



L'apport des techniques d'acquisition numériques à l'étude de la collection des blocs d'architecture romaine de Bordeaux

Jean-Jacques Malmay, Alain Badie, Dominique Tardy

► To cite this version:

Jean-Jacques Malmay, Alain Badie, Dominique Tardy. L'apport des techniques d'acquisition numériques à l'étude de la collection des blocs d'architecture romaine de Bordeaux. 5e édition du colloque Virtual Retrospect: 3D et archéologie, Nov 2013, bordeaux, France. pp.147-156. hal-01481688

HAL Id: hal-01481688

<https://amu.hal.science/hal-01481688>

Submitted on 25 Oct 2017

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

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

Virtual Retrospect 2013

**Actes du colloque Pessac (France)
27 - 28 - 29 novembre 2013**



Ausonius - UMR 5607
Maison de l'Archéologie
Université de Bordeaux
F - 33607 Pessac cedex
<http://ausoniuseditions.u-bordeaux-montaigne.fr/>



Éditeurs scientifiques : Robert Vergnieux - Caroline Delevoie
Directeur des publications : Olivier Devillers
Directeur de la collection Archéovision : Robert Vergnieux
Secrétaire des publications : Nathalie Tran
Graphisme de couverture : Nathalie Tran

Imprimerie : Gráficas Calima, S.A.
Avda Candina, s/n
E - 39011 Santander (Espagne)

© AUSONIUS 2015
ISSN : 1771-5911
ISBN : 978-2-35613-141-6



UMS 3657
SHS - 3D

Virtual Retrospect 2013

Collection Archéovision
Volume 6

AUSONIUS ÉDITIONS

Sommaire

Alain ROUSSET	
<i>Préface</i>	7
 Session 1	
L. LESCOPI, S. CASSEN, V. GRIMAUD	
<i>Naexus : dispositif immersif mobile pour la valorisation du patrimoine</i>	11
F. FAUQUET, P. JOCKEY	
<i>Proposition de restitution numérique de l'Artémis de Délos : polychromie originelle et contexte architectural initial</i>	19
M. CHAYANI, S. FERDI, R. VERGNIEUX	
<i>Du relevé photogrammétrique à l'usage du BIM Étude et restitution de la basilique sainte Salsa (Tipasa/Algérie)</i>	25
H. PLISSON	
<i>Digital photography in use-wear studies, from 2D to 3</i>	35
V. FERUGLIO, B. DUTAILLY, M. BALLADE, C. BOURDIER, C. FERRIER, S. KONIK, D. LACANETTE-PUYO, P. MORA, R. VERGNIEUX, J. JAUBERT	
<i>Un outil de relevés 3D partagé en ligne : premières applications pour l'art et la taphonomie des parois ornées de la grotte de Cussac (ArTaPOC / programme LaScArBx)</i>	49
 Session 2	
H. COQUEUGNIOT, B. DUTAILLY, P. DESBARATS, A. PETROVNA BUZHILOVA, O. DUTOIR	
<i>Développement des virtuelles ostéologiques en anthropologie biologique et en paléopathologie. Application aux traumatismes de guerre de la période napoléonienne (Retraite de Russie, décembre 1812), première analyse virtuelle de paléo-balistique</i>	57
M. SCHLICHT, A. MOUNIER, F. DANIEL, P. MORA	
<i>Polychromie médiévale et photogrammétrie 3D : la restitution des couleurs d'origine d'un ange du portail Royal (vers 1250) de la cathédrale de Bordeaux</i>	63
É. FOLLAIN	
<i>Le centre monumental romain d'Apollonia d'Illyrie : restitution d'un paysage urbain</i>	73
P. AUPERT, É. FOLLAIN	
<i>Le nymphée de la Larissa à Argos : reconstitution théorique et virtuelle</i>	81
A. FAVRE-BRUN	
<i>Architecture virtuelle et représentation de l'incertitude : analyse des solutions de visualisation de la représentation 3D</i>	91
 Session 3	
P. FLEURY, S. MADELEINE	
<i>Le forum de Trajan au IV^e siècle p.C. L'apport des technologies 3D et de l'interactivité</i>	99

