



HAL
open science

Vingt-et-une petites églises romanes du Mâconnais : irrégularités et métrologie

Alain Guerreau

► **To cite this version:**

Alain Guerreau. Vingt-et-une petites églises romanes du Mâconnais : irrégularités et métrologie. | l'innovation technique au Moyen Age, 1996, Dijon, France. pp.186-210. halshs-00518978

HAL Id: halshs-00518978

<https://shs.hal.science/halshs-00518978>

Submitted on 17 Sep 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ce papier est une communication au sixième congrès d'archéologie médiévale, qui s'est tenu à l'automne 1996 à Dijon dans le Palais des États. Les actes ont été diligemment réunis et publiés par Patrice BECK.

Référence :

« Vingt et une petites églises romanes du Mâconnais : irrégularités et métrologie », in Patrice BECK (éd.),
L'innovation technique au Moyen Age, Paris, 1998, pp. 186-210.

Vingt et une petites églises romanes du Mâconnais : irrégularités et métrologie

L'étude des bâtiments du culte des XI^e-XII^e siècles peine à s'extraire des ornières tracées par les historiens de l'art du XIX^e siècle et surcreusées par leurs successeurs du XX^e. Ce type d'approche se caractérise par quelques traits trop aisément identifiables¹ :

☞ un a priori esthétique massif, résolument situé en-deçà de tout examen : il existe de « grands monuments », qui sont là, en tant que tels, une fois pour toutes ; l'essentiel est de savoir les reconnaître et les apprécier, toute analyse proprement historique étant disqualifiée comme réductrice, insuffisante, inadéquate. Cet a priori, intellectuellement inconsistant, entraîne deux conséquences majeures : 1. le rejet dans le quasi-néant de tout ce qui n'est pas « grand édifice », c'est-à-dire, pour la période considérée, sans doute pas moins de 95% des bâtiments ; 2. l'usage permanent de la notion clé d'influence, toujours suivie de son parèdre, le créateur : dans tout « chef d'œuvre », on doit discerner des « influences », et le résidu ne peut provenir que du génie créateur. D'où, pour notre période, cette profusion rhétorique, incontrôlée et incontrôlable, le « maître de x », le « maître de y », le « maître de z »², etc.

☞ cet esthétisme privilégie à outrance les apparences, d'où l'emploi quasi magique de la notion creuse de style, et d'un vocabulaire morphologique abscons, qui frise en permanence l'absurde, s'agissant notamment de moulures et modénatures, mais ne parvient en aucun cas à une description exacte des objets, dont on ne connaît jamais la matière ni les dimensions. L'historien d'art, malgré quelques molles dénégations, se moque tout autant des systèmes de représentation qui structurent les édifices que de la manière concrète dont ils ont été construits et de leur constitution interne. Les plans publiés sont rares, minuscules, quasiment toujours inexacts, le plus souvent sans échelle (ou accompagnés d'une échelle inutilisable).

☞ cette obsession d'une morphologie superficielle a malheureusement contaminé jusqu'à l'os les archéologues, qui s'imaginent avec une lamentable unanimité que les différences de mortier ou de forme des pierres, visibles dans l'allure du parement d'un mur, révéleraient des « repentirs », des « reprises », des « campagnes ». Pourtant, en dépit de dispendieux et futiles « relevés pierre à pierre », la chronologie de ces bâtiments demeure toujours aussi imprécise et incertaine sinon obscure, et l'on ne sait pas davantage comment ces édifices furent construits.

Pour une analyse historique

Le seul sujet de la recherche historique est l'évolution des sociétés ; par rapport à cette visée, les textes et objets subsistants sont des sources ; le travail concret de l'historien consiste à rien moins qu'à rendre leur sens à ces traces en établissant de la manière la plus détaillée et claire possible comment elles ont été produites par une structure sociale, tant il est vrai que la notion de sens est exactement coextensive à celle de structure sociale. Dans ces conditions, repenser l'étude des bâtiments implique d'abord de recentrer fondamentalement la réflexion sur les processus sociaux, en l'occurrence les processus de construction, et par voie de conséquence d'analyser les objets – tous les objets, sans choix préconçu des grands ou des petits – en y recherchant d'abord tous les indices permettant d'éclairer ce processus.

¹ Ensemble d'observations utiles dans Jean HUBERT, « Archéologie médiévale », in Charles SAMARAN (éd.), *L'histoire et ses méthodes*, Paris, 1961, pp. 275-328 et 1226-1241.

² Amusant exemple : Edson ARMI, *Masons and Sculptors in Romanesque Burgundy*, University Park & London, 1983 (qui contient cependant beaucoup d'observations et réflexions pertinentes).

Sous cet angle, les questions ne manquent pas : qui a décidé de construire et à quelle fin ? qui a établi le projet, qui a fourni les moyens, qui a construit ? selon quelles techniques, quels procédés, quelle organisation de chantier ? Et si esthétique il y a, la seule intéressante est celle qui prévalait à l'époque de la construction, qui ne saurait à aucun égard se présupposer.

L'analyse des dimensions des bâtiments renvoie à toute une série de représentations et de procédures : quelles étaient les unités de mesure en usage, se servait-on de multiples ou de sous-multiples, certains nombres étaient-ils plus volontiers employés que d'autres ? comment manipulait-on concrètement ces mesures, quels étaient les éléments des bâtiments dont les concepteurs fixaient les dimensions, comment ces dimensions étaient-elles mises en œuvre au moment de l'implantation ? Ces questions s'intègrent dans les interrogations plus générales sur les processus de décision et d'élaboration, et sur la répartition de ces tâches entre les commanditaires et les exécutants, ainsi que sur les aspects auxquels les initiateurs étaient sensibles ou au contraire indifférents.

Sur tous ces points, la recherche est balbutiante, et les connaissances actuelles demeurent très limitées³ : il s'agit donc pour nous de tenter d'extraire des constructions elles-mêmes les indices nécessaires à la reconstitution de ces processus, en limitant les présupposés au strict minimum.

Jusqu'ici, l'usage du décamètre a été abandonné aux dessinateurs chargés d'établir un plan, c'est-à-dire en réalité un dessin, uniquement destiné à représenter la forme du bâtiment. Lorsque quelques rares dimensions sont citées dans les analyses, il ne s'agit que d'un moyen de comparaison globale : telle nef est plus grande ou plus petite que telle autre, telle voûte est plus ou moins haute que telle autre. De rarissimes tentatives métrologiques, toujours encadrées dans le cadre de la monographie d'un unique édifice, ont naturellement tourné court, et renforcé un désintérêt systématique pour les dimensions. Pour couronner le tout, une tradition obstinée de délire mystico-hermétique à propos de putatifs « secrets » n'a pas peu contribué à l'édification et au renforcement d'un mur de rejet méthodique de tous les schémas géométrico-métaphysiques dont s'affuble cette littérature ésotérique, rejet tout à fait raisonnable, qui s'est inconsidérément mué en une suspicion systématique à l'encontre de toute réflexion tant sur la forme des bâtiments que sur les nombres correspondant aux mesures principales.

Il faut partir de considérations explicites et élémentaires : les bâtiments que nous observons ont été pensés avant d'être construits, ils ont une structure ; mais celle-ci n'a pas d'existence concrète en dehors de l'objet qu'elle articule, et celui-ci a une taille⁴. Les dimensions sont des propriétés du bâtiment, parmi bien d'autres ; il serait absurde d'imaginer un seul instant que l'étude puisse porter uniquement sur cette propriété particulière ; mais, en contrepartie, une visée qui néglige une analyse assez complète des dimensions rate un aspect essentiel de l'objet, erreur qui peut conduire sans crier gare aux plus admirables contresens.

