

LES TENDANCES DE BASE DE L'ÉLABORATION DES PROJETS ARCHITECTURAUX AU MOYEN ÂGE

Par

A. SÓDOR

Institut d'Histoire et de Théorie de l'Architecture, Université Technique de Budapest

Accepté le 1^{er} juin 1978

Les « dix livres » de *Vitruve* sur l'architecture, dédiés à l'empereur *Auguste*, nous informent bien de la pratique architecturale dans la dernière période de l'Antiquité, de l'élaboration des projets, de l'exécution et du rôle joué par l'architecte et l'ingénieur, en usant des mots de *Vitruve* par l'« *architectus* », le « *gromaticus* » et l'« *agrimensor* ». ¹

En ce qui concerne le Moyen Âge, nous ne possédons aucun ouvrage d'ensemble aussi ample sur la technique de l'étude des projets et les constructions utilisées que celui de *Vitruve*. C'est uniquement le livre d'atelier de *Villard de Honnecourt* qui peut entrer en ligne de compte, mais c'est en première ligne une collection de planches accompagnée d'un minimum d'explications. ²

Lorsque au XIX^e siècle l'intérêt porté aux périodes historiques a pris une position centrale dans la vie scientifique et professionnelle, les recherches concernant la pratique de construction médiévale prirent aussi leur essor. ³ L'insuffisance, le caractère fragmentaire des documents écrits contemporains ainsi que la manière de voir l'histoire romantique de l'époque disposaient les auteurs à établir des hypothèses qui manquent de fondement. La plupart de ces dernières se maintiennent toujours et font obstacle à la formation d'un tableau scientifique objectif. Ce sont surtout les thèses sur la personne et la méthode de travail de l'architecte du Moyen Âge qui sont contestables et qui — dans l'optique des recherches les plus récentes — ont besoin de nombreuses corrections.

¹ VITRUVIUS POLLIO: De architectura, l'édition latine-allemande la plus récente rédigée par C. FENSTERBUSCH, 1964.

² HAHNLOSER, R.: Villard de Honnecourt. Édition critique du livre d'atelier ms. fr. no. 19 093 à la Bibliothèque Nationale de Paris, seconde édition augmentée et corrigée, Graz, 1972.

³ Œuvres importants: CH. R. STIEGLITZ: Von altdeutscher Baukunst, Leipzig 1820; S. BOISSERÉE: Geschichte und Beschreibung des Doms von Köln, München 1842; C. A. HEIDELOFF: Die Bauhütte des Mittelalters in Deutschland, Nürnberg 1844; Der kleine Altdeutsche, oder Grundzüge des altdeutschen Baustils, 3 Curse, Nürnberg 1849—51; F. HOFFSTADT: Gotisches ABC-Buch, Frankfurt a. M. 1840 (sur la page de titre on lit 1840, mais dans le texte sur la page 64 l'auteur se réfère à FR. KUGLER: Handbuch der Kunstgeschichte, paru en 1842); REICHENSPERGER, A.: Vermischte Schriften über christliche Kunst, Leipzig 1856. Ces œuvres sont importantes aussi, parce qu'elles se basent sur plusieurs écrits du Moyen Âge depuis anéantis.

Une des thèses beaucoup citées de la manière de voir romantique des beaux-arts au XIX^e siècle était l'énoncé que l'architecture médiévale est le produit d'un procès de construction spontané, dû au travail collectif des artistes créateurs qui — en vouant leur vie et leur talent au service de Dieu — restent anonymes. Mis à part le fait qu'aujourd'hui on connaît déjà le nom, l'origine et les données lexicales de plus de 1000 artistes qui ont vécu entre le VII^e et le XV^e siècle,⁴ on sait que l'erreur foncière de cette thèse résulte du fait que ceux qui l'établissaient ne se sont point rendus compte du changement, du développement social caractéristique du Moyen Âge par rapport à l'Antiquité, et du fait que ce changement social a transformé décisivement non seulement la pratique de construction, mais aussi le rôle joué par l'architecte dans le procès de construction et son rang dans la hiérarchie sociale. De la thèse ci-dessus on déduisait nécessairement que la pratique de construction antique a cessé de vivre au Moyen Âge, et on proclamait qu'après la chute de l'*Empire d'Occident* et les invasions des barbares l'évolution de l'architecture médiévale partait pour ainsi dire de zéro, et que les réalisations, nouvelles au point de vue du contenu et de la forme, dues à une manière de voir l'art fondée sur l'idéologie chrétienne, atteignaient après une évolution autonome, leur plus haut essor dans l'art gothique qui pourra être considéré en même temps comme le pôle contraire extrême de l'art antique.

Il est de fait qu'après la chute de l'*Empire d'Occident* l'art et la culture antiques se bornaient surtout à l'Italie et que leur volume se réduisait également, mais il est vrai aussi qu'au VI^e siècle — surtout pendant le règne de *Théodoric* et puis pendant l'*Exarchat Byzantin* — ils connurent presque une nouvelle période de gloire. On ne rencontre un déclin remarquable que du VII^e au X^e siècle, sans cesse troublés par les migrations des barbares. Mais même à cette époque on ne peut parler d'un dépérissement total de la culture et de l'art antiques, ce n'est que la latinité, après avoir perdu le rôle joué dans la vie publique, est devenue l'affaire privée de l'*Église de Rome* et des cloîtres. C'est là qu'on cultivait et conservait les valeurs survivantes de l'esprit. Vers le milieu de ces presque quatre siècles — à la cour de *Charlemagne* — la culture latine entre de nouveau en scène dans la politique pour un court laps de temps, pour déterminer plus tard, parallèlement au raffermissement de l'hégémonie ouest-européenne de l'*Église de Rome*, depuis le tournant du millénaire pendant tout le Moyen Âge l'ensemble de la vie privée et publique.

Conformément aux étapes principales du développement socio-économique médiéval, la personne de l'architecte, ses rapports avec le maître de l'œuvre et la technique de construction utilisée ont traversé trois phases de développement.

⁴ THIEME — BECKER: Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler, 1907—1957.

I.

Dans la première période, du VII^e à l'XI^e siècle, l'Église était non seulement la seule conservatrice et porteuse des traditions de l'art antique mais aussi le seul client significatif de construction. Comme on ne cultivait à cette époque les sciences et les arts antiques qu'entre les murs des monastères et des chapitres, l'acquisition des connaissances théoriques et pratiques d'architecture sur un niveau élevé était aussi réservée au clergé (prêtres et moines), autant plus que la construction d'églises et de monastères monumentaux était organisée et exécutée sans exception par des écoles de construction monastiques — surtout par celles des *Bénédictins*.