V. MATHIEU, S. SANZ-LALIBERTÉ, H. BOHBOT, J.-B. PINEAU <i>Acquisition des données archéologiques en 3D : vers un outil de gestion dynamique en 3D</i>	107
F. LAROCHE, C. RAJAOFERA-RENARD <i>La réalité augmentée aux Forges de Paimpont</i> <i>Comment mettre en valeur le patrimoine historique et industriel des forges ?</i>	113
L. CAVALIER, J. DES COURTILS, P. MORA <i>Restitution d'un théâtre unique : l'exemple de Xanthos</i>	121
D. PLETINCKS, C. CAPURRO <i>Methodology for sustainable digital restoration</i>	129
B. DUFAY, P. MORA <i>Les restitutions 3D du prieuré Saint-Cosme (La Riche–Indre-et-Loire)</i> <i>La modélisation d'un ensemble complexe à plusieurs phases chronologiques</i>	135
Session 4	
J.-J. MALMARY, A. BADIE, D. TARDY <i>L'apport des techniques d'acquisition numériques à l'étude de la collection</i> <i>des blocs d'architecture romaine de Bordeaux</i>	147
J. CASTET <i>Retour d'expérience sur l'intégration d'une PFT collaborative</i> <i>dans les projets de valorisation du patrimoine</i>	157
G. SACHAU-CARCEL, R. VERGNIEUX, D. CASTEX <i>Du terrain à la restitution tridimensionnelle quels enregistrements de données pour quels résultats ?</i>	165
R. VERGNIEUX <i>De la CAO à la photogrammétrie : 30 ans d'exploration des nouveaux usages de la 3D</i> <i>pour les SHS</i>	173

L'apport des techniques d'acquisition numériques à l'étude de la collection des blocs d'architecture romaine de Bordeaux

Jean-Jacques Malmay, architecte, IRAA, CNRS, Paris, jean-jacques.malmay@laposte.net

Alain Badie, architecte, IRAA, CNRS, AMU, Aix-en-Provence

Dominique Tardy, directrice de recherche, IRAA, CNRS, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Résumé : Dans le cadre du programme de l'ANR ORAG, dirigé par Dominique Tardy et Alain Badie, les techniques d'acquisition par la photogrammétrie numérique par corrélation dense ont été expérimentées sur des blocs d'architecture décorés du Musée d'Aquitaine de Bordeaux. Plus de quatre-cents blocs, composantes d'édifices de l'antiquité gallo-romaine bordelaise, ont fait l'objet d'une étude financée pendant quatre ans. Les missions annuelles sur site ne pouvaient guère dépasser plus d'un mois.

Bien que l'étude d'une collection aussi vaste et dans un temps assez court n'eut pas été totalement insurmontable avec les seules méthodes traditionnelles, elle aurait sans doute été moins complète et plus difficile à accomplir sans les techniques de numérisation. Le caractère expérimental du travail a donné lieu à de nombreuses réflexions sur les apports et les défaillances de cette technique appliquée au relevé de blocs. Elle a nécessité l'élaboration d'une méthode adaptée qui nous a permis d'enrichir celle du relevé traditionnel et qui a ouvert la voie à d'autres modes d'acquisition et d'interprétation des données architecturales.

Loin de se substituer aux techniques classiques, l'acquisition de données numériques en trois dimensions s'avère en être un complément très utile. Néanmoins, ces expériences nous conduisent à poursuivre l'intégration des deux techniques par le développement d'une méthode hybride qui prend en considération les avantages et les limites de chacune, que ce soit pour le simple enregistrement des données ou pour leur analyse et leur interprétation.

Mots-clés : blocs d'architecture, antiquité gallo-romaine, ornementation architecturale, relevé, dessin architectural, photogrammétrie, restitution

Abstract : Within the framework of the ANR program "Ornementation Architecturale des Gaules", led by Dominique Tardy and Alain Badie (IRAA-AMU), the recording techniques using three-dimensional photogrammetry were experimented for the analysis of architectural decorated ashlar of the *Musée d'Aquitaine* in Bordeaux. More than four hundred elements, coming from several Gallo-Roman monuments of the city, have been the object of a study which lasted four years. The annual missions hardly exceeded more than a month.

Although the study of such a huge collection and in a rather short time span would not have been prohibitive with the traditional methods, it would sure have been less exhaustive and much more difficult to achieve without the digitalization's techniques. The experimental nature of this work brought us to reflect on the contributions and the failures of this technique applied to the survey of ashlar. It also required developing a method that was suitable for our aims. This is allowed us to enrich the traditional methods of survey and also opened the way to other modes to record and to analyse architectural data.