³ Sur la métrologie en général, Witold KULA, *Les mesures et les hommes*, Paris, 1984 (original polonais, 1970) ; Bernard GARNIER, Jean-Claude HOCQUET & Denis WORONOFF (éds), *Introduction à la métrologie historique*, Paris, 1988. Sur l'utilisation pratique des outils de mesure anciens, Fritz SCHMIDT, *Geschichte der geodatischen Instrumente und Verfahren im Altertum und Mittelalter*, Kaiserslautern, 1929. Sur les anciennes unités et les anciens systèmes de mesure, Armand MACHABEY, *La métrologie dans les musées de province et sa contribution à l'histoire des poids et mesure en France depuis le XIII^e siècle*, Paris, 1962. Très réfléchi, Konrad HECHT, *Maß und Zahl in der gotischen Baukunst*, Hildesheim, 1979. Riche recueil de travaux : Eric FERNIE, *Romanesque Architecture : Design, Meaning and Metrology*, London, 1995. Société et constructions : Martin WARNKE, *Bau und Überbau. Soziologie der mittelalterlichen Architektur nach den Schriftquellen*, Frankfurt, 1976. Les meilleures synthèses actuelles sont celles de Günther BINDING, *Baubetrieb im Mittelalter*, Darmstadt, 1993, et *Zur Methode der Architekturbetrachtung mittelalterlichen Kirchen*, Köln, 1993. Des ouvrages récents sur les techniques de construction illustrent une tendance au renouveau : Jean-Claude BESSAC, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre*, Paris, 1986. Anne BAUD, Philippe BERNARDI, Andreas HARTMANN-VIRNICH, Nicolas REVEYRON, Joëlle TARDIEU et al., *L'échaffaudage dans le chantier médiéval*, Lyon, 1996.

⁴ L'éventail des techniques formalisées et numériques utilisables pour l'étude des objets archéologiques est remarquablement présenté dans François DJINDJIAN, *Méthodes pour l'archéologie*, Paris, 1991.

Pourtant cet énoncé de base, s'il définit un champ, ne fixe pas la méthode et règle encore moins la question principale à laquelle on se heurte d'entrée de jeu dès que l'on entre dans l'analyse empirique : quelles sont les dimensions pertinentes ? Une simple église de village peut donner lieu à des centaines de mesures, que d'ailleurs le dessinateur appliqué relève les unes après les autres, et qui disparaissent le dessin achevé. Notre problème est inverse : puisque nous nous attachons au processus de construction, il nous faut impérativement déterminer les éléments dont la dimension faisait partie de la conception même de l'objet.

Le présent travail porte sur une vingtaine d'églises romanes de la région de Mâcon, situées en majorité à l'ouest de la Saône, quelques-unes à l'est (carte). La zone en question est riche d'environ cent quarante édifices en totalité ou en partie romans. Notre choix a été guidé par trois critères : 1. des édifices de taille modeste et de structure simple ; 2. des édifices qu'à première vue on peut considérer comme romans en totalité ; 3. des édifices répartis dans toute la zone, de manière à en tester l'homogénéité. S'agissant de petits édifices, plus encore que de grands, la nécessité d'examiner un groupe est impérieuse, car, au plan des méthodes, on part à peu près de rien, et ce n'est que la considération assez précise des régularités et des irrégularités à l'intérieur d'un corpus qui peut orienter dans le difficile processus de distinction entre le significatif et l'insignifiant⁵.

Ce travail se divisera en trois temps : le premier sera consacré à l'étude de la précision et des irrégularités, à partir d'observations formelles ; le second abordera l'aspect métrologique ; nous terminerons par une relecture des plans à la lumière des observations d'ensemble.



Des incertitudes qui s'empilent

Mesurer soi-même les édifices est une expérience irremplaçable. D'abord parce que c'est la seule manière d'avoir une vue fondée de toutes les difficultés pratiques auxquelles se heurte ce genre d'activité ; ensuite parce que c'est le meilleur moyen d'avoir une perception concrète de ce que sont les dimensions d'un bâtiment, en particulier de l'ordre de grandeur des incertitudes et des irrégularités.

Il faut tenir compte de trois imprécisions.

☞ La première est celle de la mesure en tant que processus. Nos relevés sont au centimètre près.

Il faut donc compter en gros ± 1 cm à chaque extrémité, soit ± 2 cm au total. La répétition de certaines mesures à des fins de vérification, comme les calculs, montrent que la précision est effectivement de l'ordre du centimètre (les erreurs, quand elles se produisent, proviennent d'une lecture erronée ou d'un mauvais report sur le croquis).

☞ La seconde est celle qui tient aux objets : où situer les extrémités des segments à mesurer ? les difficultés s'empilent en série : 1. l'enduit : faut-il partir du nu des pierres ou de la surface des enduits ? L'ennui vient de ce que certaines églises sont correctement enduites (en général une

⁵ Le Mâconnais aux XI^e et XII^e siècles a donné lieu à un ensemble de travaux, dont certains célèbres, parmi lesquels cependant aucun, à ma connaissance, n'aborde la question des édifices, ni comme effet ni comme moyen des transformations sociales. D'un autre côté, ces édifices eux-mêmes n'ont été examinés que dans le cadre de quelques rares ouvrages (voir notes 17, 20 et 22), qui se tiennent à un niveau de simple description selon les habitudes de l'histoire de l'art, et surtout ne fournissent aucune chronologie fondée sur des critères explicites et vérifiables. Au surplus, les indices permettant de savoir quelles sont, parmi les églises paroissiales attestées au XIII^e siècle, celles qui ont été construites, au XI^e ou au XII^e, sur l'emplacement d'un édifice antérieur et celles qui furent construites sur un terrain nu (si le cas existe), sont rarissimes. L'absence de toute chronologie constitue l'obstacle essentiel à une intégration de ces objets dans une analyse historique, qui seule permettrait de leur rendre leur sens. Le présent travail doit seulement s'entendre comme une contribution à l'élaboration d'une méthode d'analyse d'un caractère particulier de ces bâtiments.

couche de plâtre de 2 à 10 cm d'épaisseur, en gros), tandis que d'autres ont été décapées ; 2. cette question s'aggrave dans les angles rentrants, plus ou moins nets, souvent arrondis ou colmatés ; 3. comment mesurer des distances entre deux murs si ceux-ci ne sont pas entièrement rectilignes ? 4. s'agissant d'un plan horizontal, levé à environ 1,50 m du sol, comment traiter l'obliquité, fruit ou dévers ? Tout cela est bien plus gênant que la question de la mesure proprement dite. Evaluer l'incertitude globale à 10 cm à chaque extrémité semble un minimum, soit, en tout ± 20 cm.

☞ La tierce résulte du processus de construction lui-même : quelle était la précision avec laquelle travaillaient les constructeurs ? Question qui se dédouble aussitôt : a) quelle était l'unité de mesure la plus petite ? b) quel flottement pouvait s'introduire entre l'implantation et la construction ? Cette double interrogation est insoluble au départ, et c'est justement un des objets de l'enquête que de rechercher une réponse.

On se bornera à rappeler ici le principe fondamental : les incertitudes ne se compensent pas, elles s'additionnent.

La somme des deux premières et de l'ordre de ± 22 cm. Ce qui est beaucoup. Supposons qu'entre deux murs on lise 853 cm. Il faut en conclure strictement que la mesure de l'espace considéré, dans le bâtiment tel qu'il a été construit, se situe entre 831 et 875 cm ; dans un tel cas, la marge totale représente 5,2% de la dimension. Il n'est sans doute pas indispensable d'établir en détail ce que l'on peut conclure directement : dans de telles conditions, chercher à raisonner pour évaluer l'incertitude au moment de la construction, et plus encore tenter d'exploiter ces mesures pour reconstituer un système métrologique relève apparemment de la gageure.