Aux écoles de construction monastiques on tirait les connaissances pratiques principalement de l'ouvrage de *Vitruve*. Il est caractéristique de la grande popularité dont il jouissait que des environ 80 copies connues à présent, la moitié (39) date du Moyen Âge, d'avant 1416.⁵

Cependant dans l'œuvre de *Vitruve* ce ne sont pas les règles classiques des ordres, tant appréciées plus tard par la Renaissance, qui intéressaient les moines-architectes mais plutôt les conseils pratiques aidant la construction, les règles de l'implantation, les parties anecdotiques. À côté des connaissances utilisables dans la pratique quotidienne, dans le domaine de la théorie de l'architecture, dans la définition de la notion du « beau artistique » il tiraient leurs connaissances des ouvrages de *Saint Augustin* et de *Pseudo-Dionysius Areopagita*, des sources du platonisme médiéval.⁶

Dans les écoles de construction monastiques le chef de chantier était le moine dont les capacités étaient le plus appréciées par ses confrères. C'est lui qu'on peut considérer comme le concepteur intellectuel, l'auteur des projets de l'ouvrage. Déjà *Vitruve* fait une différence entre l'élaboration des projets (*ratiocinatio*) et les travaux d'exécution (*fabrica*), et *Saint Augustin* fait aussi une distinction entre l'architecte, versé au *quadrivium*, et l'artisan exécutant les travaux. Dans le *quadrivium* (arithmétique, géométrie, musique, astronomie) *Saint Augustin* prêtait une très grande importance aux mathématiques et il soulignait leur rôle concluant dans l'architecture.⁷

⁵ C'est en 1416 que Poggio Braccolini a retrouvé à Saint-Gall le manuscrit de Vitruve qui est devenu la bible des artistes de la Renaissance.

⁶ ROSARIO ASSUNTO: *Die Theorie des Schönen im Mittelalter*, Köln 1963. K. SVOBODA dans son ouvrage: *L'esthétique de Saint Augustin et ses sources*, Brno 1933, analyse dans le détail la conception du beau artistique de Saint Augustin (354—430). Les œuvres de Pseudo-Dionysius, religieux syrien du VI^e siècle, entre autres « *De divinis nominibus* », parvenaient de Byzance au commencement du IX^e siècle à la cour d'Aix-la-Chapelle. Ici on ne tardait pas de traduire l'original grec en latin, cette traduction est devenue la base de « l'esthétique » médiéval.

⁷ Isidore, évêque de Séville (première moitié du VII^e siècle) faisait dériver même le mot « ars » du mot « artus » (ferme), parce que selon son avis l'essence de l'art est qu'on le crée suivant des règles fermes (*Etymologiarum libri XX, I, 1*).

Ainsi dès le commencement du Moyen Âge l'architecture s'entrelaçait avec les mathématiques et la géométrie, ce qui lui assurait une position particulière entre les métiers. *Saint Augustin* lui-même considérait l'architecture comme science appliquée des mathématiques et de la géométrie. À côté des connaissances en géométrie, empruntées des auteurs de l'Antiquité, utilisées pour dessiner et planter les bâtiments ainsi que pour déterminer les proportions de l'édifice, c'était la mystique des nombres, basée sur les mathématiques, dont la connaissance supposait une plus haute instruction et qui n'était cultivée même parmi les religieux que par une élite particulièrement instruite.⁸

Les règles de l'architecture monastique furent formulées dans les « consuetudines » qui contenaient non seulement les exigences conformes aux règles de l'ordre religieux donné et le programme de l'aménagement des espaces, mais aussi les dimensions nécessaires des bâtiments. Au concile à *Inden* près d'*Aix-la-Chapelle* en 816 sous le règne de *Louis le Débonnaire* on a reçu une nouvelle règle de l'ordre des *Bénédictins*, dont les dispositions concernant l'architecture furent établies dans le plan célèbre du monastère de *Saint-Gall* — préparé probablement en plusieurs exemplaires pourvu d'inscriptions par *Heito*, supérieur du monastère de *Mittelzell*, situé dans l'île *Reichenau* sur le lac de la *Constance*, et envoyé par lui vers 830 au supérieur *Gosbert* à *Saint-Gall* — qui contient les dimensions principales de l'église en pieds.⁹

La chronique de *Trithemius*, supérieur de *Hirsau*, est caractéristique de la pratique des écoles de construction médiévales, lorsqu'il décrit que le supérieur *Guillaume*, en décidant en 1080 de reconstruire et d'agrandir son monastère, a élaboré pour les habitants du couvent une division bien planifiée du travail. Des 150 moines il formait deux groupes, dont l'un ne s'occupait que du service de l'église et des tâches liturgiques, l'autre ne se préoccupait que des travaux de construction. 60 frères convers — tous des artisans menuisiers, forgerons, tailleurs de pierre, maçons expérimentés — et 40 ouvriers auxiliaires collaboraient à l'exécution des travaux.¹⁰ Le maître d'ouvrage était évidemment un des moines affectés au chantier. Mais on ne disposait que d'un nombre restreint de spécialistes bien expérimentés, c'est pourquoi le supérieur les prêtait souvent pour exécuter d'autres travaux de construction.¹¹

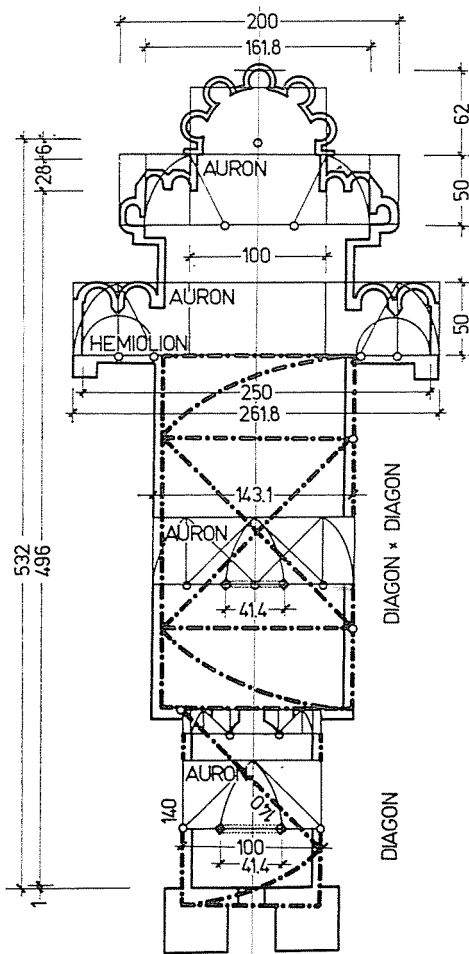
⁸ CANTOR, M. B.: Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, Leipzig 1907, 2 vol.

