

Évaluation et mesure des bâtiments. L'exemple de la Provence médiévale

Philippe Bernardi et Jean-Marc Mignon



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/histoiresmesure/137>

DOI : 10.4000/histoiresmesure.137

ISSN : 1957-7745

Éditeur

Éditions de l'EHESS

Édition imprimée

Date de publication : 2 septembre 2001

Pagination : 309-343

ISBN : 2-222-96714-7

ISSN : 0982-1783

Référence électronique

Philippe Bernardi et Jean-Marc Mignon, « Évaluation et mesure des bâtiments. L'exemple de la Provence médiévale », *Histoire & mesure* [En ligne], XVI - 3/4 | 2001, mis en ligne le 08 décembre 2005, consulté le 03 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/histoiresmesure/137> ; DOI : 10.4000/histoiresmesure.137

Ce document a été généré automatiquement le 3 mai 2019.

© Éditions de l'EHESS

Évaluation et mesure des bâtiments. L'exemple de la Provence médiévale

Philippe Bernardi et Jean-Marc Mignon

« Le 30 avril 1357 — par relation de sieur Raymond Guitbaud et de Rostan Berc, à cela députés par la Chambre apostolique — il a été fait compte avec Jean de Castellione, habitant d'Avignon, du cannage de 2 130 cannes et 7 palmes de murs et d'édifices construits par maître Jean de Louvres dans le palais d'Avignon, d'où il ressort qu'on lui doit 12 florins, la moitié à verser par la Chambre apostolique et l'autre par ledit maître Jean, et j'ai payé, pour la part due par la Chambre : 6 florins »¹.

- 1 Ce passage des comptes de la Chambre apostolique concernant l'une des dernières grandes campagnes de construction du Palais des Papes d'Avignon illustre tout à la fois la richesse et les limites de l'information que les documents d'ordre économique ou juridique nous permettent de recueillir en matière de mesurage (ou cannage²), pour la fin du Moyen Âge. Richesse, tout d'abord, car cette phase déterminante fait souvent l'objet de mentions au moment du paiement des travaux, ou du « mesureur »³ — c'est le cas ici —, mais aussi lors de l'établissement même du contrat ou prix-fait. Les limites de nos sources tiennent quant à elles, d'une part, au caractère strictement technique de cette opération dont les comptables et les notaires se contentent le plus souvent d'indiquer le résultat, et, d'autre part, à ce que l'on pourrait appeler la « banalisation » de méthodes de calcul largement admises, sur lesquelles on ne juge pas nécessaire de revenir. Ce paradoxe fait que nous sommes confrontés à une pratique bien attestée dont le détail, le mode opératoire, nous échappe en grande partie.
- 2 Ainsi, dans le cas de cette quittance nous savons que le cannage a été exécuté par un expert indépendant, Jean de Castellione, rémunéré pour moitié par chacune des parties. On serait néanmoins bien en peine de dire à quoi correspondent les 2 130 cannes et 7 palmes évalués. Il s'agit, nous dit-on, de cannes de murs et d'édifices [*cannis parietum et edificiorum*]. Que recouvre cette appellation d'« édifices » ? Un autre registre de compte contient quelques précisions sur ce point. À la même date, il est effectivement fait mention du « compte de Jean de Castellione, habitant d'Avignon, au sujet du cannage de l'œuvre nouveau du palais (...) :

Et premièrement 902 cannes et 7 palmes de gros murs ;
 Item 689 cannes et 6 palmes de voûtes ;
 Item 63 cannes 7 palmes d'escaliers en vis ;
 Item 248 cannes et 4 palmes de cloisons ou murs de refends ;
 Item 45 cannes et 5 palmes de piliers ou contreforts ;
 Item 16 cannes et 4 palmes d'escalier (droits ?) ;
 Item 46 cannes et 2 palmes de tourelles ou petites tours
 Item 56 cannes pour 7 cheminées ;
 Item 61 cannes et 4 palmes de mâchicoulis ou créneaux.
 Somme totale 2 130 cannes et 7 palmes.

- 3 Lequel Jean est resté à mesurer pendant 18 jours et il a été ordonné par la Chambre qu'il reçoive 12 florins d'or desquels ladite Chambre devait payer la moitié et ledit maître Jean l'autre, et pour cette raison 6 florins lui ont été versés par la Chambre »⁴.
- 4 La date, le nom du mesureur et le total ne laissent pas de doutes : il s'agit bien là du détail de la quittance évoquée plus haut. Les « édifices » mentionnés sont donc des voûtes, escaliers, cloisons, cheminées et autres constructions aux formes diverses et complexes. Qu'est-ce alors qu'une canne d'escalier en vis ? Et, surtout, comment une canne d'escalier en vis peut-elle être équivalente à une canne de gros mur puisque, nous l'avons vu, l'ensemble peut être additionné pour donner une somme (2 130 cannes et 7 palmes) à laquelle fut sans doute appliqué un tarif de quelques florins à la canne afin d'évaluer le coût total du bâti⁵. Cette appellation unique ne recouvre-t-elle pas des réalités diverses, ce qui expliquerait que l'on ne parle pas alors de « canne carrée » [*canna cadrata*] comme cela arrive parfois dans ces mêmes comptes lorsqu'il est question uniquement de murs ou de dallages⁶, mais plus laconiquement de « canne » ?
- 5 Nous en trouvons confirmation dans un autre registre de la Chambre apostolique concernant, celui-ci, le mesurage, vers 1323-1324, d'une chapelle construite à Carpentras sur l'ancienne synagogue de la ville. Dans l'évaluation faite alors par maître Deodatus, il est, en effet, compté « dans la voûte de la chapelle qui est à une extrémité [*in capite*], comptant deux cannes pour trois, il y a 6 cannes et demie carrées et 4 palmes simples »⁷. Aux cannes carrées « réelles » — correspondant, par exemple, à une surface de mur construite — viennent s'adjoindre des cannes carrées « abstraites » ou « de compte » qui n'ont qu'une « réalité » comptable, telles ces 3 cannes carrées de voûte comptées pour 2 « mesurées ».
- 6 Les totaux exprimés dans nos sources ne se présentent donc pas avec la claire évidence arithmétique que paraît recouvrir leur expression chiffrée, et notre connaissance de la valeur précise de la canne s'avère passablement inutile si l'on ne sait de quelle manière on est passé des dimensions de l'œuvre à la mesure finalement couchée sur le papier. Application de coefficients, utilisation de la longueur dans certains cas et de la surface dans d'autres... les modalités de calcul peuvent avoir été multiples et leur restitution s'avère impérative pour l'utilisation des données fournies par les textes.
- 7 Il n'est pas nécessaire de s'attarder sur l'intérêt archéologique que peut recouvrir la possibilité d'interpréter le plus justement possible les cannages exprimés. Au-delà d'une quelconque restitution monographique, l'enjeu majeur d'une meilleure compréhension des modes d'évaluation du bâti réside, d'une part, dans une approche plus fine des pratiques économiques du secteur du bâtiment, et, d'autre part, dans la mise en évidence d'une des manières (partagée par les comptables mais aussi par les maçons et les commanditaires eux-mêmes) d'envisager l'architecture au Moyen Âge.

8 Les sources écrites et les bâtiments étudiés dans le cadre des recherches que nous menons en Provence occidentale⁸ nous ont paru pouvoir apporter des éléments d'appréhension des usages en vigueur dans cette région aux XIV^e-XVI^e siècles. Ils offraient, dans quelques cas, la possibilité de rapprocher les mesures exprimées du bâti conservé, nous permettant par là de vérifier certaines des hypothèses auxquelles le caractère souvent laconique des mentions retrouvées nous réduit à plusieurs reprises. Loin de dresser un tableau complet de « l'art de mesurer les maçonneries en Provence à la fin du Moyen Âge », la présente étude ne prétend proposer qu'une première approche d'un problème — celui du mode de mesurage des bâtiments — dont le traitement complet demanderait l'intervention d'une équipe aux compétences plus larges que les nôtres. Nous nous en tiendrons, en effet, aux questions de mesurage (ou cannage) entendues dans le sens de l'évaluation des structures, sans aborder le problème de l'expression des dimensions des ouvrages (longueur, hauteur, largeur, diamètre...). Il nous a paru, en revanche, important de ne pas limiter les investigations au domaine de l'architecture monumentale et, si nous avons concentré notre attention sur la maçonnerie, les objets considérés couvrent la quasi totalité de ce secteur d'activité : du Palais des Papes à la construction rurale en terre et moellons.

9 Nous envisagerons, dans un premier temps, les raisons du cannage et les moyens employés pour le mener à bien, avant de nous pencher sur les manières de mesurer, ou principes de mesure. Enfin, nous tâcherons, à partir d'exemples précis — dont celui de l'église Saint-Didier d'Avignon — de voir comment ces principes ont pu être mis en application.

1. Raisons et moyens du mesurage

10 En dehors des comptes, les mentions de mesurage se retrouvent principalement dans deux types d'actes : les prix-faits et les expertises. Elles sont toujours liées au paiement des travaux. La relation est claire dans les comptes puisqu'il s'agit généralement de rémunérer untel pour la construction de tant de cannes de mur, voûte escalier... à raison de tant de florins par canne. Le paiement effectué par la Chambre apostolique au maçon Jean Crivadelli le premier août 1352 en offre un exemple parmi d'autres :

« Le premier jour du mois d'août, Jean Crivadelli, maçon, a rendu compte de 41 cannes de piliers faits par lui dans l'écurie (*palafrenaria*) de notre seigneur le pape, à la porte Aurose, et ayant, des fondations à l'étage, 4 palmes (environ 1 m) de large : tant pour les pierres, la chaux et le sable que pour la façon, 164 florins ».⁹

11 Les expertises, on l'a vu, peuvent être intégrées à des comptes. Elles se retrouvent de fait dans de nombreux types de sources (délibérations communales, compromis notariés, ...). Lorsqu'elles comportent un cannage, ce dernier vient justifier l'évaluation du travail effectué : c'est parce qu'il apparaît que le maçon a fait tant de cannes carrées de muraille en moins ou en plus que les experts estiment que le commanditaire doit verser telle somme en plus ou en moins du forfait initialement prévu. La procédure est exposée simplement dans un compromis du 24 avril 1504 portant sur un bâtiment rural [*bastida*] édifié au Puy-Sainte-Réparate (Bouches-du-Rhône) :

« Et premièrement parce que nous pouvons constater de nos yeux que ledit maître Mathieu Just (le maçon) a élevé les murs de la chambre (*cambra*) plus haut qu'il n'y était tenu, de l'équivalent de deux cannes carrées, sachant, par notre présente sentence arbitrale, nous déclarons et ordonnons que ledit Jacques de la Roca (le commanditaire) soit tenu de donner audit maître Mathieu, pour le prix desdites 2 cannes carrées, considéré qu'elles sont en haut et plus pénibles à exécuter que si elles étaient basses, 1 florin et 8 gros ».¹⁰