Mesurer quand même

On peut cependant ne pas succomber au désespoir si l'on combine trois remarques :

1. si la marge d'incertitude qu'on vient d'évaluer n'inclut probablement pas quelques mesures où les facteurs d'incertitude ont pu se combiner de manière encore plus additive, on peut malgré tout supposer que, dans la majorité des cas, les fluctuations réelles sont moindres ;
2. pour chaque bâtiment pris individuellement, certaines incertitudes s'annulent par rapport à certains calculs ; s'agissant par exemple des enduits, le traitement est en général homogène dans tout le bâtiment ; si donc on utilise ces mesures pour calculer des angles, présence ou absence d'enduit n'influera pas sur le résultat ;
3. le recours principal réside dans la multiplicité des bâtiments étudiés ; l'examen du corpus suppose en effet l'emboîtement de deux hypothèses : a) que pour chaque bâtiment on doit pouvoir restituer les dimensions d'origine avec une seule unité, avec des écarts tous contenus dans les limites évaluées ; b) que la même procédure de restitution doit pouvoir s'appliquer à l'ensemble des bâtiments et aboutir à un tableau général cohérent.

Cette hypothèse double implique en fait un va-et-vient entre les deux niveaux, permettant de procéder, par itérations successives, à un ajustement progressif. C'est bien sûr cette perspective qui étaye la méthode que nous avons élaborée de manière tout à fait empirique. Malheureusement, cette hypothèse n'est pas rigoureusement formalisable, car la quantité des choix possibles, à diverses étapes, est beaucoup trop élevée. Et rien n'interdit de penser qu'on puisse améliorer le résultat pour certains bâtiments, ou même recomposer le tableau d'ensemble. Sans doute le test le plus simple sera-t-il de vérifier l'efficacité de cette méthode sur d'autres corpus, avant de multiplier les mesures dans la même région.

Nous avons réalisé personnellement toutes les mesures à l'aide d'un triple décimètre à ruban métallique, par la méthode dite de trilatération. Contrairement à ce qu'affirment péremptoirement certains techniciens, cette méthode est parfaitement appropriée au présent objet. C'est un principe aussi élémentaire que général que toute procédure de mesure doit être, autant que possible, établie en correspondance avec son objet. Ces bâtiments sont tous de taille modeste (moins de 28 m) et d'une configuration très simple. La trilatération assure dans ces conditions un calage angulaire bien suffisant. Toute autre méthode, nécessairement plus complexe et infiniment plus onéreuse, ne pourrait conduire qu'à un supplément de précision totalement illusoire.

La voie royale de l'étude angulaire

Lorsqu'on porte une vue cavalière sur l'un ou l'autre de ces plans, il apparaît comme un groupe de quadrilatères plus ou moins alignés, terminé par une abside hémicirculaire. Au moment de procéder aux mesures, on est bientôt frappé par l'étonnante irrégularité de ces quadrilatères, qui se traduit avec une singulière fréquence par l'inégalité flagrante des diagonales. A la réflexion, il nous est apparu que cette irrégularité morphologique méritait largement une étude propre. Et la question des angles nous est apparue comme spécialement propice, puisqu'elle est autonome par rapport à celle de la longueur des segments, dont on a évoqué les difficultés. Au surplus on peut, au moins en première approximation, considérer ces angles indépendamment de la taille des édifices, ce qui permet de procéder à une analyse d'ensemble qui n'implique guère qu'un seul présupposé : toutes ces églises étant formées « théoriquement » de rectangles, les angles examinés devraient tous être droits (90°) ; l'irrégularité sera simplement définie comme l'écart entre l'angle observé et un angle droit.

A ce point surgit une difficulté au plan des calculs. Pour chaque quadrilatère, en pratique deux pour chaque église, on a relevé six dimensions : une pour chaque côté et deux diagonales. Or un quadrilatère est défini strictement par cinq mesures, trois côtés et deux diagonales ou quatre côtés et une diagonale. Si l'on dispose de cinq mesures, un petit calcul trigonométrique permet de déterminer la sixième. Si l'on essaye, on s'aperçoit que cette sixième valeur, « théorique », est à peu près toujours différente (parfois sensiblement) de la valeur « observée », et ceci quelles que soient les cinq valeurs qu'on choisit pour calculer la sixième.

Vérification faite, il apparaît qu'il s'agit d'une difficulté bien connue des topographes. Jean-Paul Saint-Aubin propose une solution assez simple⁶, qui empiriquement donne d'excellents résultats. Soit un quadrilatère ABCD. On peut le décomposer de deux manières en deux triangles adjacents : ABC + ACD et ABD + BDC. Connaissant tous les côtés, on calcule sans peine les trois angles de ces quatre triangles. De telle sorte que chacun des quatre angles du quadrilatère est calculé deux fois, une fois directement, une fois par somme d'angles de triangles adjacents. Il suffit alors d'établir la moyenne arithmétique des deux évaluations pour obtenir les quatre angles au terme d'une procédure qui tient compte à peu près équitablement des six mesures. A partir de ces quatre angles, on peut calculer les rapports exacts des six segments pris deux à deux, et ainsi leur valeur relative par rapport à la somme des six. Le plus simple est alors de prendre comme base de calcul la somme des six mesures observées, et l'on obtient une restitution de six valeurs « théoriques » géométriquement strictement compatibles, dont la somme égale la somme des valeurs observées. Cette fois, la comparaison montre des écarts minimes, presque toujours inférieurs à 1,7 cm. C'est-à-dire à une valeur dont on a rappelé qu'elle correspondait à peu près à l'incertitude des mesures. Cette méthode présente le grand avantage de constituer un test efficace de la cohérence des mesures effectuées, et de permettre de dépister d'éventuelles erreurs de lecture ou d'écriture.

Nous avons dressé le plan de vingt et une églises romanes⁷. Pour l'une (Saint-Martin-Belleroche), la nef a disparu, et pour une autre (la chapelle Saint-Laurent de Tournus) la partie orientale est de taille trop modeste pour que l'analyse des dimensions du quadrilatère sous le

⁶ Jean-Paul SAINT-AUBIN, *Le relevé et la représentation de l'architecture*, Paris, 1992, en particulier pp. 162-163. Cet ouvrage fort riche contient une foule d'indications de calculs pratiques fort utiles, comme par exemple le calcul du rayon d'un arc de cercle à partir de la mesure de trois segments (pp. 163-164) ; malheureusement diverses erreurs typographiques ne facilitent pas la mise en œuvre. Nous donnons en annexe un petit programme basic qui effectue le calcul d'un quadrilatère, programme qu'on peut transcrire sur n'importe quel microordinateur, mais aussi sur une calculatrice programmable, ce qui permet de l'utiliser sur le terrain, comme outil de vérification. Naturellement, ce procédé n'est sans doute pas le meilleur qu'on puisse imaginer d'un point de vue purement mathématique. Sans doute une méthode itérative permettrait-elle de minimiser le carré des écarts (il faudrait trouver un algorithme convergent de manière unique) ; mais on doit souligner que, par rapport au problème tel qu'il se pose concrètement, la proposition de J.-P. Saint-Aubin est tout à fait efficace.

⁷ Avec l'aide diligente d'Anita et Isabelle Guerreau.

clocher ait vraiment un sens. Nous disposons ainsi des mesures de vingt nefes et vingt « quadrilatères sous le clocher » (que l'on dénommera aussi « chœurs »), soit une population totale de cent soixante angles, répartis entre huit positions et vingt et un bâtiments.

