

UN DOCUMENT INÉDIT SUR LE CALCUL DES CAPACITÉS DE STOCKAGE DES ENTREPÔTS : COMPARAISON ENTRE ROME ET VENISE¹

Cadre général

L'une des opérations les plus complexes pour qui affronte l'étude des entrepôts de l'antiquité à l'époque moderne, est sans doute celle de l'estimation de leur capacité de stockage. En effet, la surface effectivement disponible pour le stockage est toujours inférieure à la surface totale de l'édifice. Par conséquent, calculer ou évaluer la capacité de stockage d'un entrepôt revient à soustraire de sa superficie totale, l'espace permettant d'effectuer l'ensemble des opérations liées à la gestion des stocks, comme par exemple : l'espace prévu pour séparer les différents tas de blé en fonction de leur qualité, leur origine ou leur propriétaire ; celui prévu pour la circulation du personnel impliqué dans la manutention du blé qui entre et sort de l'entrepôt ; ainsi que celui prévu pour les opérations de ventilation des céréales, fondamentales pour leur bonne conservation². Il faut ajouter à cela le fait que l'entrepôt n'était pas toujours exclusivement destiné au stockage du blé et que certaines parties pouvaient être destinées à d'autres usages de type administratif ou commercial³.

Calculer la capacité d'un entrepôt signifie donc rassembler une grande quantité et variété de données, souvent impossible à obtenir des sources anciennes ou de la documentation archéologique et très

¹ Les paragraphes « Cadre général » et « Méthode de calcul des capacités » ont été rédigés par G. Vertecchi, le paragraphe sur « La capacité de stockage du grenier de Clément XI à Rome » et les illustrations (fig. 1, 2 et 3) sont de E. Da Gai.

² Pour les problèmes relatifs à la conservation du blé, voir la contribution de G. Geraci et B. Marin dans ce même volume, p. 83 sq.

³ Les entrepôts sont souvent des structures polyfonctionnelles à planimétrie plutôt variable si bien que leur identification dans les témoignages archéologiques n'est pas toujours évidente. Sur ce sujet, voir la contribution de J. U. Bernardos Sanz et C. Virlouvét dans ce même volume : *Formes et fonctions : essai de typologie*, p. 59 sq.

difficile à déduire des documents d'archives des époques ultérieures⁴. Pour l'époque moderne, même si la documentation disponible est plus importante que pour les époques précédentes, la difficulté est essentiellement liée à la nature même de la documentation sur l'annone qui enregistre les flux de céréales à l'entrée et à la sortie des entrepôts, parfois la quantité globale de la réserve mais presque jamais leur capacité de stockage individuelle. Lorsque l'entrepôt est encore conservé, comme les greniers de Termini à Rome ou les greniers de San Biagio à Venise (l'actuel Musée Naval), le changement d'usage des bâtiments au fil du temps et les transformations structurelles qui en découlent rendent impossible l'évaluation de leur capacité originelle, en l'absence d'autres données documentaires. Déterminer la capacité des entrepôts n'est donc pas une simple question technique mais une manière d'approfondir la connaissance de cet édifice en particulier (de sa typologie fonctionnelle, des techniques de construction, etc.) et de fournir dans le même temps une clé de lecture sur la politique de l'annone en général. La quantité de blé qu'un entrepôt peut contenir et conserver dépend clairement de ses dimensions qui, par conséquent, doivent être adaptées aux exigences de la population et à l'usage que chaque gouvernement compte faire de l'entrepôt et des réserves⁵ : ce n'est pas par hasard que de l'époque antique à l'époque moderne, les traités dédiés à l'agriculture et à l'architecture civile insistent sur l'importance d'évaluer les dimensions adéquates dès la conception d'un entrepôt, comme en témoignent Columelle à l'époque romaine et Francesco Milizia dans la seconde moitié de XVIII^e siècle⁶.