⁹ CSEMEGI, J.: Les méthodes de construction de l'architecture au Moyen Âge (En langue hongroise) Almanach de l'Equipe de Travail Hongroise sur l'Histoire de l'Art 1953.

¹⁰ Chronicon Hirsaugiense, St.-Gall 1690.

¹¹ L'évêque de Strasbourg Werner mit en 1025 le religieux Gumbertus à la disposition de l'empereur Conrad II pour conduire les travaux de construction à Speyer et à Limburg a. d. Haardt. Le prêtre des architectes cisterciens atteignait de telles mesures qu'en 1157 le concours à des travaux de construction laïques leur fut interdit. En Angleterre une collection de lettres-modèles datant du XII^e siècle s'est conservée dans laquelle figure un brouillon de lettre en latin concernant la demande d'un religieux versé dans l'architecture pour qu'il conduise des travaux de construction seigneuriaux. HARVEY, J.: The Gothic World, London 1950. H. RICKEN, H.: Der Architekt, Berlin 1977.

Dans cette forme d'organisation de l'exécution des travaux la conscience artistique de l'architecte, de «l'*architectus*» se résolvait naturellement dans le collectif anonyme du monastère et cela se manifestait aussi dans la dénomination de l'architecte en chef. Depuis le VII^e siècle on n'entend guère parler de «l'*architectus*» au sens romain du mot qui fut remplacé par des désignations comme *magister operis*, *archilapicida*, *caementarius* et *carpentarius*, reflétant mieux la structure d'organisation de la pratique de construction de l'époque. Mais l'emploi de ces dénominations n'est pas toujours univoque. Il arrive qu'on désigne le prélat édificateur également de «*magister operis*» ou d'«*architectus*».



Le mécénat de l'église s'épanouissait véritablement à l'XI^e siècle. Ce n'est pas seulement en nombre que les projets de construction se multipliaient soudainement après le millénaire, mais leurs dimensions devenaient plus

amples et la qualité de l'exécution s'améliorait. L'un des monuments les plus grandioses de cet essor de la construction dans le cadre de l'architecture romane est la troisième phase de construction de l'*Abbaye de Cluny des Bénédictins*, commencée en 1088. Les résultats des fouilles des restes du monastère détruit à la fin du XVIII^e siècle, exécutées après la deuxième guerre mondiale, furent publiés par KENNETH J. CONANT dans trois études, parues dans la revue « *Journal of the Society of Architectural Historians* ». ¹² Pour nous c'est la troisième étude, parue en 1968, qui est du plus grand intérêt (« *The After-life of Vitruvius in the Middle-Ages* », tome XXVIII). Cet ouvrage fournit des renseignements sur la survie de la pratique de construction romaine au Moyen Âge et résume dans son essence les résultats des recherches de l'auteur au cours de plus de deux décennies sur *Cluny III*. Il démontre de manière conclusive l'utilisation de la géométrie antique, du système des proportions de *Vitruve* et de la mystique des nombres de *Saint Augustin* dans la construction du pré-moyen âge, le haut niveau artistique des écoles de construction des *Bénédictins* ainsi que le fait que les noms des auteurs des ouvrages monumentaux furent conservés par la tradition, même s'ils étaient des religieux.

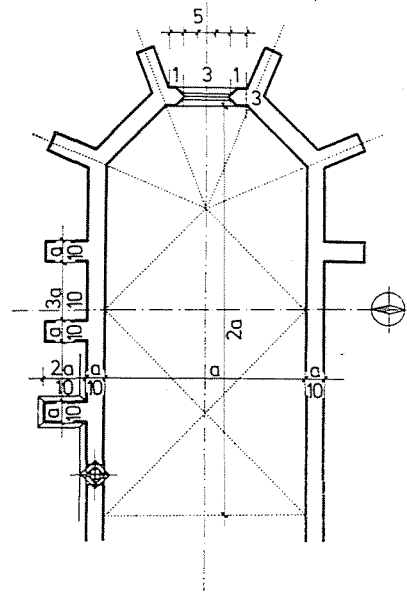
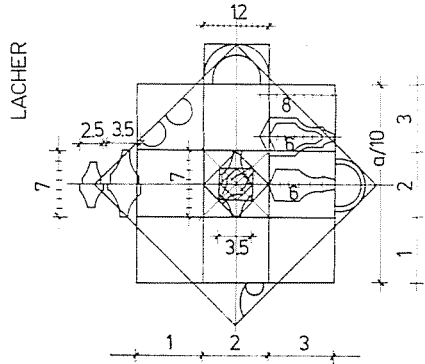
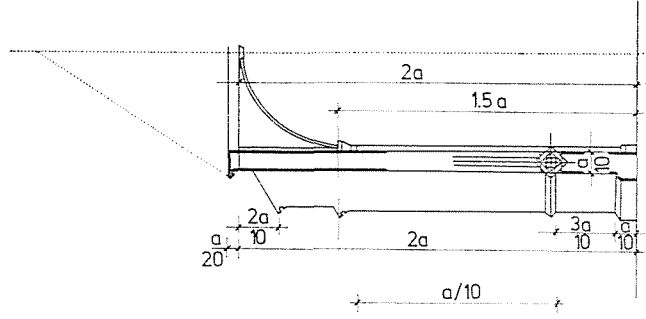
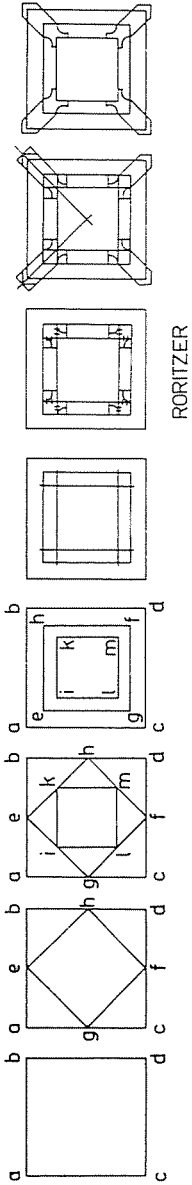
Les directeurs des travaux de construction de *Cluny III* n'étaient pas des tailleurs de pierre ou de maçons simples. Deux d'entre eux, l'abbé *Gunzo*, organisateur renommé (supérieur du monastère des Bénédictins à *Beaume*) et *Hezelo* qui avant de devenir moine à *Cluny* était chanoine à *Liège*, sont nommés dans les documents contemporains « *architectus* » et même qualifiés de mathématiciens éminents. Les deux architectes renommés arrivant à *Cluny* appelés par le supérieur *Hugo*, les représentants éminents de la pratique de construction contemporaine, basée sur les traditions romaines, connaissaient naturellement bien les œuvres de *Vitruve* puisqu'ils déterminaient les dimensions principales de l'église en utilisant le système des proportions de l'*atrium* de type 3, le rectangle $1 : \sqrt{2}$, décrit par *Vitruve* (Lib. VI. cap. III. 3) et prouvé par les monuments contemporains. ¹³