Très peu d'angles droits

L'observation de la courbe de répartition d'ensemble entraîne deux remarques : 1. il s'agit d'une courbe en cloche, à peu près centrée et symétrique ; 2. cette courbe n'est pas assimilable à une distribution normale : la concentration au centre est trop importante, et l'on note également deux excédents aux extrémités, en-deçà de 86° et au-delà de 94° . En statistique circulaire, on utilise ordinairement la distribution dite de Von Mises⁸ ; pour une dispersion faible, comme c'est le cas ici, la différence avec la distribution de Laplace-Gauss est négligeable. Nous avons cependant exécuté les calculs : il ne s'agit pas non plus d'une distribution de Von Mises. La question de la nature statistique de cette distribution demeure ainsi entièrement ouverte. En attendant une solution, on tire au moins une conclusion : les paramètres ordinaires d'une distribution normale doivent être utilisés avec la plus grande prudence, en particulier on ne peut pas se fier à l'écart-type comme indice de dispersion. On devra, dans tout le cours des analyses, privilégier les paramètres de position qui, dans une telle situation, engendrent sensiblement moins de biais.

La médiane de la distribution est 90° , comme d'ailleurs la moyenne. On ne peut pas considérer qu'il y ait des écarts significatifs à la symétrie. Il est dès lors plus simple d'examiner la distribution des écarts absolus à 90° , qui peuvent être considérés comme une bonne mesure de l'irrégularité de la construction. La médiane est à $0,8^\circ$. Pour être plus précis :

46 angles ont un écart compris entre 0 et $0,2^\circ$

33 angles ont un écart compris entre $0,3^\circ$ et $0,7^\circ$

40 angles ont un écart compris entre $0,8^\circ$ et $1,6^\circ$

41 angles ont un écart égal ou supérieur à $1,7^\circ$.

Le premier quartile correspond à peu près aux angles droits réels, dans la mesure où un écart de $0,1$ ou $0,2^\circ$ renvoie en fait à des différences de mesure de 1 ou 2 cm et où l'on doit par conséquent considérer qu'il s'agit d'un écart non significatif. On doit souligner que seize angles (10% du total) présentent un écart de $2,5^\circ$ ou plus, donc assez vigoureux. L'essentiel reste que 114 angles sur 160 manifestent un écart réel. D'où l'on peut conclure sans attendre que l'orthogonalité n'était pas une préoccupation prioritaire des constructeurs de ces églises.

Variation des irrégularités d'est en ouest

Cette irrégularité étant cernée globalement, on peut se demander si elle se manifeste identiquement dans toutes les parties des bâtiments ou non. L'examen en fonction de la position des angles le long de l'axe longitudinal (est-ouest) permet une observation singulièrement intéressante. Si, pour commencer, on compare les écarts médians, on trouve :

chœur est $0,5^\circ$

chœur ouest $0,75^\circ$

nef est $0,8^\circ$

nef ouest $1,0^\circ$

Autrement dit, l'irrégularité médiane double exactement d'un bout à l'autre des bâtiments, selon une progression à peu près régulière.

L'examen des quatre distributions montre immédiatement que cette répartition ne touche pas le décile supérieur : les écarts de $2,5^\circ$ ou plus sont répartis à peu près équitablement entre les quatre positions. Mais si l'on divise la population restante en trois groupes à peu près équivalents, on obtient :

⁸ Graham UPTON & Bernard FINGLETON, *Spatial Data Analysis by Example. Vol. 2 Categorical and Directional Data*, New-York, 1989, pp. 207-311 (« Circular Statistics »). En français, présentation rapide dans Charlotte CARCASSONNE, *Méthodes statistiques en numismatique*, Louvain-la-Neuve, 1987, pp. 45-53 et 73-74.

| | 0° - 0,3° | 0,4° - 1,0° | 1,1° - 2,4° | 2,5° et + |
|---------|-----------|-------------|-------------|-----------|
| chœur E | 16 | 13 | 7 | 4 |
| chœur W | 15 | 9 | 12 | 4 |
| nef E | 13 | 10 | 12 | 5 |
| nef W | 8 | 13 | 16 | 3 |
| total | 52 | 45 | 47 | 16 |

On observe aisément la décroissance régulière, d'est en ouest, des angles vraiment droits et la croissance non moins régulière des écarts significatifs, c'est-à-dire de ceux qui, sans traduire une véritable torsion du bâtiment, révèlent au moins une implantation approximative. A la lecture des graphiques des distributions, on est frappé par le caractère singulier du graphique correspondant aux deux angles de la façade : c'est le seul qui ait une allure de distribution normale, sans concentration particulière au centre.

Si la répartition des irrégularités est assez claire sur l'axe est-ouest, les différences entre nord et sud sont beaucoup plus malaisées à interpréter. L'écart médian est légèrement plus élevé au nord qu'au sud (0,8° contre 0,6°), alors même que la somme des écarts est à peu près identique de part et d'autre. La différence (0,2°) est à la limite de significativité : il faut attendre l'étude d'un autre corpus pour trancher.

Deux parallélismes privilégiés

Dans un second temps, on peut regrouper les angles par paires d'angles adjacents. On obtient ainsi, au prix d'un calcul élémentaire, une mesure du parallélisme des côtés opposés d'un quadrilatère : si la somme de deux angles adjacents est égale à 180°, les deux côtés non communs sont parallèles ; sinon, ils sont convergents, et l'angle qu'ils forment est égal à la valeur absolue de la différence entre la somme de ces deux angles et 180°. On obtient ainsi quatre distributions, correspondant à chacun des deux axes des deux quadrilatères. Le tableau suivant résume les observations :

| | 0 - 0,1° | 0,2° - 1,0° | 1° - 6° |
|---------------|----------|-------------|---------|
| chœur, axe NS | 5 | 14 | 1 |
| chœur, axe EW | 2 | 12 | 6 |
| nef, axe NS | 2 | 10 | 8 |
| nef, axe EW | 6 | 12 | 2 |
| total | 15 | 48 | 17 |

Si l'on reprend les mêmes seuils que pour les écarts angulaires (0 à 0,3° d'une part, plus de 2,4° d'autre part), on trouve que 28 paires sur 80 peuvent être considérées comme parallèles (35%) et que seules 3 paires forment un angle de plus de 2,4° (4%). Il apparaît donc en toute clarté que le soin apporté au parallélisme était bien supérieur à celui touchant l'orthogonalité puisque, pour les angles, les pourcentages correspondant aux mêmes écarts étaient de 29% et 10%.

Mais ce soin apporté au parallélisme était lui aussi très inégalement réparti : on aperçoit immédiatement deux situations opposées : sous le clocher, les murs N-S, c'est-à-dire l'arc ouvrant sur l'abside et le grand arc, sont à peu près parallèles tandis que les deux murs latéraux (E-W) flottent sensiblement ; dans la nef au contraire, les deux murs E-W, c'est-à-dire les deux murs gouttereaux, ne s'écartent guère de l'axe longitudinal, tandis que le mur de façade et le grand arc convergent avec une fréquence notable. L'attention la plus forte touchait donc les deux arcs soutenant le clocher, arcs qui constituaient en fait la partie la plus difficile à mettre en œuvre de ces édifices ; presque aussi soigné, le parallélisme des murs gouttereaux qui soutenaient la charpente de la nef, le cas échéant la voûte. Les deux autres paires étaient traitées avec une attention nettement moindre, et c'est seulement dans ces deux dernières situations qu'on rencontre quelques cas de convergence marquée. Ce sont d'ailleurs ces valeurs extrêmes qui produisent des différences de moyenne considérables.

Ces observations montrent que les deux axes « sensibles » n'étaient pas dans le prolongement l'un de l'autre, mais perpendiculaires. On a déjà noté la forte approximation de

l'orthogonalité. Il nous reste à terminer cette rapide visite angulaire par un examen de la position relative des axes longitudinaux (E-W) des deux quadrilatères. Les observateurs attentifs savent que ces deux axes sont fréquemment non colinéaires, et une littérature ancienne a quelque peu fantasmé sur cet objet. Nous devons ici commencer par examiner la distribution angulaire.