À la lumière de ces brèves considérations, le document inédit conservé à l'Archivio di Stato de Venise revêt donc une importance particulière. Il illustre la méthode de calcul de la superficie de stockage des greniers de Terra Nova, construits en 1342 et utilisés sans interruption par le gouvernement vénitien pendant près de cinq siècles⁷. Il s'agit d'une méthode assez simple et apparemment rudimentaire qui garde cependant toute sa validité appliquée à d'autres entrepôts, comme par exemple ceux de Rome. Comme nous le ver-

⁴ Pour l'estimation des dimensions et des capacités de stockage des entrepôts de l'époque romaine, voir dans ce même volume la contribution de M.-B. Carre p. 18 *sq.* et celle de G. Boetto, É. Bukowiecki, N. Monteix, et C. Rousse dédiée aux *Grandi Horrea* d'Ostie, p. 177 *sq.*

⁵ Voir par exemple la distinction entre « entrepôts de précaution » et « entrepôts de provision » dans l'œuvre de Ferdinando Galiani, à laquelle fait référence l'introduction de ce volume.

⁶ Col., I, 4,7 cité par G. Geraci dans la contribution sur la conservation du blé dans ce même volume ; F. Milizia, *Principi di architettura civile...* cit., p. 327 : « è importante meditare la grandezza di queste fabbriche ».

⁷ Les entrepôts furent en effet démolis au début du XIX^e siècle pour libérer de l'espace pour les jardins de la résidence de Napoléon.

rons, la variation des conditions climatiques entre Rome et Venise, situées à des latitudes différentes, a certainement une incidence sur la qualité du blé produit sur le territoire et sur la possibilité de le conserver dans le temps, mais pas sur la méthode de calcul de la capacité des greniers.

Méthode de calcul des capacités

Le document, conservé dans un registre des *Provveditori alle Biave*, porte la date de février 1787 *more veneto* (= 1788) et résulte de la requête d'achat de la part de certains nobles, présidents d'une compagnie de théâtre, d'une partie des greniers de Terra Nova pour y installer un nouveau théâtre⁸. Cette requête oblige la magistrature *alle Biave*, qui s'oppose à la proposition, non seulement à relever dans le détail l'articulation interne des entrepôts et l'utilisation des espaces, mais aussi à calculer la capacité de stockage de chaque cellule afin de démontrer l'impossibilité d'en vendre la moindre partie⁹.