Far from substituting itself for the traditional technics, the acquisition of digital data in three dimensions is a very useful complement for our research. Nevertheless, this experience spurs us to go on with the integration of both traditional and photogrammetric techniques in order to refine the method according to their respective contributions and limits whether it is for the simple recording of the data or for its analysis and its interpretation.

Keywords : architectural ashlar, gallo-roman antiquity, architectural ornamentation, survey, architectural drawings, photogrammetry, restitution

INTRODUCTION

L'étude de la collection de plus de quatre cents blocs architecturaux de Bordeaux romaine est un des objectifs du programme de l'ANR ORAG¹. C'était l'occasion de mettre à l'épreuve d'une étude scientifique d'envergure de nouvelles technologies numériques qui trop souvent restent expérimentales. Leur emploi est présenté ici selon trois phases importantes d'une étude archéologique. Dans une première partie, il est traité de la complémentarité de la photogrammétrie numérique avec les techniques classiques pour l'étude de blocs d'architecture décorés. La deuxième concerne le problème de la restitution d'une composante architecturale à partir d'une méthode réunissant moyens classiques et modélisation tridimensionnelle. La conclusion présente des pistes concernant la comparaison de cette composante avec le corpus d'édifices connus de la même période.

LE RELEVÉ DE BLOCS PAR L'INTÉGRATION DE LA PHOTOGRAMMÉTRIE NUMÉRIQUE AUX MOYENS TRADITIONNELS

Avec la photogrammétrie numérique, il est désormais relativement facile de réaliser grâce à des logiciels spécifiques² des fac-similés d'objets physiques sous forme de maillages tridimensionnels. Les conditions que ces fac-similés doivent remplir pour une analyse sont la correspondance métrique de l'objet numérique avec l'objet physique et la fidélité du premier à la morphologie du second et la lisibilité. Il sera ici moins question de ces problèmes, considérés ici comme résolus, que de l'étape suivante, c'est-à-dire l'exploitation du résultat de cette acquisition. Elle concerne l'étude proprement dite du bloc à l'aide de sa copie numérique.

Les trois opérations principales accomplies pour l'étude d'un bloc d'architecture sont l'examen de sa forme, la distinction et la définition de ses traits pertinents par la description et le dessin, et la mesure de ses dimensions. La forme et l'ornementation complexe de certains blocs sont difficiles à dessiner et à mesurer avec les moyens classiques et nécessitent un travail long et minutieux. Les premières expériences faites sur les blocs de Bordeaux ont conduit à élaborer une méthode hybride réunissant la photogrammétrie numérique par corrélation dense avec les moyens traditionnels du relevé. Elles ont consisté dans un premier temps à essayer d'étudier le bloc à partir du maillage tridimensionnel texturé. L'objet servant d'exemple est un bloc du Musée d'Aquitaine³ (fig. 1).

Essais d'étude du bloc à l'aide de son fac-similé numérique

Le maillage tridimensionnel texturé est le fac-similé d'un bloc qui peut être tourné et observé sous tous les angles avec un logiciel de visualisation. L'examen de ce moulage numérique permet d'en apprécier la forme générale, d'en identifier le rôle architectonique et d'en comprendre la position et le sens au sein de l'édifice auquel il appartenait (fig. 2a). Selon le degré de conservation de l'objet réel, on peut identifier et décrire assez aisément toutes ses faces (fig. 2b). L'aspect photographique de la texture permet d'en percevoir les détails ornementaux et techniques (fig. 2c), mais leur identification n'est pas toujours satisfaisante à cause de leur modèle complexe, de leur profondeur ou leur petite taille. Elle nécessite un rapport direct avec le bloc. Néanmoins, une description peut déjà être commencée. Des mesures et des compléments d'observation restent à faire pour la compléter.

La description d'un bloc est indissociable de la compréhension de sa géométrie et des mesures de ses dimensions et de ses angles (fig. 3). Avec les moyens classiques, elles sont réalisées avec plus ou moins de difficultés directement sur le bloc à l'aide de mètres, d'équerres, de compas et de rapporteurs. Dans les logiciels communs de 3D, les outils de mesure sont paradoxalement assez peu adaptés à ce type d'opération. Seuls certains logiciels de types industriels possèdent des outils mathématiques de régression qui permettent de déterminer l'équation d'une figure géométrique régulière à partir d'un nuage de points dont l'organisation s'apparente à cette figure. Par exemple, à partir des points appartenant à une face du bloc, un plan géométrique théorique peut être défini ; en créant de la sorte un plan pour chaque lit d'un bloc, la mesure de distance entre les deux plans permet de connaître sa hauteur. Mais pour de telles mesures, le bloc réel doit être suffisamment bien conservé, ce qui n'est bien souvent pas le cas.