L'angle formé par ces deux axes peut être calculé de diverses manières, plus ou moins exactes ; en pratique, les diverses procédures donnent des résultats à peu près identiques. La méthode la plus simple, qui consiste à se contenter des quatre angles situés de part et d'autre du grand arc, est tout à fait suffisante.

L'examen de la distribution est édifiant. L'écart n'est insignifiant ($0 - 0,2^\circ$) que dans 4 cas sur 19 (soit 21%, contre 29% pour les angles des quadrilatères et 35% pour les parallélismes) ; dans 8 cas l'axe du chœur part vers le nord, dans 7 cas vers le sud, et les écarts sont importants dans les deux sens ; la médiane des écarts en valeur absolue est de $1,2^\circ$, alors que pour le groupe d'angles le moins soigné (la façade occidentale) cette médiane est à $1,0^\circ$; 5 écarts sont supérieurs à $2,5^\circ$ (26%).

Cette observation amène à tirer deux conclusions :

1. la distribution peut être considérée comme symétrique : la différence d'effectifs entre valeurs positives et négatives est strictement insignifiante. Que les valeurs négatives soient un peu plus fortes est sans doute à mettre en relation avec les irrégularités un peu plus fortes des angles de la face septentrionale des édifices. L'enquête devra donc être poursuivie mais, jusqu'à plus ample informé, on considérera qu'il s'agit d'une irrégularité non orientée ;
2. ces écarts sont de même ordre de grandeur que ceux qu'on observe dans les angles des quadrilatères, en particulier dans la nef. On ne peut pas considérer que cette distribution appartienne à une autre famille. Mais on ne peut pas non plus ne pas être frappé par l'importance notable des écarts. Alors que les parallélismes faisaient apparaître des efforts de régularité par rapport aux angles, l'écart entre les deux axes fait au contraire apparaître un net relâchement. On a suggéré que, pour les constructeurs, la relation était sans doute plutôt une relation de perpendicularité que de colinéarité ; et l'on a dit que que l'orthogonalité n'était manifestement pas une préoccupation majeure des bâtisseurs. S'agissant des quadrilatères, cette insouciance était sans doute en partie compensée par l'attention aux parallélismes. Mais s'agissant au contraire de la simple juxtaposition de deux quadrilatères conçus comme perpendiculaires, il n'existait aucune relation compensatrice, et l'on se retrouve ainsi avec les fortes irrégularités qu'on vient de voir. Ce qui amène en définitive à proposer de rejeter purement et simplement la notion ancienne de « brisure de l'axe » au profit de celle d'« orthogonalité approximative de deux axes perpendiculaires ».

Première vue d'ensemble sur les structures

L'examen global des liens entre toutes ces irrégularités se heurte à une série de difficultés. Celles-ci tiennent d'abord aux caractères proprement statistiques des populations : les effectifs sont modestes, et la précision de chaque chiffre, limitée. La compensation de l'un par l'autre n'est que partielle (et non assurée). En second lieu, on doit rappeler encore une fois que ces distributions ne sont pas des distributions de Laplace-Gauss, ce qui rend problématique l'usage des outils les plus courants. Enfin, et surtout, l'analyse a permis de conclure que ces écarts n'avaient pas tous la même signification : même s'il s'agit partout d'écarts angulaires, les calculs de corrélation, par exemple, portent sur des séries en partie non équivalentes. S'agissant d'ailleurs des corrélations, on doit bien entendu préférer le coefficient de corrélation des rangs (dit de Spearman) qui permet de contourner l'obstacle lié à la forme des distributions.

Pour les deux groupes de quadrilatères, les coefficients de Spearman confirment les observations antérieures : sous le clocher, les meilleures corrélations sont entre les deux angles sud ($0,78$) et les deux angles nord ($0,69$)⁹ ; dans la nef, entre les deux angles orientaux ($0,82$) et les deux angles occidentaux ($0,67$)¹⁰ ; ce qui traduit parfaitement le choix privilégié des deux axes perpendiculaires.

⁹ contre $0,52, 0,36, 0,66, 0,54$.

¹⁰ contre $0,39, 0,53, 0,59, 0,64$.

On remarque que les corrélations entre angles d'un même quadrilatère sont bien plus fortes qu'entre les angles des deux quadrilatères : c'est une observation triviale, puisqu'aussi bien les angles d'un même quadrilatère sont liés par construction, on ne peut donc en tirer aucune conclusion. S'agissant de la relation entre les axes E-W des deux quadrilatères (« brisure »), on note que l'écart est principalement lié aux angles orientaux de la nef : nord-est (0,93) et sud-est (0,75), bien plus qu'à ceux de la partie sous le clocher : nord ouest (0,44) et sud-ouest (0,54). Cette fameuse « brisure » est donc beaucoup plus liée aux irrégularités de la nef qu'à celles de la partie sous le clocher.

Cependant les corrélations les plus intéressantes concernent les écarts au parallélisme des côtés opposés des quadrilatères : il existe une corrélation non négligeable (0,52) entre les écarts touchant l'axe N-S sous le clocher et E-W dans la nef, alors que les cinq autres coefficients ne sont pas significatifs¹¹. Cette observation renforce sensiblement les conclusions précédentes, car elle ne peut s'expliquer que si l'on admet que le parallélisme le long de ces deux axes était bien l'objet d'un soin particulier, qu'on retrouve donc, le plus souvent, simultanément dans les deux quadrilatères (d'où la corrélation), alors que les deux autres axes, laissés à l'improvisation, varient de manière aléatoire et indépendante.

Enfin, il apparaît que les corrélations entre la « brisure » et les quatre écarts au parallélisme, toutes assez modestes, ne sont cependant pas réparties dans le désordre : 0,18 et 0,24 avec l'axe N-S du chœur et E-W de la nef, contre 0,37 et 0,27 pour les deux autres axes. Autrement dit, la corrélation est moins mauvaise avec les deux axes « négligés » qu'avec les deux axes « soignés ».

L'ensemble forme donc un tout assez cohérent, qui s'articule pour l'essentiel autour de deux relations : des écarts à l'orthogonalité qui augmentent régulièrement d'est en ouest et, surtout, une distinction forte entre un souci marqué de parallélisme des murs le long de deux axes perpendiculaires (N-S sous le clocher, E-W dans la nef) et une relative indifférence pour tout le reste.



La considération des angles étant ainsi, provisoirement, épuisée, nous devons passer à l'analyse des dimensions, pour tenter de découvrir les unités de longueur qui furent utilisées au moment des constructions.

Principes pour l'examen métrologique des bâtiments médiévaux

L'on a déjà exposé l'ampleur des incertitudes qui pèsent sur ces dimensions. Rappelons brièvement les conclusions auxquelles nous sommes parvenu à l'issue de l'examen métrologique d'une série d'édifices datant pour la plupart des XI^e-XIII^e siècles¹².

Trois principes élémentaires ont fait leurs preuves :

1. les lignes significatives correspondent à la surface interne des murs, ou à des lignes intérieures équivalentes, c'est-à-dire correspondant à des surfaces faisant face au centre, ou à l'axe, des bâtiments ;
2. des calculs arithmétiques simples doivent permettre de retrouver un nombre entier du même module pour définir toutes les dimensions importantes ;
3. l'analyse proprement métrologique doit commencer après la détermination empirique de ce module, et non avant.

¹¹ 0,31, 0,27 -0,02, 0,20, 0,32.