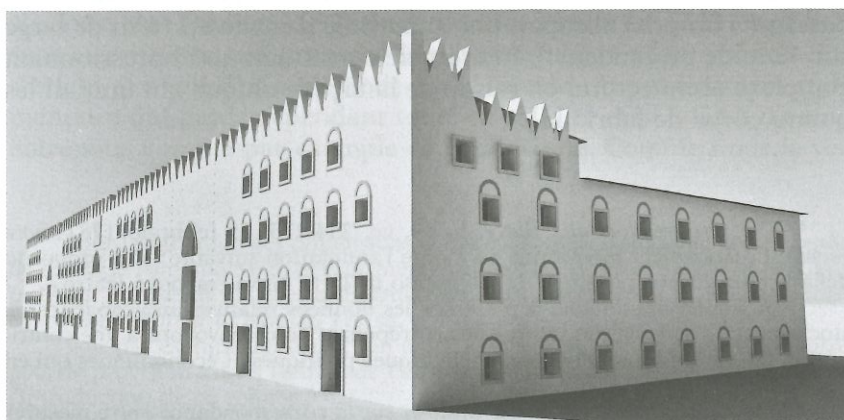
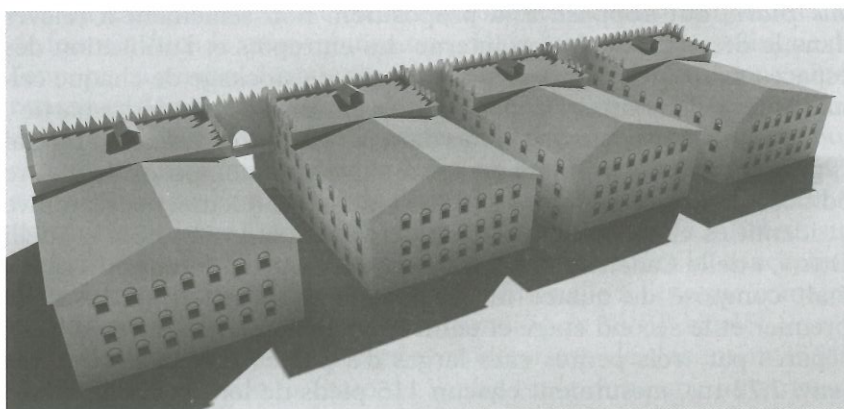
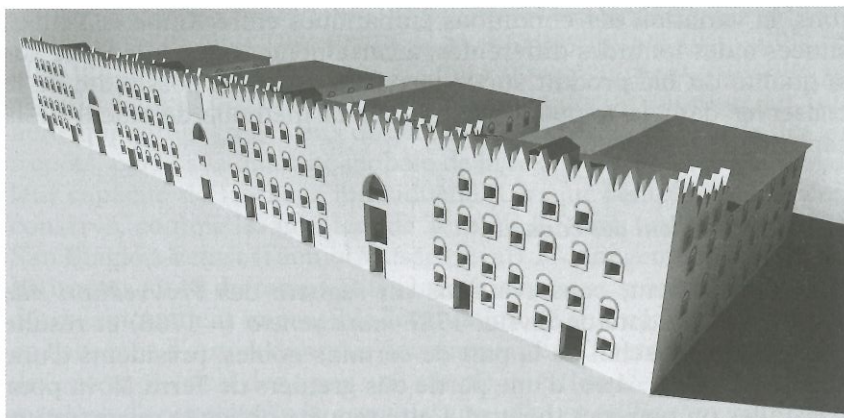
Comme nous pouvons le voir dans la restitution de Enrico Da Gai (fig. 1, 2 et 3), les greniers de Terra Nova sont composés de quatre édifices distincts, dénommés « case » dans les documents d'archive et identifiés chacun par un nom : de gauche à droite, « Sal », « delli Otto », « delle Cadene » et « alla Zecca ». Chaque bâtiment ou « casa » était composé de quatre niveaux qui sont le rez-de-chaussée, le premier et le second étage et enfin les combles. Les quatre édifices, séparés par trois petites rues larges d'à peine 7 pieds et 10 onces (env. 2,72 m), mesuraient chacun 115 pieds de longs (40 m) sur 78 pieds de large (27 m)¹⁰. Au total, l'extension complète des entrepôts, passages compris, occupait une superficie d'environ 116 m de large sur 40 m de profondeur¹¹. L'ensemble constituait un impressionnant complexe architectural en raison de la façade unique qui unifiait les quatre corps de fabrique.

⁸ ASVe, *Provveditori alle Biave*, b. 44, cc. 254-275, 15 febbraio 1787 *more veneto*. Le document mentionne en marge l'annotation suivante : « In proposito della licenza di una porzione de fabbricato in Terra Nova per novo teatro ».

⁹ Nous nous limitons ici à présenter les données relatives aux capacités de stockage et à l'articulation interne des entrepôts et nous renvoyons à une contribution ultérieure les nombreuses thématiques politiques et économiques qui en découlent.

¹⁰ Sur la terminologie architecturale et sur la correspondance entre mesures vénitiennes et système métrique, voir le volume de E. Concina, *Pietre, parole, storia. Glossario della costruzione nelle fonti veneziane (secoli XV-XVIII)*, Venise, 1988.

