5 en huit parties égales. Le diamètre de l'arc ogive ayant cinq parties et l'arc doubleau quatre (voir la projection horizontale H), l'arc formeret aura trois parties, car l'arc formeret lm formant un angle droit sur l'arc doubleau ln, si nous donnons à la base de cet arc doubleau 4, à la base de l'arc formeret 3, l'hypothénuse mn, ou base d'un des arcs ogives, aura 5 par la raison que le carré de 4 est 16, le carré de 3, 9, que  $16 + 9 = 25$  carré de 5. Donc AB étant la base de l'arc ogive d'une voûte dont l'arc doubleau est A5, le formeret aura pour base 3B comprenant trois parties, et nous aurons tracé l'arc ogive de cette voûte, son arc doubleau et son arc formeret avec la même ouverture de compas; les points diviseurs de la base AB nous ayant donné en C le centre des arcs ogives, en Ce les centres de l'arc doubleau, en Cf les centres de l'arc formeret. Par conséquent, les mêmes arcs de cercle servant pour tracer ces trois arcs, tous les panneaux des claveaux de ces arcs pourront être taillés sur une seule épure ou portion d'épure, en supposant que nous appliquions le procédé indiqué en D (44). Si c'est une voûte plus étroite que nous voulions tracer, c'est-à-dire une voûte dont la base des formerets soit la moitié de la base de l'arc doubleau, nous aurons alors en projection horizontale le tracé *lpqn* (voir le figuré H). Alors l'arc ogive np aura pour diamètre 4 parties 1/2. Cet arc ogive sera donc la courbe brisée dont le diamètre est Af et dont les centres sont les points 3 et C. L'arc doubleau aura pour diamètre comme précédemment A5 et pour points de centre eC, et l'arc formeret aura pour diamètre soit 2—4, soit 3—5, et pour points de centre soit eC, soit ef: dans le premier cas cet arc formeret sera tracé avec une ouverture de compas plus courte que celle qui a servi à tracer l'arc ogive et l'arc doubleau; dans le second, il sera tracé avec la même ouverture de compas. Si nous divisons le tympan sous l'arc formeret en deux baies jumelles, chacune aura une partie de la base AB soit 3—4; et le centre de chacun de ces arcs dont la clef est d sera en 3 et en 4, cet arc sera équilatéral. Si l'arc formeret de la voûte barlongue lnmr, ayant pour base 3B et pour centres Cf, nous paraît trop aigu, nous pouvons lui substituer l'arc dont la base est 2—5, dont la clef est b et dont les centres sont 3—4. On comprend donc qu'à l'aide de cette figure, les bases de tous les arcs de la voûte donnant toujours des divisions égales connues ainsi que les rayons de ces arcs, ils peuvent être taillés à l'aide d'une épure partielle

prenant très-peu de surface. Et en effet, si nous examinons des églises gothiques bâties pendant le XIII<sup>e</sup> siècle, nous reconnaissons que tous les arcs ogives, doubleaux, formerets, que les archivoltes, travées de galeries, etc., sont tracés au moyen de points de centres posés sur des divisions égales en cinq ou dix d'un seul diamètre de cercle. Il ne nous paraît pas nécessaire d'insister davantage sur l'importance de la figure spirale contenue dans l'Album de Villars de Honnecourt, mais il n'est pas hors de propos de faire remarquer que la voûte barlongue *Inmr*, dont la projection horizontale est tracée en H, dérive du triangle donné par Plutarque comme étant le triangle parfait des Égyptiens, et que l'arc doubleau, dont le diamètre est A5 divisé en quatre, possède une flèche 3a divisée en  $2\frac{1}{2}$  moins une très-minime fraction, c'est-à-dire qu'il inscrit un triangle à très-peu près semblable à celui que donne la section verticale de la grande pyramide de Chéops. L'arc dit *ogive* mérite donc quelque attention : ce n'est pas seulement un motif de solidité qui l'a fait adopter, mais aussi un sentiment des proportions et un accord harmonique entre toutes les courbes des voûtes ; c'est une nécessité résultant de la pratique dans le tracé des épures ; c'est surtout un besoin de liberté dans la construction de ces voûtes dont on ne saurait trop étudier à fond le principe excellent, puisqu'il permet toutes les combinaisons.