¹² « Édifices médiévaux, métrologie, organisation de l'espace. A propos de la cathédrale de Beauvais », *Annales ESC*, 1992, pp. 87-106. « Notes métrologiques sur Saint-Bénigne de Dijon et Saint-Pierre de Genève (XI^e - XIII^e siècles) » in Monique JANNET & Christian SAPIN (éds), *Guillaume de Volpiano et l'architecture des rotondes*, Dijon, 1996, pp. 151-166. « Observations métrologiques sur l'abbatiale Saint-Philibert de Tournus » in Jacques THIRION (éd.), *Saint-Philibert de Tournus. Histoire, archéologie, art*, Tournus, 1996, pp. 205-214.

L'application de ces principes constitue en fait une méthode d'analyse métrologique simple des grands bâtiments. Tous les essais ont été concluants.

Deux recherches touchant la mesure des parcelles ont apporté des éclairages complémentaires. D'un côté¹³, l'examen de plus de cent quarante parcelles mesurées décrites dans le cartulaire de Saint-Vincent de Mâcon pour la période 900-1060 permet d'affirmer que la pratique ordinaire de mensuration consistait à établir une mesure en long et une mesure en large, la longueur apparaissant comme l'axe de la parcelle, tandis que la largeur est prise pour le côté ou la face (*frons*), et donne éventuellement lieu à une mesure à chaque extrémité, si besoin est.

D'un autre côté¹⁴, le plus ancien manuel connu d'arpentage, celui de Bertrand Boysset (Arles, début du XV^e siècle), en dépit de l'écart chronologique, corrobore nettement cette conclusion : la longueur est d'abord mesurée selon un axe qui joint le milieu des deux petits côtés, puis un axe secondaire est déterminé, perpendiculairement au milieu du précédent, et à son tour mesuré. On retrouve ainsi, très explicitement, la notion d'axe médian, et de non-symétrie du traitement des deux axes.

Ces diverses études correspondent de très près à ce que nous avons découvert en analysant les écarts angulaires des églises mâconnaises, et étaient largement l'idée du désintérêt pour l'orthogonalité¹⁵.

Les tentatives pour appliquer aux petites églises les règles applicables aux plus grandes se heurtent à une série de difficultés, qui résultent en particulier de la taille plus limitée, du soin plus faible, sans doute aussi de la moindre normalité des outils de mesure des constructeurs. Au total, les segments à analyser sont bien moins nombreux et beaucoup plus incertains. Par exemple :

- dans le sens de la longueur, il n'est guère douteux qu'il faille distinguer plusieurs espaces accolés ; mais où faire passer exactement les limites ?
- dans le cas où un mur est couvert d'arcatures (nef ou abside), doit-on considérer la surface des saillants ou les rentrants ?

Pour toutes ces raisons, l'analyse a été longue et pénible, ponctuée d'innombrables retours en arrière et reprises à zéro.

Prédominance du pied romain

Il est peu à peu apparu que la grande majorité de ces bâtiments avaient très probablement été construits à l'aide du pied romain « classique » de 29,57 cm¹⁶. Ce petit module permet d'obtenir des chiffres ronds sur la plupart des segments avec des écarts acceptables. A partir de cette constatation, tous les plans ont été réexaminés pour vérifier la possibilité de les interpréter à l'aide d'un pied pour lequel on estimait pouvoir tolérer un flottement de l'ordre de 1%, soit en pratique [29,3 - 29,8 cm].

Finalement, seize édifices peuvent être considérés comme appartenant à cette catégorie. Pour un autre, la coudée (5/3 de pied) est apparue comme la meilleure hypothèse. Quatre enfin ont résisté, et paraissent receler trois autres pieds : Sancé et Burgy 30,4 cm ; Varennes-lès-Mâcon 31,1 cm ; Saint-Julien-sur-Veyle 31,9 cm. On note immédiatement que ces quatre bâtiments sont tous situés au sud-est de la zone, dans la vallée de la Saône.

¹³ « L'évolution du parcellaire en Mâconnais, env. 900 - env. 1060 », à paraître.

¹⁴ « Remarques sur l'arpentage selon Bertrand Boysset (Arles, vers 1400-1410) » in Elisabeth MORNET (éd.), *Campagnes médiévales. Etudes offertes à Robert Fossier*, Paris, 1995, pp. 87-102.

¹⁵ Les travaux actuels sur l'histoire du paysage et des structures des parcellaires (Façois Favory et Gérard Chouquer notamment) mettent bien en lumière la remarquable opposition entre les systèmes orthogonaux de l'Antiquité et les formes radioconcentriques médiévales. Il ne paraît guère discutable que cette opposition renvoie à un niveau profond d'organisation de tout le système social, d'où l'on conclut sans appel que le dédain médiéval de l'orthogonalité n'était pas une question technique.

¹⁶ Oswald A. W. DILKE, *Les arpenteurs de la Rome antique*, Sophia Antipolis, 1995, pp. 89-92 (original anglais de 1971). L'auteur rappelle qu'il existait deux autres pieds, à 29,73 cm et 29,42 cm : variété mal discernable d'un certain flottement...

L'examen du tableau général n'appelle que peu d'observations d'ensemble :

☞ la longueur de l'abside, qui correspond le plus souvent à son rayon, est en général un nombre impair (seize fois sur vingt et une), et le chiffre 7 est particulièrement présent : onze fois.

☞ toutes les largeurs sont des chiffres pairs ; dans une minorité de cas, l'incertitude est telle que le chiffre est plus plausible qu'assuré, mais la tendance est de toute manière très nette.

☞ l'appartenance des deux arcs sous le clocher n'est pas aisée à trancher de manière indiscutable. On peut dire cependant que le grand arc ne semble pas appartenir à la nef, et que l'on ne voit pas non plus que les chiffres invitent à additionner l'arc oriental avec l'abside. Ainsi, la zone sous le clocher, entre l'abside d'un côté et la nef de l'autre, paraît constituer un bloc propre. Mais l'espace libre entre les deux arcs correspond cependant dans une majorité de cas à des chiffres qui ne sont pas là par hasard, comme 7, 10 et 12. De toute manière, cette tripartition des églises en long correspond directement aux conclusions tirées de l'examen des angles.

☞ la plupart des édifices n'ont pas plus de cinq dimensions indépendantes : rayon de l'abside, et longueur/largeur sous le clocher et dans la nef ; la différenciation de trois sous-parties sous le clocher est souvent plausible, mais pas strictement assurée ; un cas seulement où la longueur de l'abside est supérieure au rayon du demi-cercle.

☞ si, comme on l'a déjà signalé, aucun plan n'a été établi avec un module supérieur au pied, certains multiples semblent cependant mieux représentés que d'autres. C'est en particulier le cas de 4. Onze églises en font un usage notable, ou très notable. Parmi celles-ci, quatre laissent apparaître une utilisation, au moins partielle, d'un module plus long : 8 pour Avenas, Chardonnay et Massy, très probablement 12 pour Saint-Vincent-des-Prés. Un module isolé de 9 pieds semble possible à Ormes.

☞ on remarque, dans la plupart des colonnes du tableau, que certains chiffres reviennent fréquemment. Mais ces analogies tournent très rarement à la similitude entre bâtiments. On note pourtant un cas exceptionnel, sur lequel nous reviendrons, celui de la paire Vinzelles - Sancé. Pour le reste, il existe une analogie convenable entre le chœur de Charnay et celui de Saint-Etienne-sur-Reyssouze, moins nette entre le chœur de Saint-Martin-Belleroche et celui de Vinzelles, ou encore entre ceux de Lys et de Massy, ou les nefs de Granges et Germolles. En fait, même dans le détail, prévaut une extrême variété, obtenue avec une grande économie de moyens. Tout se passe comme si cette variété résultait d'une tendance structurale.

Revue de détail

Par rapport aux relations courantes que les analyses d'ensemble ont permis d'éclairer, chaque bâtiment offre diverses particularités. On ne peut se dispenser de les passer en revue.