L'intégration des techniques numériques aux moyens traditionnels du relevé

Une solution à ce problème consiste à travailler, non plus en trois, mais en deux dimensions en représentant le maillage tridimensionnel en géométral. Ce géométral réunit toutes les faces du bloc vues selon au moins deux projections orthogonales, réduites à une échelle donnée et correspondant géométriquement les unes aux autres (fig. 4). C'est une représentation abstraite d'un objet réel qui regroupe ses faces principales avec leurs dimensions en vraie grandeur et leurs angles non déformés. Il est indispensable à la conception et à la fabrication de tout objet manufacturé et il l'est donc également pour son analyse *a posteriori*. Ses dimensions et ses angles sont alors presque tous mesurables directement sur chaque projection du géométral.

1. Ornementation Architecturale des Gaules, ANR, IRAA, 2010-2013.

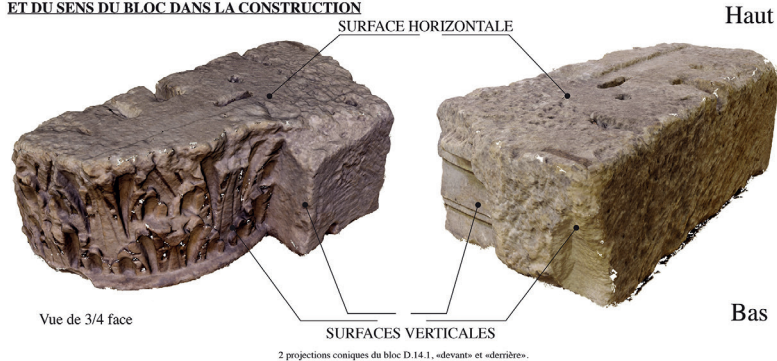
2. Réalisation des maillages de Bordeaux avec Geomagic© grâce à Pascal Mora d'Archéotransfert, puis avec 123DCatch©, et enfin avec le logiciel Photoscan Professional d'Agisoft.

3. Bloc D.14.1, réserves de La Palu (inventaire d'Anne Zieglé, conservatrice du fonds antique du Musée d'Aquitaine, maillage tridimensionnel réalisé par Pascal Mora d'Archéotransfert© à Bordeaux).

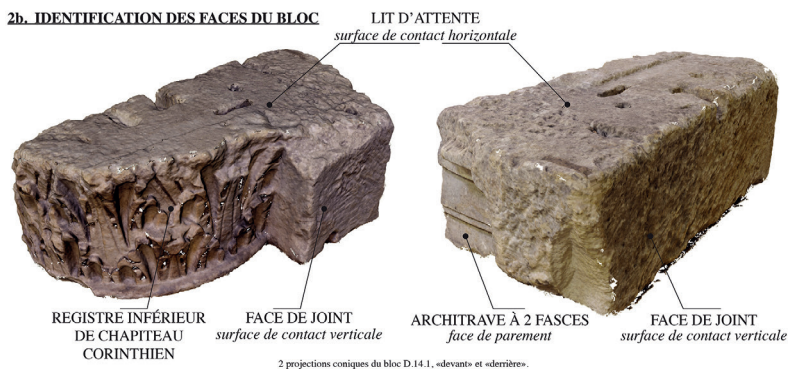


Fig. 1. Photographie du bloc D.14.1.