- 12 Dans les prix-faits ou contrats de construction, la référence au cannage intervient au moment de la fixation du tarif des prestations, quand celui-ci n'est pas masqué par un prix forfaitaire. Il est alors fait mention, par exemple, d'un prix « à la canne carrée » — qui implique un mesurage de l'œuvre — parfois accompagné de précisions sur la manière de procéder. C'est ce qui arrive le 17 juillet 1486, lorsque le seigneur de Châteauneuf-le-Rouge, un village des environs d'Aix, passe contrat pour se faire construire une maison, notant dans la convention en provençal que le notaire recopie fidèlement :
- « Item il est convenu que je lui donne pour l'ouvrage susdit 7 gros par canne, mesurant (l'ouvrage) tant plein que vide ».¹¹
- 13 Nous reviendrons sur ce « tant plein que vide », contentons-nous de noter pour le moment que, d'après les sources dont nous disposons, le cannage servait à évaluer le coût d'un bâti. Il est probable que ce type de calcul eut d'autres usages — estimer de manière prévisionnelle, par exemple, le volume de pierre nécessaire à un chantier, ou simplement chercher comme Philibert De L'Orme dans Rome à « *cognoistre* » des bâtiments¹² — mais nous n'en avons retrouvé aucune trace dans nos sources. Les données recueillies ont une finalité économique dont il faut tenir compte dans leur analyse car leur expression, de ce fait, relève plus d'une logique de marché, d'échange, que des mathématiques pures.
- 14 La personnalité des « mesureurs » n'est, de ce point de vue, pas sans intérêt. Sur nombre de chantiers modestes et, surtout, sans problèmes, il est vraisemblable que le cannage ait été effectué par l'artisan lui-même. C'est ce que l'on peut déduire de la quittance du premier août 1352, mentionnée plus haut et la plupart des contrats de construction se contentent, en effet, de noter que l'on « mesurera », non que l'on « fera mesurer ». Il n'en va néanmoins pas toujours ainsi, certaines conventions stipulant que les travaux, une fois achevés, seront à mesurer « par des hommes et des maîtres experts en cela » [*per viros et magistros in talibus expertos*]¹³. La forme prise par le règlement de divers litiges montre que le recours à des tierces personnes s'avère, en revanche, indispensable quand des problèmes surviennent. Les experts interviennent généralement quand le commanditaire conteste la somme demandée par le maçon ; ils reprennent alors le contrat initial puis se rendent sur place pour « visiter et palper, canner ou mesurer »¹⁴. Sur certains grands chantiers, dont ceux de la papauté avignonnaise — est-ce dû à l'importance des sommes en jeu ? —, le recours à des mesureurs semble plus systématique¹⁵.
- 15 Quand le maçon ne procède pas lui-même au mesurage de ses travaux, qui s'en charge ? Les chantiers pontificaux nous livrent une liste de personnages à qui ces opérations se trouvent confiées. Il s'agit, par exemple, de maîtres Dieudonné Arnaud, Pons Rubei, et Raymond Meseri, puis, à nouveau, de Dieudonné Arnaud, Rostan Rayberti, et Raymond Meseri, en 1322¹⁶, de Jean de Louvres et Pierre Gauthier, en 1346¹⁷. Ces hommes sont tous des constructeurs (maçons ou charpentiers) qui occupent des places importantes sur les chantiers pontificaux : le maçon Pons Rubei intervient à de nombreuses reprises pendant le règne de Jean XXII comme chef d'équipe et il se trouve chargé, en août 1318, de recruter des maîtres dans le Comtat venaissin¹⁸ ; il en va de même pour le maçon Dieudonné Arnaud ou pour les charpentiers Rostan Rayberti et Pierre Gauthier — ce dernier étant, de plus, sergent d'arme du pape — ; quant au charpentier Raymond Meseri et au lapicide Jean de Louvres, ils furent l'un et l'autre maîtres des œuvres du pape¹⁹. Nous nous trouvons donc en présence de personnages de premier plan, maîtres d'œuvre, entrepreneurs ou à tout le moins chefs d'équipes. Ces caractéristiques se retrouvent chez les mesureurs que nous voyons intervenir dans les compromis passés devant notaire aux

siècles suivants : maîtres maçons, charpentiers ou plâtriers aguerris, « hommes probes », comme l'exige leur fonction d'experts.

- 16 Si la personnalité de Jean de Castillione nous échappe, c'est peut-être qu'il n'appartenait pas vraiment à ce milieu du bâtiment. Le traité d'arpentage de l'Arlésien Bertrand Boysset, composé quelques décennies plus tard, évoque à plusieurs reprises la possibilité pour l'arpenteur (*destrador*) d'être amené à mesurer des bâtiments [*Item destrador entent si venies en luoc que per gens fosas requist de destrat o de quanar la crota...*]²⁰. Il est possible, comme le suggère A. Guerreau, que l'on ait eu recours à des professionnels de la mesure « lorsque se présentaient des difficultés particulières d'évaluation »²¹. Ce recrutement peut également traduire une certaine méfiance du commanditaire à l'égard de la neutralité ou impartialité des collègues du constructeur²².
- 17 Jean de Castillione reçut 12 florins pour les 18 jours passés à mesurer, soit l'équivalent de 16 sous par jour ou quatre fois le salaire quotidien d'un maçon ou d'un charpentier sur le même chantier. Mais procéda-t-il seul ? Il est permis d'en douter s'agissant de canner des tours de près de 40 m de haut. Les indications d'émoluments d'experts retrouvées pour la construction courante sont peu exploitables en l'absence de précision sur la durée du travail.
- 18 Examinons enfin les moyens utilisés pour mener ces opérations. Il nous faut, ici, recourir au traité de Bertrand Boysset, seul document provençal à nous donner quelques éléments sur « l'outillage » du mesureur : une règle, un couteau, une équerre, de la corde, de la ficelle...²³. Les explications fournies par cet arpenteur pour le mesurage de la circonférence d'une tour, donnent l'occasion d'observer les gestes du technicien : après avoir fait avec une ficelle (*filh*) le tour de la maçonnerie, « va l'étendre en un lieu plan et, une fois étendue, prend ton destre ou ta canne et mesure sa longueur » [*vay lestendre en 1 luoc plan et estendut que laias tu pren ton destre o ta quana e mesura quant aura de lonc*]²⁴. La règle mentionnée est, ici, le destre ou la canne mais l'emploi général du verbe « *cannar* » laisse entendre que l'on se servait plutôt d'une règle de près de 2 m, ou canne. Les bâtisseurs, comme le montrent les inventaires retrouvés, disposaient cependant d'un échantillonnage plus large de règles dont ils purent jouer en fonction des structures à mesurer. Règles [*regula*] et réglottes [*reglon*], en sapin ou noyer, ont de 3 palmes (environ 0,75 m) à 3 cannes (environ 7 m) ; un même artisan peut en posséder près d'une quinzaine²⁵.
- 19 Cordes et ficelles pouvaient être utilisées là où les règles s'avéraient d'un emploi délicat (grandes hauteurs, courbes...). Le couteau planté dans le sol permettait, lorsque l'arpenteur avait à reporter plusieurs fois sa règle, de matérialiser l'endroit atteint par la mesure précédente. Son emploi fut, sans doute, réduit en ce qui concerne les maçonneries ; peut-être, eut-on recours à un marquage mieux adapté à ce support rigide : simples traces peintes, signes gravés dans la pierre... C'est du moins ainsi que furent indiquées les limites du cannage à faire, en 1344, sur la tour de Trouillas, au Palais des Papes ; le texte du compte précisant : « jusqu'à un signe (*signum*) apposé ce jour aux quatre angles de la tour, à l'intérieur et à l'extérieur »²⁶. Il faut également ajouter à l'énumération faite par Boysset, les échelles, dont use, par exemple, Philibert De L'Orme²⁷, ainsi que le compas, dont Villard de Honnecourt montre l'utilité pour « prendre la grosseur d'une colonne que l'on ne voit pas toute entière »²⁸. Villard de Honnecourt propose également l'emploi d'une équerre triangulaire pour « prendre la hauteur d'une tour » suivant un procédé fort simple²⁹. Les moyens, on le voit, sont multiples et relativement aisés à mettre en œuvre.

20 Venons-en à présent au cannage lui-même et aux manières de mesurer.

2. Principes de cannage

21 Le cannage sert, d'après nos sources, à évaluer le coût final des constructions par l'application d'un barème de tant de gros ou de florins par unité de mesure retenue. L'expression du prix, parce qu'elle précise l'unité de mesure utilisée, se présente comme une source de renseignements majeure pour notre appréhension des manières de mesurer. C'est par là que nous essaierons de saisir les pratiques en vigueur dans la Provence de la fin du Moyen Âge.

22 Les textes³⁰ — abstraction faite des paiements forfaitaires, à la tâche ou à la journée, qui n'intéressent pas notre propos — font habituellement référence à des coûts « à la canne carrée » ou, plus largement, « à la canne ». Nous adopterons cette division dans notre présentation, séparant les estimations à la surface de celles faites à la longueur, même si — nous l'avons vu — l'appellation employée ne correspond pas toujours à la nature de la mesure évoquée.

Cannage des surfaces

23 La mention d'une somme fixe à verser par canne carrée renvoie au schéma simple du mur dont il suffit de calculer la surface pour connaître la valeur. C'est, de fait, le principe adopté pour évaluer non seulement les structures planes (murs, cloisons, sols, couvertures) mais également certaines maçonneries courbes telles que les voûtes ou, l'exemple fourni par Bertrand Boysset le prouve, les parois d'une tour ronde. Nous envisagerons ces deux catégories séparément.

Les structures planes

24 Ce sont, *a priori*, les structures les plus faciles à évaluer ; la surface étant calculable par multiplication. Nous en rencontrons de nombreux exemples sur lesquels il ne paraît pas nécessaire de s'attarder. L'opération se complique quand, par exemple, la construction n'est pas homogène. Il en va ainsi des murs qui, des fondations au sommet, présentent plusieurs retraits, voire l'utilisation successive de divers matériaux (avec la superposition de maçonneries liées au mortier de chaux, puis au plâtre par exemple). Plusieurs solutions ont été adoptées pour résoudre ce problème :

- On a pu, en premier lieu, individualiser les diverses parties, ou opérations, assignant à chacune un prix différent. Les exemples en sont multiples. Nous nous contenterons d'évoquer celui de la façade d'une maison à construire, en 1444, dans le centre d'Aix, composée d'un mur en moellons liés au mortier de chaux, en rez-de-chaussée, estimé à 25 gros par canne, sur lequel est posé un mur de plâtre d'un palme et deux doigts (environ 30 cm) d'épaisseur, évalué à 12 gros par canne³¹.
- La seconde possibilité, couramment employée, consiste au contraire à considérer la structure comme homogène, voire à regrouper plusieurs types de constructions pour leur assigner un même prix. C'est le cas dans le texte de 1444 mentionné ci-dessus où planchers, cloisons et escaliers doivent être payés 10 gros la canne. Mais cette pratique est plus complexe et mérite que l'on s'y arrête un moment.

25 Dans ce comptage disons « globalisant » entrent parfois des éléments très différents. Gardons l'exemple du mur que l'on peut étendre à toutes les constructions de ce type. Ce mur, nous l'avons vu, peut être composé d'une superposition de maçonneries de nature et d'épaisseur diverses : des éléments fonctionnels (baies, corbeaux...) ou décoratifs (cordon, statues...) peuvent y prendre place. Comment procédait-on face à cette variété ?