AVENAS – L'église d'Avenas¹⁷ comporte un transept voûté, d'où, sans doute, la très grande épaisseur des murs et l'excellent parallélisme des murs N-S dans cette partie. Le quadrilatère sous le clocher, surmonté d'une coupole hémisphérique de 12 pieds de diamètre, bascule légèrement vers le sud (1,8°). La nef est construite autour d'un axe fortement décalé vers le sud (5,4°), et les murs gouttereaux sont d'un parallélisme moyen (écart 0,6°).

L'analyse des dimensions du chœur ne présente pas de grosse difficulté : 24 pieds E-W (6/3/12/3) et 32 pieds de large (10/12/10). Un module de 4 pieds est possible. La nef est bien moins claire : 15,26 - 15,04 m en long et 5,52 - 5,36 m en large. Il n'est pas impossible de supposer 52 sur 18 pieds romains (15,40 sur 5,33), mais on peut aussi admettre un pied de 30,4 cm et 50 pieds sur 18 (15,20 sur 5,47) qui paraît meilleur, ce qui indiquerait que la nef a été construite (ou plus vraisemblablement reconstruite) après l'édification du chœur. La plupart des dimensions sont des chiffres pairs.

¹⁷ Jean VIREY, *Les églises romanes de l'ancien diocèse de Mâcon*, Mâcon, 1934, pp. 72-76.

CHARDONNAY – Les proportions de ce bâtiment¹⁸ sont surprenantes : la nef a une taille dérisoire par rapport à l'abside et à la travée sous le clocher. L'abside a 8 pieds de rayon et la coupole sous le clocher est hémisphérique, de 16 pieds de diamètre. La régularité de cette partie est convenable. En revanche, la nef se présente comme un quadrilatère irrégulier, partant en pointe vers le sud-est. Surtout, ses dimensions sont étranges, 20 pieds de large sur 37 de long. En ajoutant les trois pieds du grand arc, on obtient 20 pieds sur 40, ce qui est beaucoup plus plausible et invite à se demander pourquoi, dans cet édifice, la limite semble passer à l'est du grand arc et non à l'ouest comme c'est le cas ordinairement. La longueur totale de 72 pieds semble correspondre à l'usage général dans cette église d'un module de 8 pieds, ce qui semble contradictoire avec l'idée d'une reprise. De toute manière, on ne peut se dispenser de réfléchir à la disproportion : peut-être a-t-on reconstruit chœur et abside, sans avoir ensuite les moyens de reconstruire également la nef ; mais on peut aussi imaginer qu'après avoir édifié un ensemble abside-chœur important, on ait été réduit, faute de moyens, à édifier une nef particulièrement modeste.

CHARNAY – L'orthogonalité quasi parfaite des deux quadrilatères de base est le trait le plus remarquable de cette église¹⁹. Les murs sont très épais, et la nef en berceau brisé, sans doubleaux : peut-être faut-il voir une relation entre cette voûte très large et les parallélismes sans faute. Les incertitudes surgissent sur les largeurs : abside trop large (445 observés contre 417 attendus), partie sous le clocher trop étroite (576 cm observés contre 594 attendus).

DONZY-LE-NATIONAL – Les deux quadrilatères principaux de Donzy-le-National sont assez réguliers²⁰. La seule irrégularité notable se situe au niveau de la façade, légèrement de biais. Mais les dimensions manifestent diverses bizarreries. L'abside a un grand rayon de 9 pieds, ce qui est inusuel dans des bâtiments de cette taille. La longueur de la nef est surprenante, 47 pieds. Tout se passe comme si les 72 pieds de la longueur totale avaient été d'abord répartis entre 24 pieds pour l'abside et le chœur, et 48 pieds pour la nef, ce qui donnerait en long 9/15/48 (ou éventuellement 9/13/50), et en large 18-20-28. Deux hypothèses : soit une reprise plus ou moins mal conçue, soit une erreur au moment de la construction (tout à fait envisageable).

GERMOLLES – Le plan de l'église de Germolles²¹ est surtout marqué par la discordance entre les deux axes E-W : plus de 4° de divergence. La partie sous le clocher, de plan carré et supportant une coupole hémisphérique de 14 pieds de diamètre, est très régulière : seulement 0,3° d'écart d'orientation des murs N-S, deux diagonales égales. Les murs gouttereaux de la nef sont eux aussi quasi parallèles (0,2°). Tous les murs sont très épais, ce qui explique sans doute une perte en largeur sensible : abside et grand arc de 330 cm (355 attendus), dessous du clocher de 392 cm (413 attendus), nef de 630 cm (650 attendus), soit à peu près 20 cm de déficit sur toutes les largeurs. Les mesures en longueur posent moins de problèmes : 586 cm pour le chœur (590 attendus), 1260 pour la nef (1245 attendus). La plupart des dimensions sont des chiffres pairs.

GRANGES – La base du clocher a manifestement été installée dans la partie orientale de la nef²². De cette manière, les deux arcs qui soutiennent le clocher à l'est et à l'ouest sont particulièrement étroits (175 cm à l'est) et coupent pour ainsi dire l'église en deux. Les parallélismes principaux sont très convenables (0,2° dans les deux cas). Mais les murs N et S de la travée de chœur convergent fortement (6,1°) et la nef forme un parallélogramme basculé vers le sud (2° environ), d'où un écart de 3,5° entre les deux axes. Les dimensions sont assez voisines de ce qu'on attend, à

¹⁸ J. VIREY, *Les églises*, p. 132.

¹⁹ J. VIREY, *Les églises*, pp. 145-149.

²⁰ J. VIREY, *Les églises*, pp. 281-284. Anne-Marie et Raymond OURSEL, *Canton de Cluny*, 2, Mâcon, 1988, pp. 69-72.

²¹ J. VIREY, *Les églises*, pp. 300-301. Anne-Marie et Raymond OURSEL, *Canton de Tramayes*, Mâcon, 1974, pp. 36-38.

²² Marcel et Christiane DICKSON, *Les églises romanes de l'ancien diocèse de Chalon*, Mâcon, 1935, pp. 167-170.

l'exception de la travée de chœur qui accuse un gros déficit, lié à son implantation très irrégulière.

LYS - L'exécution²³ de l'abside et du chœur est médiocre (parallélisme N-S : 0,3°). La nef est franchement irrégulière. Sous le clocher, la petite coupole a 7 pieds de diamètre. Dans l'ensemble, le pied utilisé paraît faible, de l'ordre de 29,2 cm sinon même moins. On observe un net déficit sur toutes les largeurs, ainsi qu'un décalage de 20 cm de la limite entre le chœur et la nef. Un module de 4 pieds n'est pas impossible : 20/44 en longueur, 16 en largeur.

MASSY - L'abside et le chœur sont à peu près réguliers, la nef est constituée par un parallélogramme fortement basculé vers le sud²⁴. L'exécution est assez approximative, mais les chiffres sont cependant assez clairs : sous le clocher, un rectangle de 8 pieds sur 16, la nef formée par un parallélogramme de 24 pieds sur 48 (périmètre 144 pieds). La présence d'un module de 8 pieds saute aux yeux (environ 231 cm dans la nef au lieu de 236 attendus).

MAZILLE - L'abside et le chœur de l'église de Mazille²⁵ sont de taille relativement importante, si importante que les constructeurs ont préféré édifier le clocher sous forme d'une tour accolée au sud à la travée centrale. Les chiffres sont tous assez courants et forment une structure équilibrée, mais l'exécution est partout médiocre, sauf pour les parallélismes principaux (0,2° et 0°). Les deux quadrilatères de base sont des parallélogrammes. Toutes les dimensions sont des chiffres pairs.