Les dimensions principales du porche à trois nefs et de la nef longitudinale à 5 nefs sont définies selon les proportions des rectangles à racine carrée ($1 : \sqrt{2}$, $1 : 1.414$), et les deux transepts par une combinaison des rectangles φ à la longueur des côtés selon la section dorée ($1 : \varphi$, $1 : 1.618$) et des carrés à la longueur des côtés de base. Deux archéologues de *Ljubljana* ¹⁴ ont trouvé

¹² La première étude parue en 1942 (tome II. no. 3) traite le rôle éminent joué par *Cluny* dans l'histoire de l'architecture universelle; la seconde étude parue en 1957 (tome XVI. no.) attire l'attention sur quelques résultats importants des fouilles.

¹³ Lors de la mise à jour d'Emona, l'une des 200 villes environ, fondées à l'époque de César et Auguste, il a été prouvé que les dimensions des bâtiments se modélaient sur les instructions de *Vitruve* et que dans leur système de proportions on rencontre les proportions correspondant à la section dorée. DETONI, M.—KURENT, T.: *The Modular Reconstruction of Emona, Situla. Ljubljana 1963*, tome I.

¹⁴ En dehors des lots à bâtir correspondant à l'aaron (21×24 pieds) et au diagon (49×70 pieds) on a trouvé à Emona aussi des rectangles simples aux proportions de $1 : 1$, $1 : 2$, $1 : 3$, $1 : 4$, $2 : 3$, $3 : 5$, $5 : 6$.



des termes bien rencontrés pour désigner respectivement les rectangles racine carrée, φ et une troisième variante de « *diagon* », « *auron* » et « *hemiolion* ». Il paraît que les Romains ont utilisé pour l'étude des projets des bâtiments et pour l'implantation tant le *diagon* que l'*auron*, c.-à-d. les figures géométriques construites d'un carré de base et de ses diagonales. C'est cela que montre la partie du livre de *Vitruve* (Lib. I, cap. II, 2) qui décrit l'emploi de la règle et du compas pour l'élaboration des projets et celui des lignes et rubans-mesures pour l'exécution. C'est que dans les deux cas le carré était la figure géométrique la plus adéquate pour dessiner et planter des angles droits et des côtés latéraux parallèles et les diagonales l'étaient pour déterminer les dimensions complémentaires proportionnées. Les valeurs développées en série du *diagon* et de l'*auron* furent fixées par les Romains en forme numérique aussi. C'étaient pour 1 : $\sqrt{2}$ 3, 5, 7, 12, 17, 19, 29, 41, 70, 99, 140 pieds, pour 1 : \varnothing 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 pieds. Toutes les deux séries figurent dans les différentes dimensions de *Cluny III* ($12 \times \sqrt{2} = 16,97$; $29 \times \sqrt{2} = 41,00$; $70 \times \sqrt{2} = 98,99$; $99 \times \sqrt{2} = 140,00$).

Mais les rapprochements entre *Vitruve* et *Cluny III* ne montreraient que les connaissances spéciales de *Gunzo* et *Hezelo*, deux architectes remarquables, et ne prouveraient guère que la pratique de construction romaine, transmise par *Vitruve*, a continué d'être une tradition vivante au pré-moyen âge, si l'on ne réussissait pas à démontrer la continuité par des exemples. La recherche scientifique a déjà réussi à intercaler plusieurs exemples dans les 1000 ans environ séparant l'époque de *Vitruve* de la construction de *Cluny III*.¹⁵

En dehors de la pratique de construction romaine la symbolique des nombres se fait également valoir au pré-moyen âge qui se basait sur l'hypothèse de *Saint Augustin* que l'ordre, la stabilité et la beauté de l'univers sont assurés par le système des nombres parfaits. *Vitruve* dit (Lib. VI, cap. II, 1) que rien n'est plus important que la détermination d'une dimension principale, basée sur un nombre parfait (*perfectus numerus*) bien choisi, avec lequel les dimensions partielles — sur la base du principe de la symétrie — sont dans un rapport régulier. Rien de surprenant que — de manière analogue — l'élaboration des projets de construction médiévale soit pénétrée par une sorte de symbolique des nombres, combinant en général deux systèmes arithmétiques basés sur deux nombres symboliques.¹⁶

¹⁵ Quelques exemples pour l'utilisation du *diagon*: la basilique de Saint-Pierre à Rome, Bradford-on-Avon, Romainmoutier, Anzy-le-Duc, Montecasino; pour l'*aurion*: la basilique de Saint-Pierre à Rome.

¹⁶ Les nombres parfaits sont à l'Antiquité chez Pythagore 10, la base du système décimal, chez Euclide les nombres égaux à la somme de leurs diviseurs sans reste, y compris le nombre 1 : 6 (1 + 2 + 3), 28 (1 + 2 + 4 + 7 + 14), etc.; chez *Vitruve* en plus encore 10 + 6 = 16, la base du système monétaire de Rome. Des nombres parfaits, souvent utilisés au Moyen Âge, sont 3 (Trinité); 4 (le monde créé et la justice divine); 3 + 4 + 3 = 10. Ce dernier se rencontre

L'un des chiffres de repère des deux systèmes arithmétiques symboliques, utilisés pour la construction de *Cluny II*, est 7 (pour les mesures de longueur: 7, 14, 21, 28, 35, 49, 56, 77, 91, 140 pieds), l'autre est 10 (pour les mesures transversales: 10, 20, 40, 80 pieds).

Pour *Cluny III* l'un des chiffres de repère, 496 — distance en pieds de la berme du socle du mur ouest du porche jusqu'à la ligne de départ de la tête du chœur (jusqu'aux deux piliers de l'est du plus petit transept) — est un nombre parfait,¹⁷ le système complété par la somme des nombres parfaits: $1 + 6 + 28 + 496 = 531$ pieds, la longueur de l'axe principal de l'église du mur ouest jusqu'au centre géométrique de la tête du chœur; ainsi que la dimension de 532 pieds, le nombre des années d'un cycle complet soleil-lune. Ce dernier donne la longueur de l'axe principal de l'église du centre géométrique de la tête du chœur jusqu'à la berme du socle du mur ouest. Le chiffre de repère utilisé pour les mesures transversales est 100 (la largeur de la nef principale du chœur). Les deux systèmes s'unissent dans une unité bien méditée selon les règles de la section dorée (62 : 100).