- 26 Une des pratiques relevées, la plus simple en apparence, consistait à adopter un prix unique, sans doute moyen, et à mesurer la structure comme s'il s'agissait d'une construction homogène. Cela vaut pour les murs de nature et d'épaisseur différentes comme en 1488, lorsque le maçon Hugonin Rive demande 20 gros par canne carrée « desdits murs tant de plâtre qu'à mortier de chaux et de sable »³² pour la réalisation d'une façade présentant, comme celle de 1444, la superposition d'un mur de 2 palmes (env. 50 cm) d'épaisseur, à mortier de chaux, et d'un autre d'un palme deux doigts (env. 30 cm), en plâtre. Les comparaisons sont toujours délicates mais notons qu'il semble bien s'agir ici d'une moyenne entre les 25 gros par canne carrée du mur à la chaux et les 12 gros du mur de plâtre donnés en 1444. Quant aux baies et autres éléments prenant place dans ou sur les murs, nous les trouvons quelquefois, bien sûr, comptés à part mais aussi fondus dans un mesurage réalisé « tant plein que vide », selon une expression fréquemment employée dans les textes médiévaux. Le procédé est clairement exposé dans un prix-fait de 1474 où le notaire écrit que « les fenêtres et portes sont à faire en pierre 'vilaine' et doivent être mesurées et incluses dans le cannage des murs comme s'ils étaient pleins » [*ac si erunt plene*]³³.
- 27 Le soin particulier à apporter à la façon de la baie est donc compensé par le comptage de la réalisation, non exécutée, de la partie de mur qu'il aurait fallu faire pour couvrir la surface laissée vide par l'ouverture de la porte ou de la fenêtre. Le marché est équitable quand le matériau employé pour les baies se rapproche (par son coût et son travail) de celui du mur mais tout change si le commanditaire décide de faire faire des fenêtres en pierre de taille dans une façade en moellons. Si les baies sont comptées à la pièce ou à la journée, il va de soi que le maçon ne doit pas compter le vide dans sa mesure. C'est le cas envisagé par un contrat de 1502 qui précise : « que si François (le maçon) fait la porte de ladite bastide, dans ce cas ledit maître François peut le mesurer et s'il ne la fait pas que ledit sieur Antoine de Gardanne doit lui décompter le vide »³⁴.
- 28 On peut, dans le même ordre d'idée, s'interroger sur les murs pignons : les considérait-on comme des rectangles ou évaluait-on la surface du triangle formé ? Si l'on accepte de voir dans les penous ou penas, mentionnés par Boyssset dans son traité (chapitre 34), les parois³⁵ qui ferment les extrémités d'une cave, il apparaît que pour l'arpenteur ces murs, adoptant la forme arrondie de la voûte, doivent se mesurer comme des triangles, en multipliant leur hauteur par la moitié de leur base (ou largeur de la voûte)³⁶. Reculant devant le calcul complexe de la surface d'un segment de cercle (l'exemple donné par Boyssset est celui d'un berceau surbaissé), les mesureurs sous-estiment la quantité de maçonnerie représentée par les penas. Nous verrons que, dans la construction des pignons de façade, il semble que l'on ait parfois adopté un principe différent, choisissant de sur-estimer ces constructions en les traitant comme des rectangles.
- 29 Le gommage de la diversité, des ruptures, l'homogénéisation, dépasse le cas des seules baies. La construction d'une demeure dans la campagne aixoise, en 1521, le montre puisqu'il est alors projeté de soutenir les murs du bâtiment par des contreforts [*ancolas*] : « lesquels contreforts se mesureront comme la muraille »³⁷.
- 30 À l'application d'un prix « moyen » les mesureurs ont parfois préféré l'utilisation d'un coefficient permettant de convertir les cannes carrées de fondations en cannes carrées de mur et de ne plus avoir qu'un seul type de cannes payable au même prix unitaire. Le prix-fait d'une auberge aux Pennes, dans la région marseillaise, en 1504, y fait explicitement référence. Commanditaire et maçons conviennent alors que la construction des murs de 2 palmes et demie et 2 palmes (env. 60 et 50 cm) sera payée 10 gros par canne carrée

« entendant et comptant la canne de fondations de 4 palmes d'épaisseur (env. 1 m), une canne pour deux dans le compte »³⁸. Pour chaque canne mesurée il faudra donc en inscrire deux sur le procès-verbal de cannage. Nous verrons que cette pratique dépasse largement le cadre des seules structures planes. Il est important, toutefois, de souligner que, pour ces maçonneries, les rapports ne sont pas fixés une bonne fois pour toutes. Nous avons, ici, un cas de figure un peu différent de celui observable, notamment, dans la fourniture des pierres où la valeur d'un type de bloc par rapport à un autre se trouve strictement établie par un document officiel³⁹. Le principe de calcul est le même, mais le ratio semble arrêté au coup par coup, adapté aux dimensions variables des ouvrages. Il serait vain, dès lors, de recenser systématiquement des rapports dont la valeur s'avère circonstancielle.

Les maçonneries courbes

- 31 Là encore, les solutions adoptées sont multiples. La surface peut être réelle, c'est-à-dire prise à même la structure envisagée, ou estimée, c'est-à-dire évaluée à partir d'une autre mesure. Le traité d'arpentage de Bertrand Boysset présente successivement les deux manières de faire.
- 32 — Mesure de la surface
- 33 Pour calculer la surface de maçonnerie à payer lors de l'édification d'une tour ronde l'arpenteur arlésien propose, *grosso modo*, d'en mesurer le périmètre à l'aide d'une ficelle, puis de multiplier cette longueur par la hauteur du bâtiment [*per quada quana o destre tu conta tantos destres o quanas o tantos palms con auras atrobat en la longuesa del filh*]. L'astuce révélée par Boysset porte sur le fait qu'il ne faut pas prendre le périmètre extérieur, trop important, ou intérieur, trop faible, mais que l'on doit placer la cordelette en position médiane, au centre de l'épaisseur du mur [*per mieg de lespes del mur de la tore*], ce qui peut sans doute être pratiqué en partie sommitale, avant la pose de la couverture⁴⁰. Pour répondre à la question posée, pour se plier à l'usage de payer les maçonneries à la surface et non au volume, les mesureurs ont donc adopté une mesure moyenne (ni intérieure, ni extérieure) apte à satisfaire les deux parties.
- 34 — Évaluation de la surface
- 35 Dans le chapitre qu'il consacre à la façon de mesurer une « cave longue et large à un bout et étroite à l'autre... », Bertrand Boysset explique « arpenteur, quand tu voudras mesurer une voûte, mesure de la même manière que tu mesurerais une terre ou un pré mais compte pour deux cannes ou deux destres trois, comme il est déclaré ci-dessus » [*Item destrador quant volras destrax o quanar ia crota destra la per la forma o per la maniera que destraries ia terra o i prat mas en pero estay avisat que contes per II canas o per II destres III con desus es declarat*]. Le système adopté n'est pas sans rappeler celui évoqué dans le prix-fait de l'auberge des Pennes, en 1504, mais, contrairement à ce que nous avons souligné pour les « structures planes », l'adoption d'un coefficient de trois pour deux est d'un usage très large dans le calcul de la surface des voûtes.
- 36 Quelques textes retrouvés pour Avignon ou Carpentras permettent de mieux comprendre l'évaluation proposée. Le plus explicite est le prix-fait de l'église Saint-Didier d'Avignon, daté de 1356, dans lequel il est précisé : « toutes les voûtes seront mesurées et comptées 2 cannes pour 3 cannes et pour ces 2 cannes du chevet il sera compté 3 cannes aux lapicides selon le prix »⁴¹. Il s'agit alors de multiplier chaque canne carrée trouvée en plan par un coefficient de 1,5 pour obtenir une évaluation de la surface de l'intrados de la voûte. Ce choix est confirmé par une quittance de compte du Palais des Papes dans

laquelle il est noté que Pierre Audibert et ses associés ont touché⁴², pour 11 cannes et 3 palmes de voûte sur croisée d'ogives, à raison de 1 florin 1/3 par canne et à 2 cannes pour 3 : 22 florins 8 gros, soit 1,5 fois 11,375 (11 cannes 3 palmes) multiplié par 1 florin 1/3.

- 37 Ce ratio de 1,5 ou 3/2 semble basé sur le calcul de la surface interne d'une voûte en plein cintre — soit d'un demi-cylindre — égale à πRH , c'est-à-dire 3,14 multiplié par le rayon du cylindre et par la longueur de ce dernier. Or, la surface au sol de cette voûte en plein cintre est égale à sa largeur multipliée par sa longueur, soit 2 fois le rayon du cylindre par sa longueur ($2RH$). Au prix d'une légère approximation (de 3,14 à 3), la surface de la voûte peut donc s'exprimer par 3/2 de $2RH$, soit 3/2 de la surface au sol. Tel quel, le coefficient donné est, dans le cas d'une voûte en plein cintre, au désavantage du constructeur qui, pour une salle de 10 m sur 10 m par exemple, fera 314 m² de voûte et ne sera payé que pour 300 m².
- 38 Deux nuances sont toutefois à apporter à ce jugement : d'une part, cette « perte » peut être rattrapée par une majoration du prix unitaire ; d'autre part, rien n'indique que ce système de calcul n'ait été appliqué qu'à des berceaux en plein cintre, et, dans le cas de berceaux surbaissés, les rapports s'inversent. Nous rencontrons, en effet, ce mode de calcul, au Palais des Papes comme à l'église Saint-Didier, utilisé pour des voûtes sur croisée d'ogives⁴³, sans que soit mentionné un quelconque paiement pour les nervures⁴⁴. On peut s'étonner de cette pratique qui, du point de vue économique au moins, paraît assimiler la voûte sur croisée d'ogives à un berceau en plein cintre, mais nos sources ne permettent pas de dépasser le stade des interrogations.
- 39 Ce mode de calcul fut-il abandonné à partir du xv^e siècle ? C'est peu probable mais les mentions retrouvées sont pour la plupart datées du xiv^e siècle, la plus récente se situant dans la première décennie du siècle suivant.
- 40 Le procédé du coefficient des 3/2 permet, à partir de la mesure d'une surface plane, d'évaluer une surface courbe. Son résultat est assez proche de la réalité, dans le cas d'un berceau en plein cintre ou légèrement surbaissé ; il se révèle beaucoup plus approximatif ou conventionnel en ce qui concerne les autres types de voûtes. Ce recours à l'abstraction se confirme avec des évaluations limitées, comme pour les murs, à l'application d'un prix « moyen » sur une mesure uniforme du bâti. C'est du moins ce qu'il nous semble pouvoir déduire du contrat de construction d'une cave du château de Rousset, village proche d'Aix, pour laquelle il est convenu, en 1550, de payer « 15 soulx par canne carrée de la dite muraille et la crote [cave] se mesurera de la longueur et de la largeur plate sans mesurer la voultre de ladite crote et le mestre aura per sadite facture comme dict est 15 soulx pour canne queyrado de touto canno »⁴⁵. Nous en rencontrons d'autres exemples avec le cannage des arcs.
- 41 Le prix-fait de l'église Saint-Didier d'Avignon nous fournit, sur ce point, des renseignements tout à fait remarquables :
- « Item il a été convenu... que le vide du doubleau du chevet de ladite église et des chapelles serait compté et mesuré : ce vide pour du mur plan et qu'il serait compté aux maîtres lapicides, pour ce mur plan, ce que pour chaque canne il est noté ci-dessous ;
- Item il a été convenu... que les doubleaux de la grande nef de l'église seraient comptés et mesurés du chapiteau au sommet, à savoir le vide pour plan et qu'ils seraient comptés et mesurés comme du mur plan et qu'à ceux-ci (les maîtres lapicides) ce vide pour du mur plan serait aussi compté et payé, pour chaque canne suivant le prix inscrit ci-dessous ;

(...)

Item il a été convenu... que tous les doubleaux, du tailloir au sommet, et aussi les fenêtres, seraient comptés vide pour plan, et que pour le plan il serait perçu par ceux-ci, pour chaque canne, ce qu'il est dit ci-dessous ».⁴⁶