ORMES - L'église d'Ormes²⁶ se caractérise par une forte irrégularité angulaire : c'est la seule qui donne des résultats inverses des résultats habituels ; sous le clocher, écart de 0,6° E-W, mais 1,7° N-S ; dans la nef, 1,3° N-S et 1,9° E-W. L'extrémité orientale de l'église est difficile à examiner. On a la nette impression que l'abside, le clocher et l'arc oriental sous le clocher ont été reconstruits, peut-être récemment : il n'est pas plausible que l'abside hémicirculaire ait eu d'origine un diamètre (5,70 m) supérieur à la largeur de la travée sous clocher (5,37 m). La nef paraît avoir 26 pieds sur 63. La longueur sous le clocher (5,20) correspond à 18 pieds. On admettra donc pour l'abside, jusqu'à plus ample informé, un rayon de 9 pieds (2,66 m et non 2,85). Cela correspondrait d'ailleurs bien avec la notable présence de multiples de 9 (63 pieds, 18 deux fois).

UGY - Cette église²⁷ est, de tout le corpus examiné, la plus orthogonale : aucun écart ne dépasse 0,1°, ce qui en pratique signifie que tous les angles sont des angles droits, situation vraiment exceptionnelle. La voûte en berceau brisé est aussi d'une belle apparence, comme d'ailleurs tout l'édifice, d'une exécution particulièrement soignée. Mais l'analyse des dimensions révèle de sérieuses difficultés. Abside et travée sous clocher ont une longueur de 6,22 m, soit 21 pieds. Mais la nef, avec 11,20 m correspond apparemment à 38 pieds, ce qui semble curieux vu la nette division de cette nef en trois travées marquées par deux doubleaux, et qui donne une longueur totale de 59 pieds, qui n'est guère plausible. Peut-on envisager une autre unité de mesure ? Une demi-coudée de 10 pouces (24,8 cm) donnerait des chiffres intéressants en longueur (10/15/45) mais moins en largeur (20-22-26, avec des écarts sensibles). Sauf si la poursuite de l'enquête faisait apparaître l'emploi d'un tel module dans d'autres édifices, il semble plus simple de s'en tenir à l'hypothèse d'une erreur d'implantation, qui pourrait par exemple s'expliquer par une mauvaise largeur des doubleaux, 2,5 pieds au lieu de 3 : dans ce cas, la nef aurait eu 39 pieds et l'édifice 60 pieds de long. Une telle erreur d'implantation contraste avec le soin de l'exécution pratique.

²³ J. VIREY, *Les églises*, pp. 318-319.

²⁴ J. VIREY, *Les églises*, pp. 334-339. Anne-Marie et Raymond OURSEL, *Canton de Cluny*, 2, Mâcon, 1988, pp. 111-121.

²⁵ J. VIREY, *Les églises*, pp. 340-344. Anne-Marie et Raymond OURSEL, *Canton de Cluny*, 5, Mâcon, 1992, pp. 70-77.

²⁶ M. & C. DICKSON, *Les églises*, pp. 218-220.

²⁷ J. VIREY, *Les églises*, pp. 347-349.

SAINTE-ÉTIENNE-SUR-REYSSOUZE – Abside et chœur sont d'une grande régularité²⁸, tant du point de vue des angles que des dimensions. La croisée est surmontée d'une coupole ovoïde de 12 pieds sur 16. La nef a la forme d'un grand parallélogramme, qui penche au sud (1,3° - 38 cm d'écart entre les deux diagonales). La longueur (56 pieds) vaut deux fois la largeur (28 pieds). Un module de 4 pieds est bien représenté : 4/12/4/56 en longueur, 20 et 28 en largeur. Les dimensions du chœur correspondent de près à un pied de 29,5 cm. La nef en revanche paraît un peu surdimensionnée : 16,82 m en longueur, pour 16,58 attendus, 8,42 m largeur pour 8,29 attendus. Un pied de 30,0 n'est guère plausible, on peut soupçonner un module mal établi de 120 cm (au lieu de 118,4).

SAINTE-LAURENT DE TOURNUS – La chapelle Saint-Laurent²⁹ est un édifice curieux à bien des égards. La partie sous le clocher est fort étroite, 8 pieds, et l'abside à chevet plat est complètement basculée vers le sud. Le plus intéressant est la position de la ligne qui sépare la nef du chœur. Dans le plan actuel, la nef a 9,25 m et le chœur total 4,28 m, soit 13,53 m en tout. Cela correspond à 46 pieds, qu'il paraît plausible de répartir 5/9/32, d'où une nef de 9,41 m : on est donc amené à supposer que le mur oriental de la nef a été renforcé d'un placage d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur, sans doute à l'occasion de la mise en place d'un grand décor peint (fin XII^e ou début XIII^e). La nef est donc constituée par un rectangle assez régulier, de cent pieds de périmètre.

SAINTE-MARTIN-BELLEROUCHE – L'analyse de ce plan est doublement délicate³⁰. D'abord parce que la nef a été détruite au XIX^e siècle, et parce que le clocher a été manifestement construit en discordance par rapport à la structure d'origine. Un arc épais a été installé au milieu de ce qui était sans doute prévu pour servir de « quadrilatère sous le clocher », de manière à permettre la construction d'un clocher fin, élevé au-dessus d'une petite voûte d'arêtes. Ainsi, on est passé (sur l'axe E-W) d'une répartition initiale 7 (abside)/2/13/3 à une succession baroque 7/2/4/3/6/3. Le parallélisme selon l'axe N-S est bon. Le plan cadastral de 1822 (antérieur à la démolition de la nef) fait apparaître une nef longue (sans doute plus de 18 m) précédée d'un porche et accostée d'une chapelle latérale au milieu du flanc sud. Il n'est pas interdit de supposer pour cette nef une longueur de 60 pieds (env. 1770 cm), ce qui renforcerait l'analogie avec Vinzelles (et Sancé).

SAINTE-VINCENT-DES-PRÉS – Par ses dimensions, la petite église de Saint-Vincent³¹ apparaît comme l'une des plus clairement construites : un rectangle de 24 pieds de large sur 48 de long (périmètre 144 pieds), à quoi s'accolé une abside de 12 pieds, ce qui porte la longueur totale à 60 pieds. La perche de 12 pieds saute aux yeux : 5 perches en long sur 2 en large. La division du rectangle en trois nefs s'opère simplement 7/10/7. Ce grand module et cette élégance de structure autorisent à supposer une véritable conception architecturale, en dépit de la taille modeste de l'édifice. La réalisation en revanche manifeste une notable incertitude : la largeur passe de 703 cm à l'ouest à 734 cm à l'est. Le clocher surmonte une coupole hémisphérique de 10 pieds de diamètre, mais les piliers sont disposés sur des axes transversaux qui ne sont pas perpendiculaires à l'axe longitudinal et les trois travées ont toutes une longueur (est-ouest) différente.

VINZELLES – La configuration du chœur est convenable³² ; la travée sous le clocher, surmontée d'une coupole ovoïde de 12 pieds sur 16, est à peu près orthogonale. La nef est plus incertaine : elle s'évase vers l'ouest (+24 cm, convergence 0,8°). La façade n'est pas vraiment perpendiculaire à l'axe E-W. Les quatre fenêtres qui éclairent la nef la divisent en cinq segments de 12 pieds, mais il est difficile de repérer un module ailleurs.

²⁸ *Richesses touristiques et archéologiques du canton de Pont-de-Vaux*, Bourg-en-Bresse, 1985, pp. 148-151.

²⁹ M. & C. DICKSON, *Les églises*, pp. 311-313.

³⁰ Cette église n'est décrite nulle part...

³¹ J. VIREY, *Les églises*, pp. 416-421. Anne-Marie et Raymond OURSEL, *Canton de Cluny, 3*, Mâcon, 1989, pp. 9-15.

³² J. VIREY, *Les églises*, pp. 467-470.