On pourra donc reconstruire le procès de la conception des projets et de l'exécution des travaux au pré-moyen âge de manière suivante: Après l'établissement du programme d'aménagement des espaces de l'édifice on dessinait le schéma géométrique en utilisant les côtés de carré et les diamètres, puis on choisissait une unité de longueur exprimée en pieds, correspondant à l'ordre de grandeur désiré, et en se basant sur cette longueur on implantait le bâtiment. L'unité de longueur (le module) était en connexion avec les — d'ordinaire deux — systèmes arithmétiques qui déterminaient en fin de compte les dimensions principales de l'édifice et avec les dimensions partielles déduites de ces dernières; l'entrelacement de ces deux systèmes réalisait souvent de manière très spirituelle le contenu liturgique que l'édificateur voulait exprimer. La combinaison des chiffres de repère donnait à l'architecte une gamme des possibilités et lui permettait d'épanouir ses aptitudes acquises et son imagination créatrice.

Il est difficile de dégager ultérieurement ces combinaisons d'un bâtiment construit; non seulement parce qu'on ne dispose pas de sources écrites, mais aussi parce que la plupart de temps on ne connaît pas la grandeur du pied utilisé, de manière qu'on ne peut pas déterminer univoquement ni le module du réseau de carrés de base, ni les chiffres de repère mystiques, définissant les mesures principales. Il faut beaucoup d'expérimentations et de travaux de

aussi dans la structure du « Pater noster » dans l'Évangile selon Saint Mathieu: 3 Propriétés divines, 4 besoins terrestres et encore 3 propriétés divines. On rencontre souvent le nombre 7 aussi (les journées de la création de l'univers). SCHOLFIELD, P. H.: *The Theory of Proportion in Architecture*, Cambridge 1958. SUNDERLAND, E. R.: *Symbolic Numbers and Romanesque Church Plans*, *Journal of the Soc. of Arch. Historians*, tome XVIII. 1959. no. 3.

¹⁷ $496 = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 31 + 62 + 124 + 248$.

recherche pour démontrer des corrélations aussi claires sur un bâtiment que celles que K. J. CONANT a réussi à démontrer de façon convaincante pour *Cluny II* et *Cluny III*. Le schéma géométrique initial ne pouvait se baser que sur une combinaison du rectangle, connue de la géométrie antique. La recherche a déjà réussi en nombre de cas à le reconstruire. C'est un problème qui présente plus de difficultés de démêler la grandeur du pied employé c.-à-d. d'établir ultérieurement les valeurs numériques des modules de clef en exprimées. F. V. ARENS a essayé de déterminer les grandeurs de pied employées en cas de quelques bâtiments, construits en Allemagne du VIII^e à l'XI^e siècle.¹⁸ En se basant sur ses analyses il a établi que le long du Rhin, déjà à l'époque des Romains on utilisait à côté du pied romain officiel le pied dit de *Drusianus* qui est plus grand d'1/8 que le pied romain¹⁹ et qui était employé officiellement à l'âge *Carolingien*. A l'XI^e siècle c'est par-contre le pied romain officiel qui s'est répandu et les mesures employées suivaient le système décimal (parfois mêlé avec le système duodécimal). C'est dans le système décimal que la «*Disciplina Farfensis*» écrite à l'XI^e siècle a donné les dimensions pour les monastères adhérents à l'action de réforme de *Cluny*.²⁰

II

La grande conjoncture de construction à l'XI^e siècle était déjà le signe de la consolidation de la société féodale. Le développement accéléré des forces productrices et du commerce, favorisant l'augmentation de l'assortiment des marchandises, a créé la couche des commerçants et des artisans produisant pour le marché, sous l'influence de laquelle se formait au début du XII^e siècle la ville médiévale, dont l'organisation basée sur l'autonomie et l'économie monétaire développée ouvrait de vastes perspectives pour l'évolution de l'architecture.

Dans la nouvelle atmosphère spirituelle plus fraîche des villes l'intérêt porté à la science et à la philosophie de l'Antiquité prit un nouvel essor. Par les relations commerciales extérieures on connut dans les villes — surtout par l'intermédiaire des *Arabes* et des *Byzantins* — de plus en plus les ouvrages des savants et des philosophes de l'Antiquité. L'étude même des sources

¹⁸ ARENS, FR. V.: *Das Werkmaß in der Baukunst des Mittelalters (VIII—XI. siècles)*, Diss. Bonn 1938.

¹⁹ Le gouverneur romain Drusianus a permis à l'occasion du census institué en 13 avant notre ère l'emploi du pied des Tungers germaniques. La mesure employée par les Cisterciens est le Pied du Roi, égal à 32,48 cm; les Français utilisaient jusqu'au XVIII^e siècle l'échelle dite «du cordonnier», égale à 33,02 cm.

²⁰ Des multiples souvent employés du pied romain sont: 1 pedes = 29,5 cm; 1,5 p. = 1 cubitus; 2,5 p. = 1 gradus; 5 p. = 1 passus; 10 p. = decempeda ou pertica (cette dernière peut être égale aussi à 12 pedes); 120 p. = 1 actus = 12 pertica (10 × 12 pedes); 15 pedes = 6 gradus = 3 passus.

directes d'ouvrages comme la métaphysique d'*Aristote* ou la géométrie d'*Euclide* donnait une direction nouvelle à la pensée. L'accent se transmettait sur les connaissances qu'on acquiert par des méthodes empiriques, et dans les spéculations philosophiques l'expérience perceptive prit le rôle dominant. Au cours du XIII^e siècle les universités, fondées dans quelques grandes villes, commencent à l'emporter sur les écoles ecclésiastiques en renommée et en érudition. D'ailleurs c'est la grande époque de la fondation des écoles, des « universités ». Les matières de l'enseignement se laïcisent de plus en plus et parallèlement les nombreux maîtres ecclésiastiques furent remplacés par un nombre croissant de laïques.

Dans l'architecture cette relève avait lieu lorsque — par l'essor de la construction des cathédrales des villes — des besoins quantitatifs et qualitatifs se présentaient, auxquels l'organisation des écoles de construction monastiques, appuyées sur leurs ressources matérielles et spirituelles propres, ne pouvait plus répondre; ils exigeaient une organisation laïque et une direction laïque plus efficaces.

Ce n'est donc pas un fait du hasard qu'on rencontre pour la première fois dans la deuxième moitié du XII^e siècle, à l'époque de la construction des premières cathédrales, des maîtres d'œuvres laïques et que c'est au XIII^e siècle, à la grande époque de l'édification des cathédrales, que se forme l'organisation collective des ateliers où le maître dirigeant l'ensemble de l'élaboration des projets et de l'exécution des travaux peut être considéré comme une personnalité d'artiste autonome. A cette époque les ateliers de construction, organisés dans les villes pour y édifier une cathédrale, sont déjà indépendants des écoles de construction monastiques, les maîtres dirigeants acquièrent leur formation professionnelle dans les ateliers de construction et développent leurs connaissances théoriques aux universités.