- 42 L'arc — ici le terme de doubleau « *doblellus* » peut avoir un sens plus large que celui que nous donnons actuellement à ce mot — n'est, dans ce cas, pas réellement mesuré mais converti en surface de mur. Pour simplifier le cannage, il est remplacé par un mur virtuel, sensé prendre place dans le vide laissé sous l'arc, dont la construction aurait un coût proche de celui de l'arc envisagé. La mesure passe donc, comme pour d'autres éléments déjà envisagés (baies, fondations...), par une étape intermédiaire, consistant, dans une opération proche du troc, à exprimer la valeur de l'arc par rapport à la valeur d'un autre ouvrage dont le prix unitaire sert de référence (ici la canne carrée de mur).
- 43 Suivant leur position ou le soin particulier apporté à leur confection, certains « doubleaux » valent plus que d'autres. Il n'y a donc pas de règle unique de conversion des arcs en mur. Le prix-fait de l'église Saint-Didier le montre qui, pour l'entrée du chœur et des chapelles, prévoit de compter toute l'ouverture (du sol au sommet de l'arc) comme pleine, alors que pour les autres arcs il n'est question de « murer » qu'une partie (des chapiteaux ou tailloirs à la clef). D'autres solutions peuvent encore être adoptées comme celle, par exemple, retenue par les Observantins pour leur couvent d'Aix, en 1505, consistant à ne compter que deux des quatre arcs à faire comme « pleins »⁴⁷.
- 44 Approximation, conversion, recours à des moyennes... les mesureurs avaient un arsenal de pratiques important pour leur faciliter, voire leur éviter, le cannage des surfaces maçonnées. Toutes les évaluations ne s'effectuaient cependant pas à partir de surfaces.
- Les cannages linéaires
- 45 La pratique qui consiste à évaluer une construction non plus à la surface mais à la canne linéaire se rencontre principalement pour les trois types d'ouvrages complexes que sont les caves voûtées, les escaliers en vis et les puits. Le prix des travaux est alors souvent exprimé de manière un peu laconique, en canne ; un texte de 1530 précise : « c'est-à-dire canne butavant, commençant du bout de ladite maison jusqu'à la rue »⁴⁸. Qu'entend-on par cette « *canne botavant* », « *bota avant* » ou « *butavant* », attestée au moins dès le milieu du xv^e siècle⁴⁹ ? Pour Mistral, le *buto-avans* est un propulseur et, si la définition ne correspond pas à ce que nous rencontrons, il faut garder sans doute en tête cette notion de déplacement, d'avancement (*butar* signifie pousser), comprise dans la formulation de 1531 (du bout... jusqu'à...)⁵⁰.
- 46 Un autre contrat, de 1517 celui-ci, fait allusion à la réalisation d'un escalier à vis d'un côté de 6 florins 3 gros par « canne botavant, mesurant ledit noyau de bas en haut » [*canna botavant, canando noellum peditum de alto in altum*]⁵¹. C'est donc le long du noyau de l'escalier que se prend la mesure, chaque canne botavant correspondant à une canne de hauteur. Nous retrouvons le même mode de cannage pour un puits, en 1525, qui doit être payé 10 florins « à partir du fond, pour chaque canne de profondeur, de botavant » [*a fundo putei supra pro qualibet canna profunditatis botavantis*]⁵². Il nous semble pouvoir en conclure que la canne botavant n'est autre qu'une canne linéaire ; les contractants optent alors pour un prix global, simplifié, qui n'est indexé que sur une des dimensions de l'ouvrage : hauteur, pour les escaliers à vis ; profondeur, pour les puits ; ou longueur, pour les caves.
- 47 Cette pratique est confirmée par divers contrats qui évoquent des paiements de caves « à la canne », précisant que « ces cannes ne seront comptées que de long en long de ladite

cave » [*talas canas non seran contadas sinon que de lonc en lonc de ladicha crota*], ou « mesurant le long du vide de la cave, par dehors, et ne comptant rien pour la largeur ou les piédroits » [*mesurant de lonc lo vuech per deforo de la croto et non contant ren la largeur ny las spallas*], alors que d'autres donnent, comme c'est le cas en 1519, un prix à la canne (20 florins), la longueur du bâtiment (5 cannes) et le total à payer (100 florins), ne laissant plus aucun doute⁵³. Il est à signaler que la longueur, pour une voûte, se compte (au moins dans certains cas) « y compris les bugets, ou murs situés aux deux extrémités »⁵⁴.

- 48 Le système de la canne botavant permet de réduire le cannage d'une structure complexe — la cave, par exemple, est constituée de piédroits, de voûte mais aussi d'escaliers d'accès, de soupiraux et de doubleaux — à la mesure d'une dimension à laquelle est appliqué un tarif moyen couvrant l'ensemble des prestations nécessaires à la réalisation de ladite structure. Il faut toutefois souligner que si le paiement se fait à la canne linéaire, le prix unitaire varie en fonction de paramètres (largeur, hauteur, nombre de baies, ...) qui interdisent l'application d'un barème unique.
- 49 Notons enfin que ce type de cannage n'est pas réservé aux caves, escalier à vis et puits, mais qu'il se retrouve également pour des murs, comme à Cucuron (Vaucluse) où, le 22 décembre 1535, il est prévu d'édifier une clôture à 2 gros² par canne de longueur « scilicet la mesurant de long en long et tantas cannos que tira de lonc provesit que ajo sinq palmes et mihoc de ault »⁵⁵. Il serait intéressant, sur une plus grande échelle, de voir si cette pratique, surtout attestée au XVI^e siècle, connut alors une quelconque expansion ou si nous ne devons ces mentions qu'au développement de la précision des sources notariales.
- 50 Les principes de cannage qui viennent d'être évoqués ne s'excluent pas les uns les autres ; telle partie d'un bâtiment peut être ainsi évaluée en cannes carrées, telle autre en cannes linéaires et une troisième à la journée ou pour un prix forfaitaire. Cette diversité se retrouve pour la plupart des types de construction (mur, voûte...), estimés à l'occasion suivant une méthode ou une autre, sans raison apparente. Les textes attestent d'une grande souplesse dans les modes de calcul et, plus que d'une manière de mesurer, il conviendrait, dans le cas qui nous occupe, de parler d'un ensemble de pratiques parallèles ou croisées, faisant pendant à la variété des solutions adoptées pour la réalisation même des ouvrages : avec ou sans matériaux ; avec ou sans transport ; avec ou sans logement, nourriture, étalement, outillage, personnel, exclusivité... Ces façons de faire peuvent subir quelques aménagements mineurs, de manière contractuelle, mais elles n'en apparaissent pas moins fondées sur des règles admises par tous. Les particuliers interviennent dans le choix de tel ou tel mode d'évaluation, ou de paiement, et, surtout, dans le tarif applicable à la mesure, pas dans la façon de mesurer.
- 51 Si des clefs nous sont données, les sources dont nous disposons n'évoquent les principes de cannage que de manière incidente, et partielle. Dans le traité de Bertrand Boysset même on chercherait en vain un exposé systématique des pratiques en vigueur à son époque ; l'arpenteur arlésien se contentant, pour le bâtiment, de n'aborder que quelques problèmes particuliers. De nombreuses interrogations demeurent alors sur la mise en œuvre des règles proposées et il nous a paru nécessaire, dans la dernière partie de ce travail, de nous arrêter sur des cas concrets afin d'examiner comment les principes énoncés purent être appliqués.

3. Quelques applications des principes de cannage

52 Il nous était impossible, faute de documentation, d'envisager tous les cas de figure ; les trois exemples retenus nous ont, en revanche, paru pouvoir éclairer des points particulièrement importants de la mesure des bâtiments : la question de la mesure des voûtes ; celle de la mesure des pignons et de la surface de maçonnerie des chœurs ; celle de l'organisation du cannage d'un bâtiment complexe.

La tour de Trouillas du Palais des Papes d'Avignon et la mesure des voûtes

53 Situé au nord-est du palais, cet édifice de 52 m de haut fut commencé sous le pontificat de Benoît XII (1334-1342) et achevé sous celui de son successeur, Clément VI (1342-1352). La tour, actuellement occupée par le silo des Archives départementales de Vaucluse, se composait de 6 niveaux surmontés d'un châtelet⁵⁶. Les trois niveaux inférieurs furent construits avant la mort de Benoît XII, le 25 avril 1342. Ils firent l'objet, en février 1344, d'un cannage dont le détail a été conservé dans un registre de comptes de la Chambre apostolique⁵⁷. Au plus bas, se trouve ce que l'on désigne actuellement comme la « cave basse » où se trouvent deux voûtes en berceau plein cintre, parallèles, séparées par un mur nord-sud. Le même schéma se répète au-dessus avec la « cave haute », mais l'étage suivant présente, lui, un ensemble de quatre voûtes sur croisées d'ogives reposant sur un pilier central.

54 Les mesures effectuées en 1344 nous donnent :

« Item il a été trouvé que pour les quatre caves de ladite tour il y avait 106 cannes, 6 palmes un quart, qui font, à raison de 21 gros par canne, à 12 gros par florin 186 florins, 10 gros, 9 deniers oboles.

(...)

Item, les voûtes faites par lesdits maîtres contiennent 63 cannes, 7 palmes², à raison de 21 gros par canne : 111 florins 21 sous, 3 deniers oboles.

Item des voûtains près des latrines, deux escaliers, un arc et un pilier qui soutient les 4 voûtes sur croisées d'ogives, ont été estimés par les maîtres jurés à 80 florins ».

55 Notons au passage, comme nous l'a amicalement fait remarquer Ph. Dautrey, que les comptables considèrent les palmes notés comme 1/8^e de canne, même lorsqu'il s'agit de cannes carrées et le payent en conséquence. Ainsi, les 6 palmes un quart des quatre caves de la tour sont considérés et payés comme 6 palmes² de canne carrée soit à 16 gros et 9 deniers oboles. S'agit-il d'une erreur de calcul, ou d'une manière particulière de comptabiliser les fractions de canne carrée ? Nous penchons pour la seconde solution car il est à noter que l'on ne rencontre pas, dans nos sources, de somme comportant plus de 8 palmes. À ce sujet, il faut se reporter à l'article de C. Pribetich Aznar. Revenons donc à la tour de Trouillas. Il semble possible d'assimiler les « quatre caves » [*iiiior crotis*] aux quatre voûtes en berceau des caves basses et hautes, et les « voûtes » [*volte*] aux voûtes sur croisées d'ogives du troisième niveau, ce que confirme le dernier paiement intéressant le pilier » quod sustinet *iiiior voltas* croseras ». Les mesures que nous avons pu prendre sur place nous donnent :

Cave basse	
Voûte ouest :	longueur de 10,6 m à 11,4 m ± 5 cm
	largeur 5,85 m ± 5 cm
	surface 64,35 m ² (de 63,5 à 65,19 m ²)

Voûte est :	longueur de 12,7 m à 13,6 m ± 5 cm
	largeur de 5,55 m à 5,85m ± 5 cm
	surface 74,95 m ² (de 74 à 75,9 m ²)
Cave haute	
Voûte ouest :	longueur de 10,6 m à 11,4 m ± 5 cm
	largeur 5,85 m ± 5cm
	surface 64,35 m ² (de 63,5 à 65,19 m ²)
Voûte est :	longueur de 13,3 m à 14 m ± 5 cm
	largeur de 5,5 m à 5,75 m ± 5 cm
	surface 76,92 m ² (de 75,82 à 77,75 m ²)
Surface totale :	280,575 m ² (de 276,8 ² à 284 m ²)

56 Si l'on admet une erreur minime de ± 5 cm par mesure (sans doute bien inférieure à la réalité) nous obtenons donc une surface totale, au sol, pour les premiers niveaux voûtés, de 276,8 à 284 m², soit d'environ 71 à 72,8 cannes carrées. Une fois appliqué le coefficient de 3/2 utilisé pour passer de la surface au sol à la surface de voûte, nous obtenons de un peu plus de 106 cannes à 109 cannes (peut-on encore parler de cannes carrées ?)⁵⁸, résultat fort proche des 106 cannes 6 palmes² annoncées dans le texte de 1344.

57 Venons-en à présent au niveau des croisées d'ogives :

Salle voûtée sur croisées d'ogives
 Longueur : de 12,5 à 12,8 m ± 5 cm
 Largeur : de 12,2 à 13,5 m ± 5 cm
 Surface : 162,55 m² (161,3 à 163,8 m²)

58 Le résultat obtenu oscille donc entre 161,3 m² et 163,8 m², soit entre 41,3 et 42 cannes², ce qui, après correction, nous donne de 62 à 63 cannes, contre 63 cannes 7 palmes², d'après le cannage de 1344. Il apparaît donc clairement que les maîtres jurés en charge du cannage ont évalué de la même manière les deux types de voûtes en présence (en berceau plein cintre et sur croisée d'ogives). Plus étonnant, le tarif appliqué à ces deux ouvrages — ne comprenant ici manifestement que la façon — est identique (21 gros par canne), la voûte sur croisée d'ogives n'étant globalement pas considérée comme une réalisation plus complexe à mettre en œuvre que le berceau. Sur ce chantier au moins, la taille des nervures semble avoir été une opération bien distincte de la confection de la voûte et la mention répétée d'achat d'« ogives » laisse à penser que les blocs étaient en quelque sorte préfabriqués en carrière. Le caractère « somptueux » — c'est le qualificatif employé par les textes eux-mêmes — de la voûte sur croisée d'ogives porterait plus sur son rendu esthétique et sur le coût de ses matériaux (taille comprise) que sur sa difficulté de réalisation.