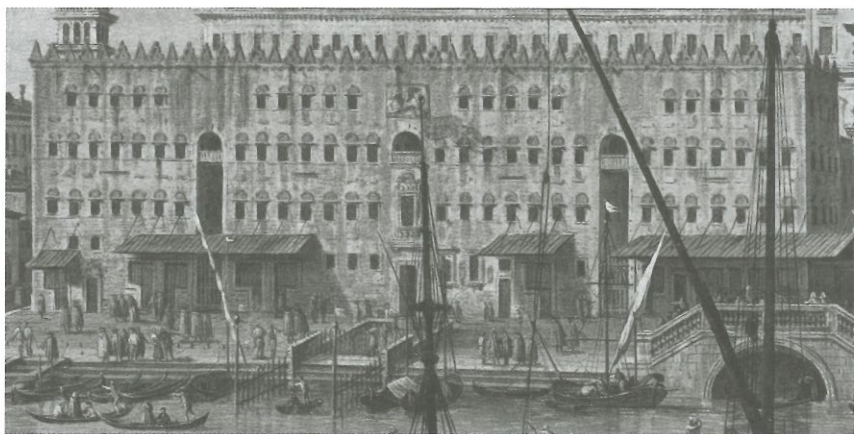
¹¹ Une description de l'entrepôt est disponible dans ASVe, *Senato, Terra*, f. 2855, rapport de Tommaso Scalfarotto du 14 août 1786, joint au décret du 11 janvier 1786 m.v.



Restitution de E. Da Gai.

Fig. 1, 2 et 3 – Les greniers de Terra Nova à Venise, sur la base du rapport d'expertise de Tommaso Scalfarotto de 1786 et des rapports des *Provveditori alle Biave* de 1788.

Les rapports des *Provveditori alle Biave* introduisent un autre élément très utile à la compréhension du fonctionnement des entrepôts à blé et jusqu'à présent inconnu à ceux qui se sont intéressés au sujet : les quatre bâtiments, en dépit de leur apparente indépendance d'un point de vue de la construction, étaient reliés au niveau du second étage par un « passalizio » en bois, de même ampleur que la ruelle sous-jacente, soit 2,72 m¹². Cet élément architectural est clairement identifiable dans la peinture d'Antonio Joli (fig. 4)¹³ et il est logique de supposer que cette passerelle existait dès le projet de construction des entrepôts car elle permettait au personnel qui travaillait dans les greniers de circuler d'un bâtiment à l'autre, économisant du temps et des efforts, sans avoir à descendre et sortir d'un bâtiment pour ensuite avoir à entrer dans un autre et remonter à l'étage. Il existe au moins deux autres arguments qui nous amènent à penser que le « passalizio » a été conçu en même temps que la construction des entrepôts : 1) le rez-de-chaussée des quatre bâtiments n'était pas conçu pour accueillir le blé mais destiné à d'autres usages (boutiques,



L'ingresso solenne del nunzio apostolico Giovanni Francesco Stoppani par Antonio Joli (Venise, 1742), détail. © National Gallery of Art, Washington.

Fig. 4 – Détail de la peinture d'Antonio Joli sur laquelle est bien visible la passerelle au second étage.

¹²Ni M. Agazzi, *I granai della Repubblica...* cit., ni W. Dorigo, *Venezia romana. La formazione della città medievale fino all'età gotica*, 2 vol., Vérone, 2003, ne mentionnent cet élément architectural dans la description des greniers de Terra Nova.

¹³Voir aussi la figure 2 de la contribution précédente (p. 292).

bureaux, archives), et ceci dès l'origine¹⁴; 2) l'espace situé en face des greniers était une zone de marché où était également localisé le marché aux poissons (la Pescaria di San Marco) qui, comme en témoignent de nombreux documents, créait souvent des conflits lors des opérations liées au chargement et au déchargement des entrepôts. C'est pourquoi le personnel qui travaillait dans les entrepôts se déplaçait principalement entre les niveaux les plus élevés et, grâce à la passerelle, pouvait éviter de sortir du bâtiment et de circuler ainsi dans une zone encombrée, sale et humide à cause du poisson qui pouvait contaminer le blé à l'intérieur des entrepôts.

Les greniers de Terra Nova étaient divisés, comme nous l'avons dit, en quatre « case » au sein desquelles il y avait en tout 26 cellules de stockage identifiées par un numéro. Les trois premiers niveaux, subdivisés en deux entrepôts, avaient la même superficie autour de 358 *passa*, soit environ 1080 m², tandis que le dernier étage, les combles, était une pièce unique d'environ la moitié de la taille des étages inférieurs.