Ce maître qualifié, cultivé, jouissant d'une grande considération dans les villes, titulé d'après les sources contemporaines « magister », est dispensé du travail manuel dans l'atelier de construction, il ne joue qu'un rôle de dirigeant.²¹ C'est lui qui traite au nom de l'atelier avec l'édificateur, c'est lui qui se soucie de la formation des recrues de l'atelier, quelque fois même de la gestion financière des fonds du projet de construction.

Même à cette époque nous ne connaissons qu'en grandes lignes la pratique et les méthodes de l'apprentissage du métier,²² mais nous sommes bien informés sur le contenu par le livre d'atelier de *Villard de Honnecourt*, écrit aux années 30 du XIII^e siècle dans l'intention que les membres de l'atelier

²¹ Au Moyen Âge le titre de magister était dû seulement aux personnes qui ont fait des études universitaires. L'architecte Hugues Libergier est représenté sur sa pierre tombale vêtu en académicien; l'épithaphe de Pierre de Montereau le qualifie de « doctor latomorum », docteur des architectes.

²² KNOOP, D.—JONES, P.: *The Mediaeval Mason*. Manchester 1949; FRANKL, P.: *The Secret of the Mediaeval Mason*. *The Art Bulletin* XXVII. 1973.

de construction y trouvent — en forme d'un *compendium* — tout dont ils ont besoin pour exercer le métier d'architecte. Ce «manuel scolaire» n'a aujourd'hui que 66 pages, il avait dû avoir autrefois l'étendu double; c'est le seul exemplaire qui nous reste du certainement grand nombre des livres d'atelier. C'est ce que signalent la division du livre en chapitres, la rédaction stéréotype du texte et les notes et compléments datant d'une époque ultérieure et prouvant que le livre continuait d'être en usage.²³ Par le contenu c'est en majeure partie un recueil de représentations figuratives, en partie mineure un recueil de dessins de construction, complété par l'auteur et les usagers ultérieurs par quelques parties techniques et des notices explicatives laconiques. Le livre divisé en 7 chapitres est pénétré d'un esprit géométrique cohérent.²⁴

Le chapitre le plus instructif pour nous, c'est la partie traitant la géométrie d'atelier et la technique de maçonnerie, sur les pages 39 à 41. La moitié environ des figures fut supprimée par le 2^e maître (M₂) et remplacée par des figures copiées d'un autre livre, et un 3^e maître en a pourvu quelques-unes de textes explicatifs. Jusqu'à présent la recherche a plutôt négligé les figures représentées sur ces trois pages, bien que ce soient justement celles qui contiennent les références les plus importantes du livre sur l'utilisation de la géométrie antique et des traditions du métier au XIII^e siècle.

À cette époque la connaissance d'Euclide et des mathématiques antiques était déjà très répandue. Même la structure de la géométrie euclidienne se reflète dans la succession des figures du 2^e maître sur la page 39. Il aborde d'abord des problèmes linéaires (détermination du centre d'un segment de cercle), ensuite viennent des problèmes planimétriques (contrôle d'angles droits, implantation d'un cloître de monastère) et c'est seulement ensuite qu'il s'occupe de problèmes de stéréométrie (spirale, cubage, doublement). Le vis d'*Archimède* et les problèmes goniométriques p. 40 sont également des exemples tirés des mathématiques antiques. Mais ces théorèmes antiques étaient alors déjà depuis longtemps incorporés dans la pratique quotidienne des ateliers de construction, et on utilisait ces principes dans les constructions de manière à peine discernable. Les sciences de mathématiques et de géométrie, enseignées aux universités dans le cadre du quadrivium, se transformaient, se réduisaient pour la pratique en géométrie d'atelier simple dans laquelle l'utilisation mécanique effaçait les bases théoriques des méthodes de construction et de mesures initiales. Tandis que dans la première moitié du XIII^e siècle — chez *Villard* aussi — s'étaient surtout le naturalisme des formes et l'équilibre

²³ Du livre d'atelier de Freiburg i/Breisgau il ne restent que deux pages et le registre iconographique.

²⁴ Les chapitres du livre de *Villard* sont: 1. Dessins architecturaux (figures abstraites); 2. Installations d'église et biens d'équipement; 3. Charpenterie. 4. Dessins figurés (163 en tout, dont 40 dessins en pages entières). 5. Représentations d'animaux (67 dessins). 6. «Portraitur» (le seul chapitre qui peut être considéré comme complet). 7. Géométrie d'atelier de construction.

des proportions qui dominaient, à la deuxième moitié du XIII^e siècle, chez le maître M₂ la géométrie euclidienne-héronienne appliquée porte déjà les marques de son origine dénaturée, d'avoir été tirée de la pratique professionnelle.

Une partie des problèmes cités représente la communication «pédantesque» de connaissances théoriques, stériles, détachées de leur connexion qui dans leur primitivité s'entendent toutes seules, ou ce sont des simulacres de problèmes, ne se présentant jamais dans la pratique. Une autre partie des dessins est caractéristique du Moyen Âge, décrit des règles pratiques simple du métier, jugeant que les profanes sont incapables de comprendre la thèse originale. De manière apodictique — comme toute la science de l'époque qui ne pouvait exister que sous la protection de la philosophie religieuse scolastique de l'Eglise triomphante — l'usager du livre d'atelier devait se contenter au lieu d'une démonstration aidant l'éclaircissement de la vérité, avec un *credo* : «Toutes les figures correspondent aux règles de la géométrie». La troisième partie des figures aide le tailleur de pierre à exécuter les projets en remplaçant les problèmes mathématiques par de simples mesures. Enfin la quatrième partie des figures publie des exemples, des projets pour l'architecte.