La chapelle Notre-Dame et Saint-Jean de Carpentras et la mesure des murs pignons

- 59 À la suite de l'expulsion des juifs du Comtat venaissin, en 1322, Jean XXII fit convertir leur synagogue en une chapelle⁵⁹, aujourd'hui disparue. Les travaux, achevés dès 1323-1324, donnèrent lieu à un cannage qui distingue les ouvrages en pierre de taille [*de lapidibus sculptis et politis*] — soit essentiellement le chœur —, payés 4 livres 10 sous la canne carrée, de ceux de moellons [*lapidibus minutis ou non politis*] — c'est-à-dire la nef —, payés 50 sous. Le chœur, mesuré « *in rotundo cum spacio altariorum* » a une longueur — un périmètre — de 13 cannes et une hauteur de 5 cannes 4 palmes². De nombreux éléments (forme du chœur, épaisseur des maçonneries...) nous manquent pour tirer profit de ces indications, mais notons que pour la muraille du chevet, apparemment comptée vide pour plein (le vide des baies n'est pas défalqué), on procède de la même manière que pour celle d'une tour ronde ; en multipliant simplement le périmètre (pris au centre du mur ?) par la hauteur. Notons également que la hauteur donnée est celle de l'ensemble, y compris les fondations [*in altitudine cum fundamento*], payées au même prix que le mur qu'elles supportent.
- 60 Ce chœur, voûté, est précédé d'une nef, manifestement charpentée, dont la façade est constituée d'un mur pignon [*a parte introitus capelle (...) et in altitudine cum talpeno*]. Un autre pignon, surmonté du clocher, est mentionné avec le chœur [*Item talpeno in quo fuit edificatum cloquerium habet tres cannas cadratas*] ; il surmonte sans doute l'arc triomphal et ferme la nef de ce côté, suivant un schéma classique dans la Provence médiévale. La façade antérieure avait, selon le procès verbal de cannage : « 4 cannes de large et en hauteur, avec le pignon ou tympan, 6 cannes 3 palmes valant 25 cannes carrées » [*in longitudine quatuor cannas et in altitudine cum talpeno 6 cannarum et 3 palmorum valent 25 cannas cadratas cum dimidia*]. Pour ce calcul, le mesureur a procédé à la multiplication de la largeur par la hauteur, considérant le mur comme un rectangle, alors que sa partie supérieure avait très certainement une forme triangulaire⁶⁰. Le mesureur a procédé ici d'une manière différente de celle exposée par Bertrand Boysset pour l'évaluation des murs pignons [*penas*] des caves. On a alors manifestement choisi de considérer une fois de plus « le vide comme plein ». Dans ce cas, la surface évaluée est deux fois plus importante que la surface réelle. Il semble, alors, difficile d'invoquer uniquement la volonté de simplifier les calculs et l'on peut se demander si l'on a cherché à compenser par ce moyen une éventuelle difficulté de mise en œuvre ou le travail de couronnement indispensable de ces élévations.

L'église Saint-Didier d'Avignon et l'organisation du cannage

- 61 Le prix-fait de l'église Saint-Didier, d'un grand intérêt pour la clarté d'énoncé des méthodes de mesurage et de comptage des maçonneries (murs, voûtes, arcs, portes et fenêtres), nous renseigne aussi sur la manière dont les contemporains pouvaient décomposer un bâtiment en vue de l'évaluer. Une fois définies les grandes dimensions de l'église, le contrat présente 10 articles dont les 9 premiers traitent chacun d'un type d'ouvrage ou d'une partie du bâtiment. C'est sur ceux-ci que portera notre propos⁶¹ :
- « 1. En premier il a été stipulé et expressément convenu... que les coexécuteurs et procureurs devaient fournir et fourniraient.. sur place aux tailleurs de pierre toutes les pierres, la chaux et le sable dont ils auront besoin pour la construction ainsi que les cordages, les corbeilles, les bois pour les échafaudages et tout le matériel nécessaire. Les maîtres lapicides seront seulement tenus de faire tailler à leurs frais les pierres utiles pour la construction et d'élever l'édifice selon le plan dessiné. Ils feront aussi dresser à leurs frais les échafaudages nécessaires avec les bois fournis par les coexécuteurs et procureurs.
 2. Item les maîtres lapicides seront tenus de faire les fondations de l'édifice en pierre, de 7 à 8 palmes d'épaisseur jusqu'au niveau du sol et de 4 palmes environ au-

dessus, selon qu'il sera plus avantageux pour l'édifice et selon le conseil exprimé par maître Jaume Alasaud... ou tout autre expert en la matière.

3. Item il a été convenu... que le mur tout entier du chevet de l'église serait mesuré comme plan et pour du mur plan qu'il serait versé aux maîtres lapicides, pour chaque canne suivant le prix indiqué ci-dessous.

4. Item il a été convenu... que toutes les voûtes seraient mesurées et comptées 2 cannes pour 3 cannes et pour ces 2 cannes du chevet qu'il serait perçu l'équivalent de 3 cannes par ces maîtres lapicides suivant le prix convenu.

5. Item il a été convenu... que le vide du doubleau du chevet de ladite église et des chapelles serait compté et mesuré : ce vide pour du mur plan et qu'il serait compté aux maîtres lapicides, pour ce mur plan, ce que pour chaque canne il est noté ci-dessous.

6. Item il a été convenu... que les doubleaux de la grande nef de l'église seraient comptés et mesurés du chapiteau au sommet, à savoir le vide pour plan et qu'ils seraient comptés et mesurés comme du mur plan et qu'à ceux-ci (les maîtres lapicides) ce vide pour du mur plan serait aussi compté et payé, pour chaque canne suivant le prix inscrit ci-dessous.

7. Item il a été convenu... que toutes les voûtes dont on n'a pas compté le vide comme plan seraient mesurées et comptées 2 cannes pour 3 et que les 2 cannes seraient payées comme 3 aux lapicides...

8. Item il a été convenu... que tous les doubleaux, du tailloir au sommet, et aussi les fenêtres, seraient comptés vide pour plan, et que pour le plan il serait perçu par ceux-ci, pour chaque canne, ce qu'il est dit ci-dessous.

9. Item il a été convenu que les coexécuteurs feraient creuser à leurs frais les fondations nécessaires. »

- 62 L'article 1 fixe les obligations respectives des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre. On apprend ainsi que les commanditaires s'engagent à fournir les matériaux de construction (chaux, sable, pierre) et le matériel de chantier (cordages, corbeilles pour le transport, bois...), tandis que les maçons auront à leur charge l'ensemble de la taille de la pierre et l'édification des échafaudages. L'article 9 complète cette disposition, indiquant que la maîtrise d'ouvrage aura également à faire creuser les fondations. On peut s'étonner de sa place et du fait qu'il n'ait pas été intégré au premier.
- 63 L'article 2 fixe la largeur des fondations (7 à 8 palmes) et celle des murs (4 palmes), sans apporter d'informations sur la façon de mesurer et de compter les unes par rapport aux autres. Le rapport existant entre les deux parties (2/1) laisse toutefois supposer que l'on a simplement projeté de doubler, suivant une pratique attestée par ailleurs, le nombre de cannes carrées du soubassement pour tout exprimer dans la même « unité ». L'ordre suivi est celui d'exécution de l'ouvrage. Cet article est suivi d'un troisième où est indiquée la manière de canner le mur du chevet (les contreforts ne sont pas mentionnés, sont-ils considérés comme du mur ?) : vide comme plein. Les articles 2, 3, 5, 6 et 8 traitent tous de la façon de mesurer et de compter les éléments verticaux, premiers ouvrages à bâtir sur le chantier. Ils auraient dû être placés à la suite les uns des autres si l'ordre d'exécution avait strictement prévalu lors de la rédaction du contrat. L'article 4 vient cependant s'intercaler. Il évoque les voûtes du chevet, comptées — nous l'avons vu — 3 cannes pour 2. De fait, dès lors, la question du chœur est complètement réglée. Faut-il en déduire que cette partie de l'église devait être réalisée en priorité, ou que l'on a, symboliquement, traité en premier de ce qui se présente comme le sous-ensemble le plus important ? Si, dans l'église Saint-Didier, chevet et nef sont construits de façon identique, ce n'est pas le cas dans beaucoup d'églises, et l'on a peut-être reproduit ici un schéma largement répandu consistant à traiter les deux de manière quasi indépendante.

- 64 Les articles 5, 6 et 8 se penchent sur les modes d'évaluation des arcs et, plus généralement, de tous les percements ménagés dans les murs. Là encore, l'ordre suivi paraît hiérarchique. Il est d'abord question des arcs majeurs (arc triomphal et grandes arcades) intégralement comptés vide pour plein. Les doubleaux de la nef, cannés comme pleins depuis les chapiteaux jusqu'au sommet, sont évoqués ensuite. Enfin, l'article 8 règle le cas de tous les autres arcs, comptés vide pour plein depuis leur tailloir à la clef, et des fenêtres évaluées comme du mur.
- 65 Le septième article apparaît comme le pendant du quatrième, précisant que pour toutes les autres voûtes de l'édifice non comptées comme des arcs (soit vide pour plein) on appliquera un coefficient de $3/2$ sur la surface mesurée au sol.
- 66 Du chœur, nous passons donc à la nef et aux chapelles pour finir sur des articles (7 et 8) assez larges, qui cherchent à couvrir tous les ouvrages qui échapperaient aux classifications des paragraphes précédents (on pense notamment au clocher et à la sacristie, mentionnés dans les premières lignes du prix-fait). Il faut souligner l'efficacité de ce contrat qui en 7 articles (2 à 8) seulement permet d'indiquer comment seront mesurés et comptés tous les ouvrages que comporte le bâtiment. L'ordre de construction qui paraît organiser globalement le classement est perturbé par une hiérarchisation des parties de l'église : le chevet, la nef et les autres parties (chapelles latérales, sacristie, clocher).
- 67 La confrontation du texte avec le bâtiment, intégralement conservé, fait toutefois apparaître quelques zones d'ombre. Nous avons déjà vu que la manière de mesurer les fondations et les contreforts ne faisaient l'objet d'aucune mention. Il en va de même pour l'évaluation du mur est de la nef, large de 6 palmes, ou bien de ceux du clocher (d'une largeur supérieure à 4 palmes). Il est probable que l'on n'a pas jugé nécessaire alors de revenir sur un usage courant qui, malheureusement, nous échappe.
- 68 L'ordonnance du contrat s'accorde avec une conception qui, comme le montre le relevé de l'ensemble de la structure que nous avons réalisé, s'appuie sur un schéma directeur fort simple. Cette limpidité de conception est notamment lisible sur la coupe transversale du bâtiment, où la construction hors œuvre apparaît aussi haute que large (soit 11 cannes). Intérieurement, l'église est également aussi haute que large, chapelles latérales comprises (soit 10 cannes). Quant à la hauteur des bas-côtés, elle est égale à la moitié de la hauteur de la nef (5 cannes). La nef (6 cannes de large sur 10 cannes de haut) n'est rien d'autre qu'un carré de 6 cannes de côté surmonté de l'arc brisé en tiers-point des doubleaux, qui mesure 4 cannes de haut. Il semble toutefois qu'un ou plusieurs imprévus soient venus contrarier l'ordonnance du plan, dans le sens longitudinal. En effet, une canne et demie supplémentaire pour la longueur de la nef aurait permis de donner aux travées des dimensions plus régulières : longues de 6 cannes et larges de 2 cannes 5 palmes, elles échappent de peu à la proportion de 1 pour 2. Les dimensions du chœur (4 cannes et demie de côté), supérieures à ce qui avait été prévu dans le prix-fait sont peut-être à l'origine de cette contraction de la longueur de la nef. Une dernière confirmation de l'extrême simplification qui présida à la conception de l'église Saint-Didier se lit dans les mesures mêmes du bâtiment, dont la grande majorité s'exprime en nombre fini de cannes. Ce fait facilitait à la fois la communication du projet aux exécutants, le décompte final des constructions en vue de leur paiement, et l'évaluation préalable du coût de l'église.