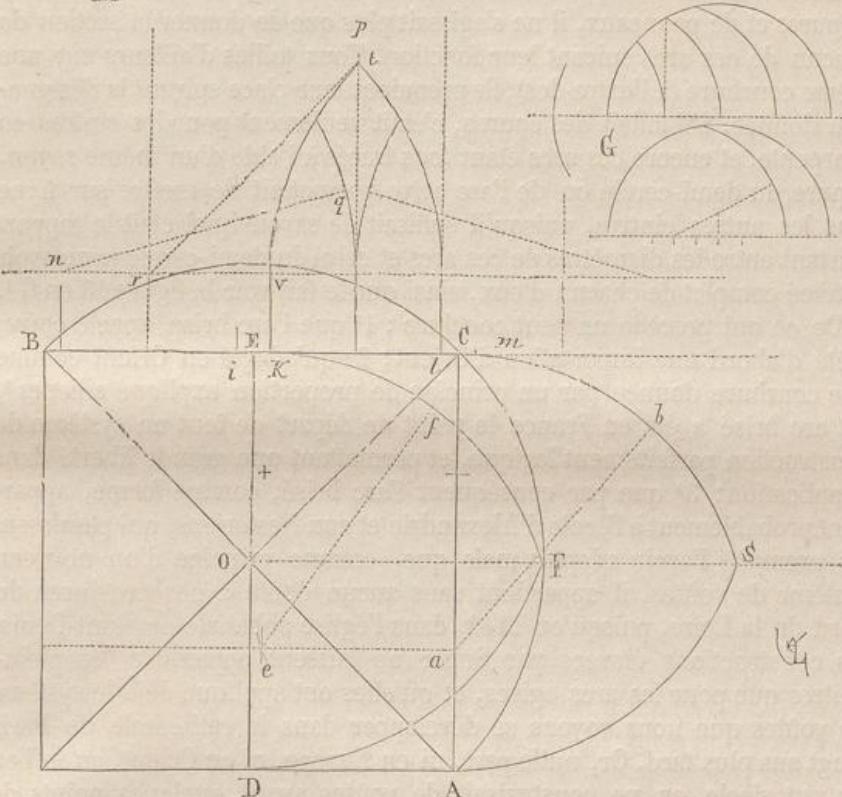
Depuis vingt ans on a fait beaucoup de pastiches de la structure gothique ; bien rarement ces imitations satisfont les yeux : c'est qu'en effet ceux qui les élèvent, en admirant fort d'ailleurs nos anciens monuments, ne se sont probablement pas donné la peine d'en rechercher les savants et judicieux éléments. En architecture, le goût, le sentiment sont beaucoup ; mais pour les appuyer il faut nécessairement se servir du compas et de la géométrie. On voit qu'au moyen de la formule (12) il n'est qu'un des arcs brisés qui ait ses centres en dehors de ses naissances.

C'est qu'en effet dans ces belles écoles de l'Île-de-France, de la Champagne, du Soissonnais, les architectes, gens de goût, avaient senti que la dernière limite d'aiguïté de l'ogive était l'arc équilatéral ; que les centres des branches d'arc placés en dehors des naissances donnaient une brisure dont l'extrême aiguïté était choquante, une proportion désagréable, en ce que les rapports de la base avec la hauteur outrepassaient le triangle équilatéral (voy. PROPORTION). Mais les Normands, les Anglo-Normands étaient moins délicats et cherchaient dans leur structure, avant toute chose, les formules qui supposent des moyens pratiques simples. Aussi, au lieu de tenter, comme dans la figure 12, de trouver des arcs brisés de diamètres différents ayant tous des angles égaux au sommet ou du moins peu dissemblables, des rapports analogues entre les diamètres et les flèches, ces gens pratiques du Nord, bons constructeurs dès le commencement du XI<sup>e</sup> siècle, se préoccupent médiocrement des rapports proportionnels, du choix des formes : ils veulent une méthode expéditive. Nous avons vu comme Villars de Honnecourt donne les moyens de tracer un plein-œuvre et plusieurs arcs brisés « avec la même ouverture de

compas. » Or, les voûtes normandes élevées vers 1220 présentent souvent une disposition telle que *tous* les arcs, arcs ogives, arcs doubleaux, formerets, archivoltes, sont tracés à l'aide d'un même rayon.