Au point de vue historique, le livre de *Villard* fournit une preuve importante du fait qu'à côté de la géométrie théorique grecque, enseignée aux universités, dès l'époque romaine une géométrie pratique existait également qui au XIII^e siècle se transformait aux ateliers de construction en un système particulier autonome.²⁵

Cette géométrie pratique des ateliers se distingue naturellement foncièrement de la géométrie théorique de l'Antiquité. Là on rencontre une théorie close de validité générale, déduite de la matière et de ses propriétés, ici l'homme du Moyen Âge prend au hasard des choses différentes, incohérentes qui ne se remplissent de vie pour lui qu'en les subordonnant à une notion abstraite. C'est la méthode de recherche caractéristique des sciences philosophiques-mathématiques du Moyen Âge qui apparaît ici où au lieu de construire empiriquement un nouvel univers, on s'efforce d'harmoniser le monde existant, vécu, avec des schémas mentaux traditionnels, en essayant de remplacer l'image vue par le réfléchissement d'un ordre d'univers inventé. L'expérience et la théorie se sont transformées en «science», mais pas dans le sens des connaissances universelles, plutôt en forme d'une structure doctrinale, artificiellement composée. Cette attitude spirituelle générale est caractéristique de l'ensemble de la couche des intellectuels, tant des architectes du gothique que des philosophes scolastiques. C'est en observant strictement les trois exigences

²⁵ CANTOR, M.: Die römischen Agrimensoren und ihre Stellung in der Geschichte der Feldmeßkunst, 1884. Publication de textes recueillis, contenant des écrits fragmentés de quelques agrimensors romains, complétés par M. CURTZE (Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik, Leipzig 1875) et Mortet—Tannery.

de la méthode scolastique (prétention à l'intégralité, harmonie des parties et du tout, formulation claire) que les savants et les controversistes religieux écrivaient et que les architectes et les artistes créaient.²⁶

III

La géométrie d'atelier servant de base pour la pratique de construction gothique résulte aussi de la manière de penser rigide mais très logique de la scolastique. La recherche du XIX^e siècle y croyait voir un procédé de construction et un système de proportions géométriques traités en secret professionnel et les nommait quadrature ou triangulation suivant que la figure-clef était un carré ou un triangle équilatéral. Ces dénominations furent formulées en tenant compte des opinions sur les systèmes de construction « *ad quadratum* » et « *ad triangulum* » lors des discussions éclatées à la fin du XIV^e siècle sur la continuation de la construction de la cathédrale de *Milan*.²⁷

La littérature de l'architecture médiévale désigne de quadrature l'emploi du carré (en cas de la triangulation c'est généralement un triangle équilatéral) pour déterminer les proportions du bâtiment et les points importants de la construction. Le réseau des proportions, choisi comme base du projet de construction, avait d'abord pour but d'implanter le bâtiment projeté avec ses dimensions réelles sur les lieux par le procédé le plus simple, d'y former les coins en angles droits et de rendre les côtés parallèles.

Le carré avec ses diagonales jouait déjà un rôle important dans l'architecture de l'Antiquité; comme nous venons de le voir, il a gardé ce rôle par l'intermédiaire de *Vitruve* au pré-moyen âge et encore plus à l'époque du style romain il prévalait surtout dans le réseau quadratique des églises, construites en un système de cintrage fixe ou dans l'accentuation architecturale de l'espace quadratique. C'est de ce système géométrique que s'est développé successivement à l'époque du gothique la quadrature, en construisant des carrés touchant de leurs coins les points de demi-distance des côtés du carré de base, (dont la surface est la moitié de la surface du carré de base), puis des carrés successifs devenant toujours plus petits; par une division analogue du triangle on obtenait la figure-clef de la triangulation. En mettant en parallèle les côtés des carrés, détournés de 45° l'un par rapport à l'autre, aux côtés du carré de base, on obtenait une nouvelle figure-clef pour le proportionnement.

²⁶ Sur ce sujet v.: ALAJOS SÓDOR: L'architecture des cathédrales gothiques en Europe (en langue hongroise) Thèse de doctorat, Budapest 1974. E. PANOFSKY: Gothic Architecture and Scholasticism. Cleveland 1961. W. DROST: Romanische und gotische Baukunst. Potsdam 1944.

²⁷ Dans le procès-verbal de la conférence de 14 architectes renommées qui se sont rassemblés le 1^{er} mai 1392 à la « camera fabricae » du dôme de Milan, le point 3 de l'ordre du jour dit: « Question: L'église soit-elle érigée — non compté les dimensions de la tour quadratique à construire — *ad quadratum* ou *ad triangulum*? »

Bien que le premier ouvrage écrit, montrant la construction de la quadrature, basée sur la mipartition des côtés du carré, ne date que de la fin du XV^e siècle, l'emploi du procédé se laisse déjà démontrer — justement sur la base du livre d'atelier de *Villard* — dès la première moitié du XIII^e siècle. La figure servant de base pour ce procédé remonte encore à *Vitruve* qui la mentionne comme méthode de «doublement de l'aire», employée par les agrimensurs romains et l'attribue à *Platon*. Cette méthode figure également dans l'ouvrage «*Geometria incertis auctoris*» écrit vers le millénaire par le pape *Sylvestre II* (*Gerbert*, archevêque de *Reims*, créateur des mathématiques de l'Ouest), mais — comme d'autres théorèmes — sans aucune démonstration. *Mohammed Musa ibn Alchwarizmi*, mathématicien arabe du IX^e siècle, communicateur des mathématiques d'*Euclide* au monde des sciences de l'Ouest, la fait figurer pour démontrer le théorème de *Pythagore*. Le maître M₂ du livre de *Villard* donne justement l'inverse de la figure démontrant le théorème de *Pythagore*, raidi en règle d'atelier, mais toujours avec la croix des diagonales, contenant la démonstration. Dans cette forme la figure n'a naturellement aucune valeur pratique, puisque aucun tailleur de pierre ne diviserait de cette manière un bloc de pierre aux faces quadratiques en deux blocs de grandeur égale, également aux faces quadratiques, mais le maître M₂ — de disposition d'esprit théorique — ne voulait évidemment que retenir un théorème datant de l'Antiquité ou un procédé en tiré et déjà employé au Moyen Âge depuis longtemps, tout en visant en «demi-lettré» à une utilisation théoriquement possible.

La division en deux parties égales des côtés du carré, le schéma de construction le plus important du gothique, se rencontre aussi sur une autre figure du maître M₂. Il recommande les deux carrés aux dimensions 1 : 2, dessinés l'un dans l'autre aux côtés parallélisés, pour dessiner un cloître de monastère bien proportionné.²⁸ La littérature la plus récente a démontré de manière convaincante que *Villard*, puis à l'époque du gothique finissant les livres de *Roritzer*, *Schuttermayer* sur les pinacles et *Lacher*, *Facht* ainsi que les auteurs des cahiers de modèles de *Vienne* et de *Francfort*, ensuite l'œuvre fragmenté «*Des Chores Mass*» utilisaient le schéma de carrés qui figure chez le maître M₂, pour composer des pinacles, des gables, des clochers, des faisceaux de piliers, des rosettes et d'autres détails architecturaux ainsi que des monuments figurés.²⁹ Bien que sur les dessins architecturaux de *Villard* on ne trouve point

²⁸ Remarque du Maître M₂ sur le dessin: «(P)ar chu fait om on clostre, autretant es voies com el prael», cela vaut dire dans notre cas: Veux-tu dessiner une cour de monastère bien proportionnée, mesure du centre du carré sur la diagonale la moitié de la longueur d'un côté. Alors la cour de monastère sera moitié si grande que le carré limiteur extérieur et aussi spacieuse que le cloître.