- 69 Les quelques exemples présentés montrent que le cannage était une étape centrale du processus d'évaluation de bien des bâtiments en Provence à la fin du Moyen Âge. Ils attestent, dès le XIV^e siècle au moins, une pratique bien rôdée qui, de manière empirique ou non, repose sur un ensemble de règles spécifiques, largement admises, destinées à répondre aux problèmes les plus courants (surface d'une voûte, d'un pignon...). Cette *siensa*, pour reprendre le vocabulaire de Bertrand Boysset, est le fait de quelques spécialistes tels que Boysset et, peut-être, Jean de Castillione ; elle n'a toutefois pas encore été monopolisée par un corps de géomètres, de nombreux constructeurs — il est vrai parmi les plus importants — assumant conjointement les fonctions de bâtisseurs et d'experts.
- 70 La « science » du cannage se caractérise en premier lieu par le recours à un certain nombre de procédés conventionnels (coefficient de 3/2 ; vide pour plein...) destinés à limiter les prises de mesures et à faciliter les opérations. Ces astuces reposent pour beaucoup sur des approximations, mettant ainsi l'accent sur la prépondérance accordée à la simplicité des calculs — et de leur vérification — par rapport à une véritable rigueur mathématique. Faut-il invoquer des connaissances limitées en matière de géométrie ou d'arithmétique, ou plus prosaïquement — comme nous serions tentés de le penser — une adaptation des méthodes de mesure et, surtout, de leur coût, au but poursuivi : payer et recevoir un prix équitable ? Car le cannage ne se fait pas sans que soit versé, d'une manière ou d'une autre, un salaire aux experts.
- 71 Les techniques de compte employées se caractérisent également par la médiation d'un système d'évaluation mettant en œuvre des mécanismes de troc. La canne carrée de mur joue alors bien souvent le rôle d'étalon de mesure ; tous les types de maçonnerie (voûtes, fondations, baies...) pouvant être ramenés à une unité de mesure unique, évaluée à son tour en monnaie. Un bâtiment apparaît de ce fait comme un ensemble homogène pour lequel il n'est pas nécessaire de négocier ou fixer une multitude de prix puisqu'un seul suffit, par un jeu d'équivalences, à déterminer la valeur de chacune des composantes, ou presque, de l'édifice envisagé. Ce système, souvent attesté, n'est certes pas utilisé de manière systématique. Il est généralement lié à un paiement de la seule façon. A-t-il une origine comptable ou strictement technique⁶² ? Les textes rassemblés ne permettent pas d'en juger et il conviendrait pour ce faire de pousser plus avant la recherche, en essayant notamment de saisir les conditions d'apparition de cette pratique, et ses applications.
- 72 La simplification semble bien être le maître mot en matière de cannage dans la Provence des XIV^e-XVI^e siècles. Elle peut se justifier par la volonté d'alléger une procédure de contrôle et, partant, d'en réduire le coût. Au-delà, elle permet, comme les projections planes qui, à la même époque, couvrent les pages des « traités pratiques » d'architecture, « une lisibilité parfaite et une appréciation plus aisée pour le profane »⁶³. Ne faut-il pas, en effet, voir dans l'adoption de ce système comptable la volonté de donner à apprécier plus aisément la valeur d'une construction ? Le recours à des tarifs « linéaires », pour les caves, les puits ou les escaliers en vis, paraît en être la manifestation exacerbée puisqu'il offre la possibilité de connaître la valeur totale d'une construction par le simple report du prix unitaire sur la longueur voulue. Le développement apparent de cette forme particulière, au XV^e et, surtout, au XVI^e siècles, est peut-être imputable à la multiplication des commandes privées que connut alors la Provence ; les capacités financières limitées de ces maîtres d'ouvrage les auraient rendus encore plus « regardants ».
- 73 Cette simplification tisse un lien étroit entre dimensions et prix, permettant de ce fait un passage relativement aisé du projet à son coût. Paradoxalement, la mise en place d'un

système de cannage qui n'intéresse, *a priori*, que le bâtiment achevé, offre la possibilité d'une projection chiffrée à partir d'un plan et de quelques indications de hauteur. Conception architecturale et gestion se rejoignent ici et si, comme l'affirme R. Recht⁶⁴, la démarche de l'art médiéval prend son point de départ dans la question : « comment rendre en deux dimensions la troisième ? », nous voyons que, parallèlement, constructeurs et comptables s'efforcèrent de « rendre le prix » par deux, voire une dimension. D. Kimpel a insisté, après d'autres, sur le fait que les méthodes constructives mises au point à l'époque gothique avaient nécessité l'instauration d'un « financement régulier, suffisant »⁶⁵, qui implique donc de pouvoir prévoir les dépenses. Est-il trop audacieux de supposer que les difficultés s'estompent pour passer du projet à son prix par un calcul même approximatif des surfaces de maçonnerie nécessaires, à partir du moment où l'architecte pouvait, par le dessin — qui devient au cours du XIII^e siècle le moyen fondamental d'établir les plans »⁶⁶ —, donner une idée suffisamment précise du bâtiment conçu pour qu'il puisse être réalisé par d'autres, hors de sa présence ? C'est d'autant plus vraisemblable que l'on dispose de règles simples pour déduire, par exemple, la surface d'une voûte de sa projection plane. Il ne s'agit là que d'une hypothèse de travail qui impliquerait, pour être vérifiée, de mener une enquête bien plus large que celle à laquelle nous nous sommes livrés.

- 74 Nous avons insisté à plusieurs reprises sur le caractère économique du cannage. Nous y reviendrons une dernière fois pour souligner l'importance du mode d'évaluation retenu dans la fixation des prix. Le coût de la canne apparaît, en effet, très fluctuant en raison de l'intervention de nombreux paramètres, tels que la fourniture ou non des matériaux, de l'outillage lourd... Ces variations s'avèrent également liées au système de cannage utilisé, le recours à des « prix moyens », fruits de combinaisons multiples, augmentant considérablement l'éventail des tarifs en vigueur.
- 75 L'étude des méthodes de mesurage présentée ici souffre quelque peu des limites chronologiques et géographiques que nous lui avons données. Des évolutions se pressentent, avec le développement de l'évaluation « linéaire », dont nous ne pouvons apprécier la postérité, de même que nous ne pouvons saisir l'origine de pratiques apparemment bien établies au XIV^e siècle. La vision proposée d'un ensemble de techniques utilisées en un lieu et à une époque donnés met cependant en évidence la richesse et la complexité d'un domaine sur lequel la recherche s'est encore peu penchée. Nous ne prétendons pas y participer autrement que par la présentation d'un jalon. Diverses questions ont été négligées qu'il conviendrait de reprendre en détail. Celle des unités de mesure utilisées est loin d'être résolue. Nous avons souligné à plusieurs reprises le problème posé par les cannes et palmes « simples » ou « carrés ». La valeur même de la canne n'est pas toujours connue. Quant au rapport entre palme et canne, il semble n'avoir pas été aussi régulier que l'on aime à le penser. C'est du moins ce que nous pouvons constater à la lecture de la charte de franchise de Valréas (datée du XIII^e siècle)⁶⁷ dont l'article 41 note que les maçons sont tenus de mesurer les murs et fossés avec une canne de 9 palmes, alors que l'on admet habituellement qu'il faut 8 palmes pour faire une canne.
- 76 Nous n'avons abordé, en outre, que le domaine de la maçonnerie et il conviendrait de se demander si les pratiques mises en évidence sont appliquées — comme on peut le supposer — dans d'autres secteurs, proches, tels par exemple que la peinture où se pratique également un paiement à la canne carrée. Nous en prendrons pour preuve une quittance du 3 avril 1345 faisant état du cannage par Pierre Gauthier (que nous avons déjà rencontré) de 334 cannes et 5 palmes peints par Matteo Giovannetti au Palais des Papes

d'Avignon, et payables à raison de 10 sous pour chaque canne carrée [*pro qualibet canna quadrata*]⁶⁸. Le sujet offre, on le voit, des perspectives de recherche assez larges.

Figure 1. Plan coupe longitudinale et coupe transversale schématiques de l'église Saint-Didier⁶⁹ [en .pdf, cliquer pour afficher]

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ-MICHEL, Robert, « Le Palais des Papes d'Avignon, documents inédits », *Annales d'Avignon et du Comtat venaissin*, 1917, pp. 3-124 et 1918, pp. 3-42.
- BERNARDI, Philippe, *Métiers du bâtiment et techniques de construction à Aix-en-Provence à la fin de l'époque gothique (1400-1550)*, Aix-en-Provence, Publications de l'Université de Provence, 1995.
- BERNARDI, Philippe, DAUTREY, Philippe & MIGNON, Jean-Marc, « Jean de Louvres : un maître des œuvres du Palais des Papes d'Avignon (1342-1358) », in Odette CHAPELOT (dir.), *Du projet au chantier. Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre aux XIV^e et XV^e siècles*, Paris, Ehes, 2001, pp. 37-58.
- BERNARDI, Philippe & DAUTREY, Philippe & THEIS, Valérie, « Dire le palais : le Palais des Papes d'Avignon à travers la comptabilité pontificale », in Annie RENOUX (dir.), *Aux marches du palais. Qu'est-ce qu'un palais médiéval ? VII^e Congrès international d'archéologie médiévale*, Le Mans-Mayenne, 9-11 septembre 1999, Le Mans, publ. LHAM, Université du Mans, 2001, pp. 147-162.
- COLOMBE, Gabriel, « La valeur de la canne d'Avignon au XIV^e siècle », *Mémoires de l'académie de Vaucluse*, 1917, pp. 35-49.
- DE L'ORME, Philibert, *Le premier [-neufiesme] livre d'architecture*, Paris, 1567, éd. Paris, 1626.
- ERLANDE-BRANDENBURG, Alain, PERNOD, Régine, GIMPEL, Jean & BECHMANN, Roland (éds), *Carnet de Villard de Honnecourt*, Paris, Stock, 1986.
- GIRARD, Alain, « La construction de l'église Saint-Didier d'Avignon », *Avignon au Moyen Âge*, Avignon, Aubanel, 1988, pp. 119-126.
- GIRARD, Joseph, « La construction de l'église Saint-Didier », *Bulletin Archéologique*, 1936-1937, pp. 631-649.
- GUERREAU, Alain, « Remarques sur l'arpentage selon Bertrand Boysset (Arles, vers 1400-1410) », dans *Mélanges offerts à Robert Fossier*, Paris, Publ. de la Sorbonne, 1995, pp. 87-102.
- HONNORAT, S.-J., *Dictionnaire provençal-français*, Digne, 1846-1847.
- KIMPEL, Dieter, « Le développement de la taille en série dans l'architecture médiévale et son rôle dans l'histoire économique », *Bulletin monumental*, 1977, pp. 195-222.
- KIMPEL, Dieter, « Structures et évolution des chantiers médiévaux », in *Chantiers médiévaux*, Paris-Saint-Léger-en-Vauban, 1996, pp. 11-51.
- KNOOP, Douglas & JONES, G.-P., *The medieval Mason*, Manchester, Manchester University Press, 1967.
- MISTRAL, Frédéric, *Lou tresor du felibrige*, Aix-Avignon-Paris, Edisud, 1979 [1882-1886].