Ainsi (13), soit la projection horizontale d'une de ces voûtes, l'arc génératrice est l'arc ogive qui est un plein-cintre rabattu en ABC. L'arc doubleau AC rabattu en ACS est tracé au moyen du rayon *ab* égal au rayon OC. L'arc doubleau de recoupement des arcs ogives DE rabattu

13



en DEF est tracé de même, au moyen du rayon *ef* égal au rayon OC, sa clef F étant naturellement au niveau C de la clef des arcs ogives. Soit *iK*, *lm*, l'épaisseur des piles, les arcs formerets étant compris entre *Kl*. Ces arcs formerets rabattus en *Klp* sont encore tracés au moyen du rayon *rt* égal au rayon OC, leur naissance étant relevée de K en V si l'on veut que les clefs des formerets atteignent le niveau des clefs des arcs ogives. Si ces formerets servent d'archivoltes aux baies divisées par un meneau, ce sera encore le rayon *nq* égal au rayon OC qui servira à tracer les arcs diviseurs de la fenêtre.

Sauf pour les clefs, l'épure d'un seul claveau d'arc suffisait alors pour tailler les panneaux de tous les arcs des voûtes, archivoltes, baies, etc.

Et (voir le tracé G), si nous divisons un diamètre d'arc ogivé en quatre ou en dix, avec la même ouverture de compas, nous pourrons avoir une suite d'arcs dont les diamètres seront au diamètre du plein-ceintre, qui est le plus grand arc de la voûte ou l'arc ogive, comme trois, deux, un sont à quatre, ou comme neuf, huit, sept, six, etc., sont à dix. Ayant donc des claveaux tous taillés sur un même arc, et une base ou fraction de base, nous pouvons, sans épure, monter tous les arcs d'un édifice. On comprend alors le motif qui avait fait adopter l'arc brisé que l'on appelle *lancette* : c'était une économie de tracé, on évitait toute complication d'épures et de panneaux, il ne s'agissait plus que de donner la section de chacun de ces arcs suivant leur fonction. Tous taillés d'ailleurs sur une même courbure (à l'extra-dos), ils prenaient leur place suivant la désignation donnée. S'il fallait des épures, c'était seulement pour les cintres en charpente, et encore ces arcs étant tous tracés à l'aide d'un même rayon, l'épure du demi-cercle ou de l'arc ogive permettait de mettre sur ligne tous les autres cintres, puisqu'il suffisait de savoir quel était le rapport existant entre les diamètres de ces arcs et celui du demi-cercle pour avoir le tracé complet de chacun d'eux, ainsi que le fait voir la figure 13 en G<sup>1</sup>.

De ce qui précède on peut conclure : 1<sup>o</sup> que l'arc brisé, appelé *ogive*, a été d'abord une importation d'Orient; 2<sup>o</sup> qu'adopté en Orient comme une courbure donnée par un principe de proportion expliqué ailleurs<sup>2</sup>, cet arc brisé a été en France le point de départ de tout un système de construction parfaitement logique, et permettant une grande liberté dans l'application; 3<sup>o</sup> que par conséquent l'arc brisé, comme forme, appartient probablement à l'école d'Alexandrie et aux Nestoriens, qui paraissent les premiers l'avoir adopté; mais que, comme principe d'un nouveau système de voûtes, il appartient sans aucun doute à nos provinces du nord de la Loire, puisqu'en 1140, dans l'église abbatiale de Saint-Denis, les constructions élevées par Suger ne laissent apparaître les plein-cintres que pour les arcs ogives, et qu'elles ont appliqué déjà le système de voûtes que nous voyons se développer dans la cathédrale de Paris vingt ans plus tard. Or, nulle part, ni en Europe, ni en Orient, au milieu du XII<sup>e</sup> siècle, on ne construisait de voûtes ayant quelques points de rapports, comme emploi de l'arc brisé, avec celles de l'église de Saint-Denis et de la cathédrale de Paris. Si donc l'arc brisé a pris naissance hors de France comme forme d'arc, nous sommes les premiers qui ayons su l'appliquer à l'une des plus fertiles inventions dans l'histoire de la construction. Si donc l'arc brisé a pris naissance hors de France, nous sommes les premiers qui ayons su tirer de cette forme, issue d'un senti-