²⁹ HECHT, K.: Maß und Zahl in der gotischen Baukunst, Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft tome XXI 1969 et tome XXII 1970, publie les données bibliographiques de tous les écrits du Moyen Âge finissant, connus jusqu'à présent, avec les lieux de leur publication.

de trace d'une construction géométrique de ce genre, on a réussi plusieurs fois à démontrer qu'en passant les dessins à l'encre de Chine il avait fait disparaître soigneusement les lignes ajoutées, servant de base pour la construction. Il paraît que la « copie au net » des dessins appartenait à la pratique de représentation médiévale étant donné que même *Roritzer* invite ses lecteurs de dessiner la figure encore une fois après avoir terminé la construction, en supprimant les lignes de construction. Par contre au chapitre « Portraitur » où les lignes supplémentaires sont les moyens de l'enseignement du dessin, *Villard* les a non seulement retenus mais il a accentué les constructions. À côté de l'emploi de différents triangles, carrés, pentagones c'est celui — très fréquent — de la quadrature qui frappe (couple se battant, plusieurs têtes d'étude, des compositions en groupe), ainsi que l'emploi des proportions du corps humain, données par *Vitruve*. Ce dernier prouve l'influence des traditions d'arts antiques, transmises surtout par l'entremise des *Byzantins* au XII^e siècle, qu'on peut démontrer encore au XIII^e siècle dans l'art du Moyen Âge.³⁰

La géométrie pratique des ateliers s'est dégagée successivement des mathématiques et de la géométrie antiques, et le livre de *Villard* n'est qu'un du grand nombre de livres d'atelier qu'on trouvait alors dans chaque atelier d'une certaine importance. Le contenu du livre d'atelier de *Villard*, les phrases-types des légendes sur les figures certifient que ce genre de livre était très répandu et s'autorisait de traditions anciennes. Les phrases-types de la traduction française la plus ancienne connue jusqu'à présent, datant de 1275/76, du livre de *Boethius*, mathématicien du VI^e siècle, se rencontrent presque mot pour mot chez *Villard*.³¹

À côté des différents schémas gothiques de construire en proportion on employait aussi — surtout au Moyen Âge finissant — des proportions numériques, exprimés par des nombres simples ou des fractions de l'unité. Ces nombres proportionnels, hérités pour l'essentiel de l'Antiquité par l'intermédiaire de *Vitruve*, développés dans les siècles du Moyen Âge et complétés de quelques expériences pratiques, on les enseignait au Moyen Âge finissant comme règles pratiques de l'architecture, en les appliquant à tous les éléments de forme et de construction du bâtiment. Les livres de modèles architecturaux du XVI^e et XVII^e siècles, voulant utiliser les résultats théoriques et pratiques des ateliers de construction des cathédrales se désorganisant pour remplir par les corporations de bâtiment les besoins plus modestes de la bourgeoisie ne sont naturellement qu'un reflet vague de la « géométrie d'atelier » d'un haut niveau d'art et de technique qui laissait pourtant le champ libre à la créativité et à l'imagination de l'artiste.

³⁰ E. PANOFKY a démontré dans son ouvrage cité plus haut l'emploi exact du schéma byzantin de représenter la tête, à l'occasion de la tête du Christ sur une des fenêtres du chœur à Reims. CH. H. HASKINS: *The Renaissance of the Twelfth Century*, Cleveland 1961.

³¹ MORTET: Le plus ancien traité français d'Algorisme, *Bibliotheca mathematica*, IX. 1908.

Pour remplir les tâches plus simples qui s'offraient à cette époque dans les villes en nombre accru aux corps de métier, il suffisait de faire l'impression de continuer le « grand art », en tirant quelques exemples très simplifiés du tissu complexe de la production architecturale de l'art gothique mûr; cela se faisait aussi pour la facilité de l'apprentissage. Les auteurs des livres de modèle se réfèrent aussi aux traditions des grands ateliers de construction,³² mais en même temps par leurs explications de textes primitives, par des recommandations de bien retenir les « bons conseils », publiés dans le livre, en serinant des proportions définies en nombres et mesurables à l'aide d'un jalon-mire, tout en rélégant à l'arrière-plan les constructions géométriques, ils remplissent les besoins des maîtres plus simples s'occupant de la production en masse, sur un plan conforme à leur niveau de culture.

Avec toute la vraisemblance du développement décrit de conception des projets et de l'exécution des travaux de construction on n'aura une certitude totale que si les recherches de détail ultérieures réussissent à trouver en nombre suffisant des monuments assurant les rapports entre les exemples d'une importance magistrale qui font époque. Les grands exemples de trois époques, *Cluny III*, le livre d'atelier de *Villard de Honnecourt* et les livres de modèles du gothique finissant, rendent très probable que les chaînons manquants seront également retrouvés.

Résumé

En résumant les résultats des recherches plus récentes on constate que le rôle et la méthode de travail de l'architecte étaient différents dans les trois périodes successives de l'évolution économique-sociale du Moyen Âge. Jusqu'au commencement du XII^e siècle dans les écoles de construction des Bénédictins l'architecture monumentale était déterminée par la pratique de construction romaine, connue de l'ouvrage de Vitruve, et par les œuvres des auteurs-philosophes de la patristique. Dans les ateliers des constructeurs des cathédrales au XIII^e siècle la pratique de construction était complétée par la connaissance des mathématiques et de la géométrie antiques et elle se raidissait dans la pratique d'atelier gothique, développée en système parfait dans l'esprit de la Scholastique. Les « livres d'atelier » des maîtres du gothique tardif, des XV^e et XVI^e siècles — en tirant certains détails du grand ensemble cohérent de l'œuvre gothique de plus en plus raffinée — se bornaient à faire connaître la construction de la quadrature et les proportions numériques de ces ensembles, tout en les adaptant aux besoins de construction plus simples des corporations, mais en les privant de leur riche fond théorique de jadis.

Dr. ALAJOS SÓDOR, prof. adjoint, Candidat ès Sciences Techniques
H-1521 Budapest

³² Dans l'introduction de son livre sur les pinacles, Roritzer souligne que ce qu'il va dire n'est pas de son invention, mais « cela tire son origine des connaisseurs d'art ancienne, surtout des maîtres (Jungkherrn) de Prague »; il faut entendre par là certainement l'atelier de construction Parler du XIV^e siècle à Prague.