- MÜNTZ, Eugène, « Les sources de l'histoire des arts dans la ville d'Avignon pendant le XIV^e siècle », *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques*, 1887, pp. 249-297.
- PALLADIO, A. *I quattro libri dell'architettura d'Andrea Palladio*, Venise, 1570, [trad. N. FRÉART, Paris, 1650].
- PANSIER, Paul, *Histoire de la langue provençale à Avignon du XII^e au XIX^e siècles*, Avignon, Aubanel, 1924-1932.
- PERNOUD, Régine, *Les statuts municipaux de Marseille*, Monaco-Paris, Librairie du Palais-A. Picard, 1949.
- PIOLA CASELLI, Fausto, *La costruzione del palazzo dei papi di Avignone*, Milan, A. Giuffrè, 1981.
- PORTET, Patrick, *Bertrand Boysset, arpenteur arlésien de la fin du Moyen Âge (vers 1355, 1358 – vers 1416), et ses traités techniques d'arpentage et de bornage. Étude, édition du texte provençal d'après le manuscrit Carpentras Bibliothèque municipale n° 327, et commentaire de la Siensa de destrarr*, thèse soutenue à l'université de Toulouse-le-Mirail, 1995.
- RECHT, Roland, *Le dessin d'architecture. Origine et fonctions*, Paris, Adam Biro, 1995.
- SHÄFER, Karl Heinrich, *Die Ausgaben der apostolischen Kammer, t. II unter Johann XXII, nebst der Jahresbilanzen von 1316-1378*, Paderborn, 1911.
- *Die Ausgaben der apostolischen Kammer, t. III, unter Benedikt XII, Klemens VI und Innocenz VI*, Paderborn, 1914.
- *Die Ausgaben der apostolischen Kammer, t. IV unter Urban V und Gregor XI*, Paderborn, 1937.
- SCHÖLLER, Wolfgang, *Die rechtliche Organisation des Kirchenbaus im Mittelalter vornehmlich des Kathedralbaus, Baulast-Bauherrenschaft-Baufinanzierung*, Cologne-Vienne, 1989.
- THEIS, Valérie, *Les lieux du pouvoir pontifical (1309-1352)*, thèse soutenue en juin 1999 à l'Université Louis-Lumière, Lyon II, sous la direction de Jacques Chiffolleau.
- VINGTAIN, Dominique, *Avignon, le Palais des Papes*, Saint-Léger-en-Vauban, Zodiaque, 1998.

NOTES

- 1.E. MÜNTZ, 1887, p. 278 et, à sa suite, R. ANDRÉ-MICHEL, 1917 et 1918, pp. 13-14 mentionne un autre texte concernant ce paiement (Archives vaticanes — abrégé en AV) : IE 283, f° 79v°) : *Die xxxa aprilis facto computo cum Johanne de Castellione habitatore Avinionis de cannando IIm CXXX cannis VII palmis parietum et edificiorum factorum per magistrum Johannem de Luperiis in palatio Avinionis ad relationem domini Raymundi Guitbaudi et Rostagni Berqui ad hoc deputatorum per cameram repertum est sibi deberi XII flor. videlicet solvi medietatem per cameram et aliam per dictum magistrum Johannem et solvi pro parte debita per cameram VI flor.*
- 2.Les textes provençaux parlent de *Can(n)ament* (en provençal), de *can(n)amentum* ou *can(n)atio* (en latin). La canne est une unité de longueur valant alors, à Avignon, 1,975 m, comme l'a démontré G. COLOMBE, 1917. Elle est subdivisée en 8 pans ou palmes de 0,2478 m chacun (en ce qui concerne la canne d'Avignon). Nous utiliserons indifféremment les termes mesurage ou cannage ; en écartant ceux de métrage (anachronique) et toisage (inadapté à cette région).
- 3.Nous emploierons ce terme de préférence à des néologismes du type « canneur ».

4. AV : Introitus et Exitus 269, f° 62v° : « *Die supradicta aprilis ultima [1357] sequitur computum Johannis de Castellione habitatoris Avinionis de canamentis operis novi palatii olim de mandato domini camerarii tunc thesaurarii et concensu magistri Johannis de Luperiis magistri dicti operis facto ut sequitur : Et primo de muris grossis IXC II cann. VII palm. Item de crotis seu voltis vic LXXXIX cann. VI palm. Item de gradariis cum vitis LXIII cann. VII palm. Item de muris dividiis sive mejanis IIC XLVIII cann. IIII palm. Item de pilaribus alias aquoys XLV cann. V palm. Item [f° 63] de gradibus sive gradariis XVI cann. IIII palm. Item de turellis sive parvis turribus XLVI cann. II palm. Item de VII fornellis LVI cann. Item de propunaculis sive crenellis LXI cann. IIII palm. Summa universalis omnium premissorum IIM CXXX cann. VII palm. Qui Johannes stetit in dicto canamento per XVIII dies et fuit ordinatum per cameram quod haberet XII florenos auri de quibus prefata camera debebat solvere medietatem et idem magister Johannes aliam et ideo quod de concensu pretium fuit ita concordatum fuerunt ei soluti per cameram pro parte sua VI flor. »*

5. Le prix unitaire de la canne n'est pas donné mais nous savons que les chantiers de la tour Saint-Laurent et de la tour de la Gâche, dont il est alors question ont coûté au total près de 21 000 florins, soit approximativement 9,8 florins par canne. Le prix est relativement élevé si on le compare, par exemple, aux 3 florins par canne prévus pour la construction de l'église Saint-Didier, le 4 mai 1356 (A.D.V., X G 2. Ce texte a été édité par J. GIRARD, 1936-1937, puis traduit par A. GIRARD, 1988). La différence tient sans doute au fait que dans un cas les matériaux sont compris dans le prix, et pas dans l'autre.

6. Nous n'en prendrons que deux exemples, l'un de février 1338 (AV : IE 165, f° 10v — « *Item pro XLVIII cannis sex palmis cadratis de muro postoyre factis in muro hospitalis Sancti Jacobi prope palatium ad rationem VII sol. pro qualibet canna (...)* ») et l'autre d'avril 1364 (AV : IE 307, fol. 85 — « *Item Thome de Tornono, lapicide que fecit murum lignarii in quo sunt XXIII canne cadrate cum VI palmis... CLXXIX flor.* »). Extraits publiés par R. ANDRÉ-MICHEL, 1917, p. 51 et 1918, p. 21.

7. AV : Coll. 261, f° 77, « *Item crota capelle que est in capite computando duas cannas pro tribus habet 6 cannas et mediam cadratas et 4 palmos simplices* ». Cette transcription est tirée du DEA présenté par V. THEIS soutenu en juin 1999 à l'Université Louis-Lumière, Lyon II, sous la direction de M. Jacques Chiffolleau. Nous la remercions de la permission qu'elle nous a amicalement donnée d'utiliser l'une de ses découvertes encore inédites.

8. Nous entendons par là la région comprenant essentiellement les départements actuels du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône.

9. AV : Coll. 462, f° 209v : « *Die prima mensis augusti computavit Johannes Crivadelli lapiscida de XLI cannis pilariorum per ipsum factorum in palafrenaria domini nostri pape porte Aurose, a fundamento usque ad solerium, habentum IIII palmos in amplitudine tam pro lapidibus, calce, arena quam maistria, ad rationem IIII flor. pro canna qualibet, summa : CLXIII flor.* »

10. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 419, f° 237v, le 24 avril 1504 : « *Et premierament car nos appareys oculadament que lod. mestre Mathieu Just ha aussat las muralhas de la cambra que es sus lo fort de lad. bastida plus aut que non devia lo equipolent de duas cannas cayradas conoyssen et per aquesta nostra summa arbitramental declaran et ordenan que lod. noble Jaumet de la Roca ald. mestre Mathieu donar sia tengut et deia per lo pres de lasd. duas cannas cayradas considerat que son en ault et sont plus penablas que si eran bassas 1 fl. 8 gr* ».

11. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 308 E 584, f° 160v : « *Item es de pati que yeu li done de lofrage susdit set grosses per cana, canant huech et plen* ».

12. DE L'ORME, Ph., 1567, Livre V, chapitre I, décrit la scène suivante : « Estant à Rome du temps de ma grande jeunesse, je mesurois les édifices et antiquitez, selon la toise et pied de Roy (...) il [le cardinal de Saint-Croix] m'avoit veu et trouvé plusieurs fois mesurant

divers édifices antiques, ainsi que je faisais ordinairement avec grand labeur, frais et despens selon ma petite porté, tant pour les échelles et cordages, que pour faire fouiller les fondements afin de les cognoistre ».

13.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 306 E 442, f° 211, le 27 avril 1509.

14.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 196, le 13 juin 1441, les Augustins d'Aix refusant de payer ce que maître Jean Laurent leur réclamait pour la construction du chœur de leur église, deux experts furent désignés « *cum plena omnimoda potestate visitandi et palpandi dictum opus seu edificium illudque canandi se mensurandi...* ».

15.La pratique paraît, en effet, très répandue sur les chantiers pontificaux. La mention « *de canamentis operis novi palatii olim de mandato domini camerarii tunc thesaurarii* » portée dans un paiement d'avril 1357 (AV : IE 269, f° 62v°) laisse entendre que cette pratique a été sinon initiée du moins encouragée par une directive (*mandatus*) d'Étienne Cambarou, camérier en 1357, quand il était trésorier, soit avant mars 1347 (sur ce point cf. Ph. BERNARDI, Ph. DAUTREY & J.-M. MIGNON, 2001).

16.AV : IE 30, f° 44v. « *Die XXIII decembris feci computum cum Berengario Bermundi et magistro Hugoni ut abuerant a me IIIICXV libr. pro LXXX cannis cadratis de pariete quas fecerant juxta portam primam palatii cum torella ad propriis eorum sumptibus et debebant abere pro canna LXX sol. De quibus solvi modo in pecunia LXXXV libr. XVIII sol ... et fuit canatum per magistrum Deodatum Arnaudi et magistrum Ponsium Rubei et magistrum R. Maserii, magistros domini nostri* » ; AV : IE 53, f° 34, « *Item die XX septembris [1322] solvi magistro Guillelmo Gonterii pro fundamento turis foranarum ... XXI libr. et pro CXL canis cadratis de parietibus factis per eum in dicta ture et fuerunt canate per magistrum Deodatum et Rostagnum Rayberti et B. Meserii (...)* ». Textes publiés par R. ANDRÉ-MICHEL, 1917, p. 31 et 32.

17.AV : IE 247, f° 141, le 9 septembre 1346, il est fait mention de travaux réalisés pour le maréchal : « *que omnia fecit dictus Benedictus suis sumptibus et expensis et fuerunt cannata per magistrum Johannem de Lupera et Petrum Gauterii* » (publié par R. ANDRÉ-MICHEL, 1917, pp. 106-107) ; IE 30, f° 44v, le 22 décembre 1319, pour R. Meseri.

18.Cf. R. ANDRÉ-MICHEL, 1917, p. 15, « *Item die VI augusti solvi magistro Ponsio Rubei ... ad faciendum vistas de capella Sancti Stephani, et ivit quesitum magistros de Venaisini ... XX sol.* » (AV : IE 18, f° 37v).

19.Pour ces personnages nous renverrons aux renseignements contenus dans les ouvrages de K. H. SHÄFER, 1911 ; 1914 ; 1937, et de F. PIOLA CASELLI, 1981.

20.Ce manuscrit conservé à la Bibliothèque Inguimbertaine de Carpentras (ms 327) a fait l'objet de divers travaux et de plusieurs éditions. Nous ne citerons que la plus récente (P. PORTET, 1995) et renverrons à la bibliographie donnée dans cet ouvrage.

21.GUERREAU, A., 1995, p. 93.

22.Cette méfiance se traduit, dans la construction courante, par le recours dans quelques cas à des artisans extérieurs à la ville où se sont déroulés les travaux. On en décèle une autre manifestation dans le recours fréquent à plusieurs experts (2 ou 3).

23.GUERREAU, A., 1995.

24.Bibl. mun. de Carpentras : ms 327, f° 47v.

25.Cf. Ph. BERNARDI, 1995, pp. 216-229.

26.AV : IE 227, f° 85v, « *Die XIX februarii, facto computo cum magistris Petro Clari, Johannes Mata, Jacobo Alasaudi et Bertrando Gasuol, lapicidis et magistris turre de Trullacio, et concordato cum eis de toto canamento dicte turre a fundamento usque ad unum signum positum presenti die in IIIor angulis dicte turre intra et extra* ».

27.Cf. *supra*, note 12.