Pour mesurer la capacité de chaque étage, le fonctionnaire de la magistrature procédait à un calcul simple, basé à la fois sur un principe géométrique et sur la physiologie du blé : il construisait un récipient de forme carrée de 5 pieds de côté (1,74 × 1,74 m) et de 2 pieds de hauteur (environ 70 cm), en tenant compte évidemment qu'il était impossible de stocker le blé sur une hauteur supérieure à 70 cm. Le caisson carré, d'une superficie de 3,02 m², devait indiquer non seulement la hauteur maximale à laquelle il était possible de stocker le blé, mais probablement aussi souligner la limite de charge de chaque plancher/unité de superficie : la capacité du contenant était en effet de 25 *staia* de blé qui pesaient environ 1,5 tonnes¹⁵.

En procédant à la mesure de la capacité de stockage de chacun des étages de l'entrepôt, le fonctionnaire de la magistrature exclut les espaces occupés par les escaliers, ceux pour la circulation du personnel et ceux qui servent à séparer les stocks de blé. Il fournit également trois mesures : la capacité de chaque étage en relation à une hauteur de blé de 2 pieds, d'un pied et demi, et d'un pied, étant donné que, comme il le dit, le blé se conserve différemment selon les saisons. Il précise cependant que 2 pieds est une hauteur « extrême » et qu'il est préférable de conserver le blé à une hauteur

¹⁴ ASVe, *Provveditori alle Biave*, b. 44, c. 271 : « sino dall'erezione di dette fabbriche non servivano que' luochi terreni a verun uso pubblico, ma bensì come in presente ad usi puramente privati, egualmente che la parte superiore sempre consacrata e risservata agli usi pubblici ».

¹⁵ 1 *staio* de blé pesait 132 livres; une livre = 0,476 kg.

« optimale » d'un pied et demi (52 cm) ou, dans certains cas, même à un pied et un tiers.

Sur la base de ces calculs, chaque étage – hormis les combles qui étaient, comme nous l'avons vu, de dimensions moindres – pouvait contenir près de 7600 *staia* de blé (sur une hauteur maximum de 2 pieds) correspondant à environ 477 tonnes. Par conséquent, en fonction de la superficie de chaque étage (1080 m²) et de celle du caisson carré (3,02 m²), on peut facilement calculer que l'espace utile au stockage des céréales constituait environ 85% de la surface disponible : ce chiffre représente la capacité de charge maximale des greniers qui doit bien entendu être différenciée de la charge optimale des greniers. Le document vénitien fournit en effet trois mesures de capacité des greniers de Terra Nova, grâce auxquelles il est possible de comprendre la méthode de calcul utilisée¹⁶. La validité du système de mesure adopté à Venise est confirmée, comme nous allons le voir, par l'application de cette même méthode de calcul pour l'estimation de la capacité de stockage des greniers de Clément XI à Rome.

La capacité de stockage des greniers de Clément XI à Rome

Comme nous le savons, pendant 130 ans (entre 1575 et 1705), les greniers de Rome furent établis dans la zone de Termini, réemployant en grande partie et habilement les structures romaines pré-existantes. Il ne s'agit pas ici de retracer la succession des différentes phases de construction, déjà traitées par ailleurs, ni d'analyser la politique pontificale complexe en matière d'Annone¹⁷ mais plutôt de

¹⁶ Il va de soi que la réserve contenue dans les greniers variait évidemment en fonction des nécessités et des conjonctures. En 1788, la requête des présidents de la compagnie théâtrale de vendre une partie des greniers pour en faire un théâtre naît justement de la constatation qu'à cette époque, les entrepôts étaient vides : le calcul de la capacité de stockage des entrepôts sert précisément à démontrer que l'ensemble des espaces étaient nécessaires pour pallier toute éventualité.