<sup>1</sup> C'est en faisant refaire des arcs de voûtes gothiques que nous avons été amené à reconnaître cette unité de la courbe pour beaucoup d'entre eux dans un même édifice, quel que fut le diamètre de chacun de ces arcs, car les courbes de cintres en charpente taillés pour l'un servaient pour plusieurs; seulement le segment de chaque branche était plus ou moins long.

<sup>2</sup> Dans nos *Entretiens sur l'architecture* (Neuvième).

ment des proportions<sup>1</sup>, des conséquences d'une valeur considérable, puisqu'elles ont produit la seule architecture originale qui ait paru dans le monde depuis l'antiquité.

**ORATOIRE**, s. m. Petite chapelle élevée sur le lieu témoin d'un événement considéré comme miraculeux, ou pour conserver un souvenir religieux. On donne aussi le nom d'*oratoire* à certaines chapelles dépendant des appartements d'un château, d'un palais ou d'un hôtel. On appelait encore oratoires, pendant le moyen âge, des *clotets*, c'est-à-dire de petites chambres tapissées que l'on dressait dans les grandes chapelles de châteaux et qui étaient destinées aux châtelains et à leurs proches.

Lebeuf, dans son *Histoire du diocèse de Paris*<sup>2</sup>, mentionne certains oratoires élevés dans les endroits où saint Germain s'était arrêté pour prier ou pour instruire le peuple. Les anciennes abbayes possédaient, outre la principale église, des oratoires élevés en plusieurs lieux de l'enclos. C'est pour perpétuer les souvenirs que rappelaient de très-anciens oratoires, qu'en 1034 on rebâtit les petites chapelles de Saint-Martial à Paris, qu'un incendie avait détruit<sup>3</sup>. La plupart des monastères ne furent, dans l'origine, qu'un oratoire élevé au milieu d'un désert et autour duquel des cénobites vinrent s'établir. Saint Clément érigea ainsi un oratoire en un lieu dit Gorze, près de Metz, qui devint bientôt le centre d'un grand monastère<sup>4</sup>. Un oratoire avait été érigé en face le monastère de Sennoul pour y déposer les reliques de saint Siméon. C'est retiré dans son oratoire, à Vienne, en Dauphiné, que l'archevêque Turpin ou Tulpin apprit la mort de Charlemagne à Cologne par plusieurs diables qui s'en retournaient sans avoir pu enlever l'âme de l'empereur, disaient-ils, si l'on en croit la chronique de Richer. Charlemagne fit bâtir aussi un grand nombre d'oratoires, parmi lesquels il faut citer celui de la vallée de Moyen-Moustier, élevé en l'honneur de saint Denis, et dans lequel était conservé le corps du pape Alexandre, martyr, recueilli à Rome. Cet oratoire était pavé en mosaïque et exista jusqu'en 1586<sup>5</sup>. A Cluny, à Clairvaux on conservait encore, au dernier siècle, les oratoires de saint Odilon et de saint Bernard : c'est-à-dire les cellules isolées dans lesquelles se tenaient habituellement ces personnages. Bien entendu, ces chambrettes n'étaient remarquables que par leur extrême simplicité.

On disposait aussi certains oratoires au milieu des forteresses du moyen âge ; placés sous le vocable d'un saint particulièrement vénéré dans la contrée et dépositaires de quelques-unes de ses reliques, ils protégeaient les défenses.

C'est ainsi qu'au milieu de la cité de Villeneuve-lès-Avignon, on voit

<sup>1</sup> Voyez le *Neuvième Entretien sur l'architecture et l'art. PROPORTION.*

<sup>2</sup> T. I, p. 402.

<sup>3</sup> Lebeuf, t. II, p. 498.

<sup>4</sup> *Chroniq. de Richer*, t. II, chap. III.

<sup>5</sup> *Chroniq. de Richer*, t. II, chap. ix.