28. Carnet de VILLARD DE HONNECOURT, A. ERLANDE-BRANDENBURG, R. PERNOUD, J. GIMPEL & R. BECHMANN, 1986, planche 39 : « *Par (h)u pren um la grosse d'une colonbe que on ne voit mie tote* ».
29. Carnet de VILLARD DE HONNECOURT, A. ERLANDE-BRANDENBURG, R. PERNOUD, J. GIMPEL & R. BECHMANN, 1986, planche 40 : « *par chu prent om la hautece d'one toor* ».
30. Le corpus qui a servi de base à cette étude comprend près de 200 textes mentionnant expressément des paiements à la surface ou à la longueur.
31. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 302 E 280, f° 9, le 28 mars 1444.
32. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 412, f° 225v, le 19 mai 1488 : « *parietum tam plaustri quam calcis et arene* ».
33. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 307 E 71, le 2 mai 1472, « *Item quod fenestragia et porte faciend de peyra vilena etiam mensurare debeant et includentur in canacione ipsorum parietum ac si erunt plene* ».
34. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 536, f° 82, le 26 février 1502, « *Item quod Frances fasia la porta de lad. bastida que aquel cas contingent lod. mestre Frances la puesca mesurar et si non la fasia que lod. sen Anton de Gardana li deia demenuir la ude* ».
35. Cf. le sens donné au mot *peno* par F. MISTRAL, 1882-1886, ou dans S.-J. HONNORAT, 1846-1847. P. PANSIER, 1924-1932, le traduit quant à lui par « concavité, mur en arc de cercle » se référant explicitement à Boysset.
36. Boysset, pour simplifier les calculs, propose d'utiliser toute la largeur de la voûte mais de ne mesurer qu'une des parois. Il faut noter que ce calcul implique que l'on soit en présence d'une cave reprenant la forme d'un demi-cylindre.
37. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 301 E 60, f° 20, le 6 avril 1520, « *Lod. Blanqui fara las muralhas bonas ambe ancolas que y seran neccesarias las quales ancolas se canaran coma la muralho* ».
38. A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 273, f° 269v, le 24 avril 1504, « *Item es de pati que jeu dich Peyroneti sia tengut de donar alsd. frayres per lo pres de lasd. muralhas lasqualas lasd. frayres non son tengus de rebocar, soes a rason de grosses des per cascuna canna cayrada entendent et contant la canna de la fundamenta de quatre pauls una canna per doas en conte cannant lo plen et huech de las luegas de las enestras, portas et de vistas que devon layssar* ».
39. En 1315, un article fut ajouté aux statuts de la ville de Marseille (livre VI c. 63) qui établit un étalon appelé *ursonus* (pierre de 2 palmes... de long pour 1 palme de haut et de large) et précise, par exemple : « *quod 2 lapides vocati de cara debeant dari pro uno ursono* ». Texte publié par R. PERNOUD, 1949.
40. D'autres interprétations ont été données de ce passage. On ne peut toutefois considérer ici qu'il s'agisse d'une évaluation du volume dans la mesure où le produit proposé ne peut s'exprimer qu'en cannes ou destres carrés.
41. A.D.V., X G 2, le 4 mai 1356, « *... quod voute omnes cannentur et computentur videlicet due canne pro tribus cannis et de ipsis duabus cannis ipsis lapicidis persolvatur pro tribus cannis juxta quantitatem precii infrascripti* », édition et traduction de J. GIRARD, 1936-1937, et A. GIRARD, 1988.
42. AV : IE 202, f° 107, publié par K. H. SCHÄFER, 1911, t. III, p. 219.
43. Nous le verrons pour l'église Saint-Didier ; quant au Palais des Papes, la transcription de K. H. Schäfer : « *11 cannis 3 palmis operis facti in croserio in gardarauba* » ne laisse pas de doute.
44. Nous n'en prendrons pour exemple que le cannage déjà cité des tours de la Gâche et Saint-Laurent, au Palais des Papes, effectué par Jean de Castillione en 1357, cannage qui

recense 689 cannes 6 palmes de « *crotis seu voltis* » et ne fait pas allusion à des nervures alors que 5 des 6 niveaux voûtés de la tour Saint-Laurent le sont sur croisées d'ogives.

45.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 306 E 638, f° 150v, le 5 mars 1550.

46.A.D.V., X G 2 : « *Item fuit pactum et expresse conventum inter dictas partes quibus supra nominibus solemptni stipulatione vallatum quod cavum dolelli capitis dicte ecclesie et capellarum ipsum cavum pro muro plano computetur et cannetur et pro muro plano ipsis magistris lapicidis etiam persolvatur pro qualibet canna prout infra continetur* ».

« *Item fuit pactum et expresse conventum inter dictas partes quibus supra nominibus solemptni stipulatione vallatum quod dolelli magne navis ecclesie a capitello in altum compute[n]tur et canne[n]tur videlicet cavum pro plano et compute[n]tur et canne[n]tur pro muro plano et eis etiam ipsum cavum pro muro plano pro qualibet canna computetur et solvatur juxta quantitatem precii infrascripti* ».

(...)

« *Item fuit pactum et expresse conventum inter dictas partes quibus supra nominibus solemptni stipulatione vallatum quod omnes dolelli de tallio in altum et etiam fenestre cavum pro plano compute[n]tur et [pro] plano eis persolvatur pro qualibet canna prout inferius continetur* ». La traduction de ce texte présente quelques difficultés du fait d'incohérences qui se sont manifestement glissées lors de l'établissement de la grosse qui nous est parvenue. Nous avons choisi de restituer des pluriels pour certains verbes au passif, en postulant un oubli du signe abrégatif.

47.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 557, f° 755, le 21 novembre 1505, prix 1 florin 8 gros par canne carrée, « *exceptis II ex dictis IV arcubus qui instar pleni operis mesurentur et solvantur omne alias vacum dicti operis mensurando pro nihilo computetur* ».

48.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 819, f° 284v, le 25 février 1530, « *per canna soes à dire canna butavant acomensant de la fin de laidte maison fins à la carriera passant* ».

49.La plus ancienne mention que nous en ayons retrouvé à ce jour date du 12 septembre 1455 (A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 307 E 207).

50.Un autre texte, de 1522, évoque la construction d'une cave à 18 florins 6 gros par « *cana botavant canando a parte turris et quod teneatur crote ipse cannare usque ad ultimum parietem stabuli* » (A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 308 E 767, f° 119v).

51.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 308 E 762, f° 402, le 2 octobre 1517.

52.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 808, f° 488v, le 10 juillet 1525.

53.A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 308 E 943, f° 383, le 18 septembre 1528 ; 306 E 610, le 25 novembre 1537 ; 309 E 770, f° 30v.

54.« *Numerando sive cannando spicitudinis bugetorum dicte crote* » (A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 271, f° 695, le 2 novembre 1502) ; « *bugetis inclusis* » (A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 309 E 525, f° 429v, le 27 novembre 1494) ; « *incluses losd. buges* » (A.D. B.-du-R., dépôt d'Aix, 307 E 315, f° 115, le 21 janvier 1498).

55.A.D.V., 3 E 36/185, f° 585, le 22 décembre 1535.

56.Cf. D. VINGTAIN, 1998, pp. 168-169.

57.AV : IE 227, f° 85v-86, texte publié dans Ph. BERNARDI, Ph. DAUTREY & V. THEIS, 2001 : « *Item, fuit repertum quod IIIIor crotis dicte turris erant cvi canne simplices VI palmos I quartum, que faciunt, ad racionem XXI turonensium grossorum pro canna et floreno pro XII turonensibus grossis computato, CLXXXVI florenos X denarios turonenses grossos IX denarios obolum parve monete. (...)* *Item, volte facte per dictos magistris continent LXIII cannas VII palmos cum dimidio, ad racionem XXI turonensium grossorum pro qualibet canna, CXI florenos XXI solidos IIII denarios obolum. Item, fuerunt extimati per magistris iuratos crotones (pro) iuxta latrinas, (vi) duo gradaria et unus archus ac pilare quod sustinet IIIIor voltas croseras, LXXX florenos* ».

58. Le texte parle, lui, de cannes simples ; est-ce parce qu'il s'agit de cannes « restituées » ? Les éléments nous manquent pour étudier une appellation dont une étude précise permettrait sans doute de saisir quelques subtilités de comptage qui pour le moment nous échappent.
59. Nous renverrons sur ce point aux travaux de V. THEIS, 1999.
60. La hauteur de ce triangle isocèle peut se déduire en soustrayant la hauteur des murs gouttereaux (5 cannes 4 palmes ...) de la hauteur avec pignon (6 cannes 3 palmes) = 6 palmes ..., qui multipliés par les 4 cannes de la largeur de l'église donnent 3 cannes² ..., ce qui correspond à peu près à la surface donnée pour l'autre tympan (3 cannes²).
61. La traduction proposée s'inspire largement de celle établie par A. GIRARD, 1988.
62. On peut, en effet, voir dans les ratios établis la trace ou l'origine d'une théorie architecturale que les traités de la Renaissance exposent à l'envi. Nous n'en donnerons qu'un exemple tiré de A. PALLADIO, 1570, [trad., 1650], livre I chap. XI, « De la diminution des murs et de leurs parties » qui, parlant des murs, expose que « ceux qui commencent à sortir de terre seront plus étroits de la moitié que leurs fondations ». Sont-ils à relier à un développement de la taille en série qui standardise une partie de la production ? (Cf. D. KIMPEL, 1977).
63. RECHT, R., 1995, p. 107.
64. RECHT, R., 1995, p. 98.
65. KIMPEL, D., 1996, p. 41. Cf. également D. KNOOP & G.-P. JONES, 1989.
66. KIMPEL, D., 1996, p. 43.
67. Ce texte nous est connu par une copie du XIV^e siècle, conservée dans le fonds des archives communales de Grillon (AA 6), qui regroupe, outre les premières franchises de 1231, un ensemble de réformes s'étendant entre cette date et 1298. Art. 41 : « *Item quod magistri lapidum seu muratores cannare teneantur muros et vallata ad cannam seu mensuram IX palmorum qua utitur in presenti vel in posterum uteretur* ».
68. AV : IE 239, f° 108 « *Die III aprilis, facto computo cum magistro Matheo Johanoti pictore, de pictura facta per eum seu operarios suos in tribus deambulatoriis (...) repertum fuit, per relationem Petri Gauterii qui cannaverat omnia predicta, quod dictum opus continet IIIIC XXX IIII cannas V palmos ; valent, ad rationem X sol. pro qualibet canna quadrata, CLXVII libras VI sol. III d. (...)* ». Texte publié par R. ANDRÉ-MICHEL, 1917, pp. 98-99.
69. Le dessin proposé ici a été réalisé à échelle 1/100^e et de ce fait ne reproduit qu'imparfaitement les modénatures complexes des nervures et autres détails d'architecture. Il s'agit d'un premier relevé permettant de lire le bâtiment dans ses grandes dimensions et dans sa globalité dans le seul but d'illustrer notre propos. Les hachures denses correspondent à la construction initiale, les hachures espacées correspondent à des rajouts postérieurs. (Relevé : Cécile Marion, Jean-Marc Mignon ; dessin : Jean-Marc Mignon).

RÉSUMÉS

Les sources utilisées en matière de construction comportent un nombre important de données chiffrées auxquelles l'on se contente, le plus souvent, d'appliquer « mécaniquement » une simple opération de conversion. Mais quelle démarche conduisait les constructeurs à exprimer la valeur d'un bâtiment sous la forme d'un certain nombre d'unités de mesure ou de surface ? Quel rapport existait-il entre la réalité physique de l'édifice et son expression comptable ? Nous avons tenté d'apporter des éléments de réponse à ces questions à partir de l'analyse d'un ensemble de textes de nature différente (prix-faits, rapports d'expertise, comptabilités, traités...), recueillis pour la Provence des XIV^e-XVI^e siècles, et d'une comparaison entre certaines constructions encore conservées et les documents médiévaux les concernant.

Evaluation and Measure of Buildings: An exemple from Medieval Provence

Sources for construction supply a significant amount of numerical data to which, as a general rule, a simple conversion operation is applied « mecanichally ». But what led builders to express the value of construction in terms of a specific number of units of measure or surface? What relation was there between the physical edifice and its expression in accounting terms? This study provides several elements of reponse to these questions based on an analysis of a group of disparate documents from Provence in the 14th through 16th centuries and on a comparison of edifices still standing with their description in Medieval documents.

INDEX

Mots-clés : métrologie, construction

Index chronologique : Moyen Âge

Index géographique : France

AUTEURS

PHILIPPE BERNARDI

Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme

JEAN-MARC MIGNON

CNRS UMR 6572 LAMM. Service archéologique du Conseil général du Vaucluse