¹⁷ Nous renvoyons le lecteur aux publications énumérées ci-dessous où sont citées toutes les références bibliographiques, d'archives et iconographiques relatives à la localisation des greniers dans le tissu urbain, à la définition du type architectural et aux différentes transformations des bâtiments : E. Da Gai, *I « granari » dell'Annona...* cit., p. 186-222; Id., *L'architetto dell'Annona (1680-1750)*... cit., p. 291-295; Id., *I magazzini del grano in Civitavecchia e l'Annona di Roma*, dans *Rivista Storica del Lazio*, II, n. 2, 1994, p. 157-169 et 182-188 (illustrations); Id., *Pubblica utilità, cura delle anime e autorappresentazione : la costruzione dell'Oratorio di S. Isidoro nei granai pontifici alle Terme di Diocleziano*, dans *Architettura storia e documenti*, 1991/1996, p. 152-174; Id., *Architettura dell'Utile di Urbano VIII : pubblica prosperità e presentazione pubblica*, dans

vérifier la validité de la méthode de calcul des capacités de stockage utilisée pour les greniers de Terra Nova à Venise, en se concentrant en particulier sur le dernier des grands greniers publics, réalisé en 1705 sur commande de Clément XI (1700 à 1721) et selon le projet de l'architecte Carlo Fontana.

Dans les archives romaines, on trouve souvent des documents indiquant les mesures des greniers : les dimensions, la superficie et la capacité. Ces mesures proviennent de besoins spécifiques et occasionnels mais sont presque toujours partielles et parfois inexactes, et ne peuvent en tout cas être vérifiées avec certitude. Toutefois, un rapport de Giuseppe Valadier de 1812, soit seulement 12 ans après l'abandon des greniers de la part de l'Annone, s'avère utile pour la comparaison avec les capacités de stockage des greniers de Venise. Le document a été rédigé par Valadier à l'occasion de la transformation des greniers de Clément XI en casernes pour la cavalerie. La « Nota di cui sono capaci li Granari e Pozzi da Olio alle Terme Diocleziane » spécifie la capacité des différents entrepôts, mais l'indication de Valadier reste sommaire pour certains déjà transformés ou loués qui n'entraient pas dans son projet. Dans ce document, Valadier évalue à 4000 *rubbia*¹⁸ la capacité tant du « Piano Superiore d.o il Clementino di Cima » que du « Piano di sotto detto il Clementino di Mezzo » ; pour le rez-de-chaussée, à l'époque seulement partiellement utilisé, la capacité est moindre avec seulement 3300 *rubbia*.

Dans le corpus des dessins de Valadier conservés à l'Académie de San Luca et relatifs aux greniers de Termini (n. 2811, 2812, 2813, 2814, 2815)¹⁹, seuls les greniers de Clément XI sont représentés précisément, car ils sont concernés par le projet de transformation. C'est donc pour ce seul bâtiment que nous pouvons associer les mesures de capacité indiquées par Valadier aux superficies effectives des entrepôts, tout à fait similaires à celles qui ont pu être calculées

L. Mochi Onori, S. Schütze, F. Solinas (éd.), *I Barberini e la cultura europea del Seicento*, Rome, 2007, p. 547, 562 ; Id., *Struttura e tipo edilizio dei « granai » dell'Annona di Roma (1575-1705)...* cit., p. 595-606 ; Id., *Un granaio per scuderia : Valadier alle Terme di Diocleziano*, dans M. Fratarcangeli (dir.), *Dal cavallo alle scuderie : visioni iconografiche ed architettoniche*, Rome, 2014, p. 121-132 ; Id., *Il centro annonario pontificio alle Terme di Diocleziano*, dans R. Friggeri et M. Magnani Cianetti (dir.), *Le terme di Diocleziano/La Certosa di Santa Maria degli Angeli*, Milan, 2014, p. 314-331. En ce qui concerne les dépôts d'huile de l'Annone : E. Da Gai, *I « granari » dell'Annona...* cit., p. 213-217 ; M. Magnani Cianetti, *Le olearie papali nella piazza di Termini*, dans M. A. Tomei (dir.), *Roma. Memorie dal sottosuolo : ritrovamenti archeologici 1980/2006*, Milan, 2006, p. 24-29.

¹⁸ 1 *rubbio* = 294 litres = 223 kg, selon A. Martini, *Manuale di metrologia*, Rome, 1976 (1^{ère} édition : Turin, 1883).

¹⁹ Publiés dans E. Da Gai, *Un granaio per scuderia...* cit., p. 130.

grâce aux documents d'archives pour les greniers de Terra Nova à Venise.

Avant de procéder au calcul de la capacité de stockage des greniers de Clément XI, il faut préciser que les modalités de conservation du blé à Rome et à Venise respectaient à peu près les mêmes règles. Comme à Venise, le blé était disposé à Rome également en tas, directement sur le pavement et soigneusement séparés les uns des autres selon leurs caractéristiques telles la qualité et l'origine (Corneto, Montalto, Agro romano, importation). Contrairement à Venise où le blé descendait vers les étages inférieurs des entrepôts à travers un conduit prévu à l'intérieur du mur, à Rome, le blé était « calato » du niveau supérieur à celui sous-jacent par l'intermédiaire de regards disposés au centre de chaque cellule. À Rome, le personnel circulait donc le long des couloirs centraux qui devaient toujours rester libres. Les différences climatiques entre les deux villes n'ont en revanche eu aucune influence sur les modalités de stockage des grains : la limite de deux pieds vénitiens (environ 68 cm), décrite comme hauteur « extrême » à Venise, correspond à la hauteur maximale de trois paumes (environ 67 cm) prévue pour les greniers romains. Pour témoigner de l'importance de cette hauteur maximale du stockage des grains, la base des piliers des greniers de Clément XI était réalisée « a cortina », c'est-à-dire sans enduit, sur une hauteur exacte de trois paumes.

L'attention avec laquelle la hauteur maximale était indiquée à Rome et le fait que dans le document vénitien soient précisés tant la hauteur « extrême » que la hauteur « optimale » minorée de 25%, nous permettent d'émettre l'hypothèse selon laquelle Valadier, en évaluant la capacité de stockage des greniers de Clément XI, a considéré comme capacité optimale (chaque étage pouvait contenir 4000 *rubbia* = 892 tonnes), une charge de 25% inférieure à la limite de charge des entrepôts. Pour confirmer cette hypothèse, nous avons appliqué aux greniers de Clément XI la méthode de calcul utilisée pour les greniers de Terra Nova.

Les greniers de Clément XI mesurent 103 m de longueur sur 29 m de largeur pour couvrir une superficie de 2987 m² et se développent sur trois étages. Si Valadier estime la même capacité de stockage entre le dernier étage et celui intermédiaire, précisons que ce dernier devait avoir une capacité légèrement inférieure à cause de la série de piliers centraux et de l'espace occupé par les maçonneries de la rotonde thermale, également présentes au rez-de-chaussée. Toutefois, nous considérons acceptable l'approximation de Valadier puisque malgré tout, la différence par rapport à la superficie totale est négligeable. Pour vérifier le calcul vénitien, nous rappelons que le caisson carré utilisé à Venise occupe une superficie de 3,02 m² et contient 1,5 tonnes de blé sur une hauteur maximale de deux pieds :

en transférant cette méthode de calcul aux mesures romaines, on obtient une capacité d'environ 6,5 *rubbia* par caisson. Selon cette méthode de calcul, chaque étage des greniers pouvait contenir au maximum 25% de plus des 4 000 *rubbia* préconisée par Valadier comme « capacité optimale », soit environ 5 333 *rubbia* (1 189 tonnes). Ainsi, connaissant la superficie de chaque étage (2 987 m²) et celle du caisson carré (3,02 m²), nous pouvons évaluer la superficie destinée au stockage des grains à environ 82-83% de la superficie disponible ; ce qui coïncide avec celle des greniers de Terra Nova à Venise, même si les différences constructives restent importantes entre les greniers de Venise et ceux de Rome qui ont en particulier hérité des murs antiques de 1,20 m d'épaisseur.

Enrico DA GAI et Giulia VERTECCHI