**2a. COMPRÉHENSION DE LA POSITION
ET DU SENS DU BLOC DANS LA CONSTRUCTION**



2b. IDENTIFICATION DES FACES DU BLOC



**2c. EXAMEN DES DÉTAILS
ORNEMENTAUX ET TECHNIQUES**

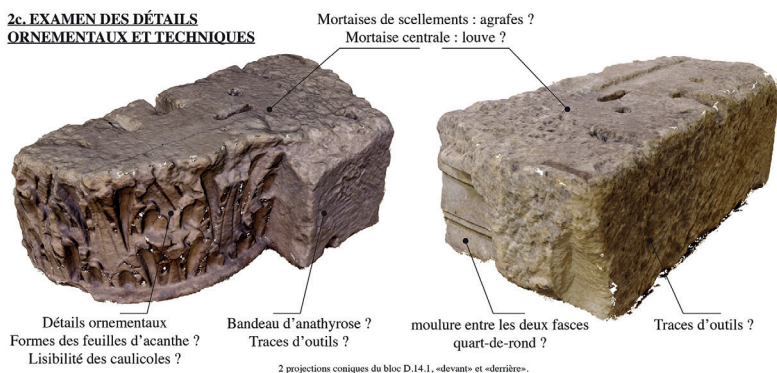
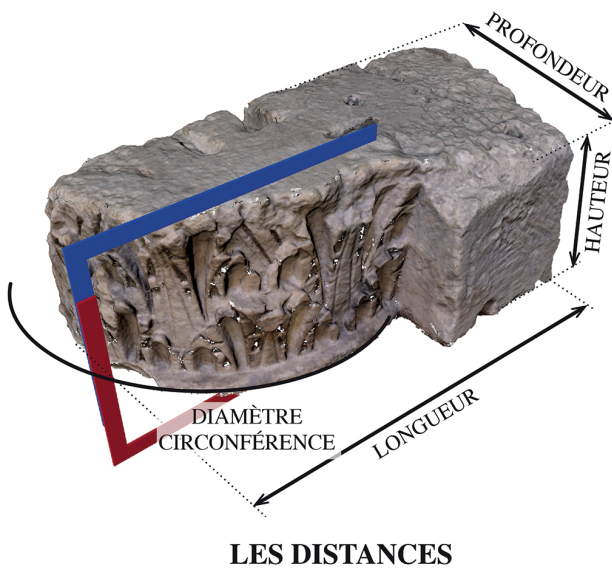
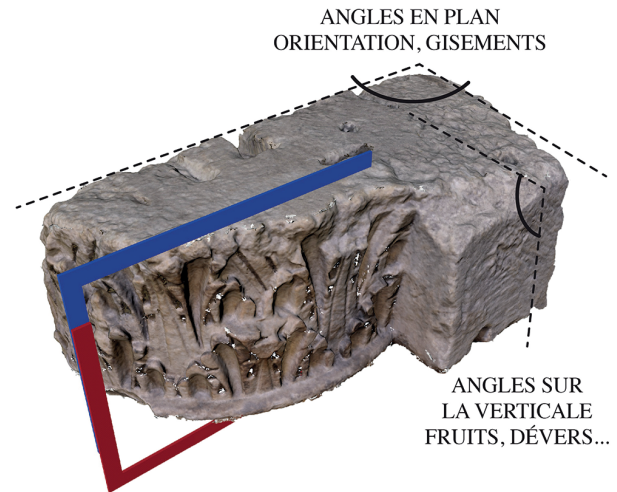


Fig. 2. Premières observations sur le maillage tridimensionnel.



LES DISTANCES



LES ANGLES

Fig. 3. Mesures : les distances et les angles.

LE GÉOMÉTRAL

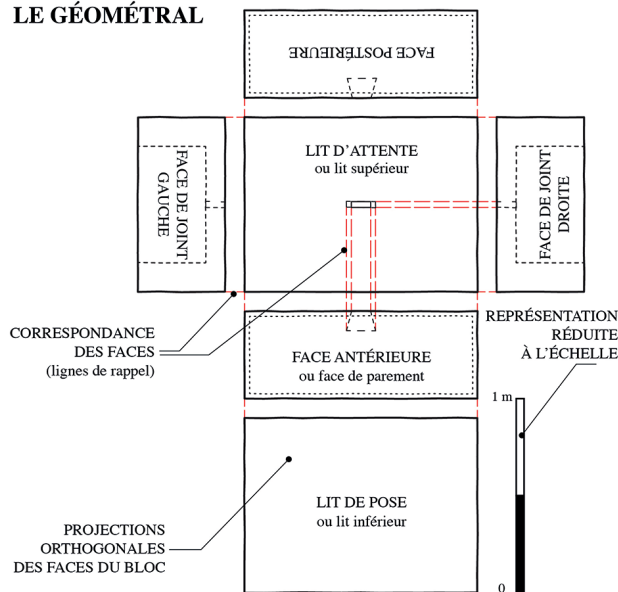


Fig. 4. Représentation conventionnelle d'un bloc.

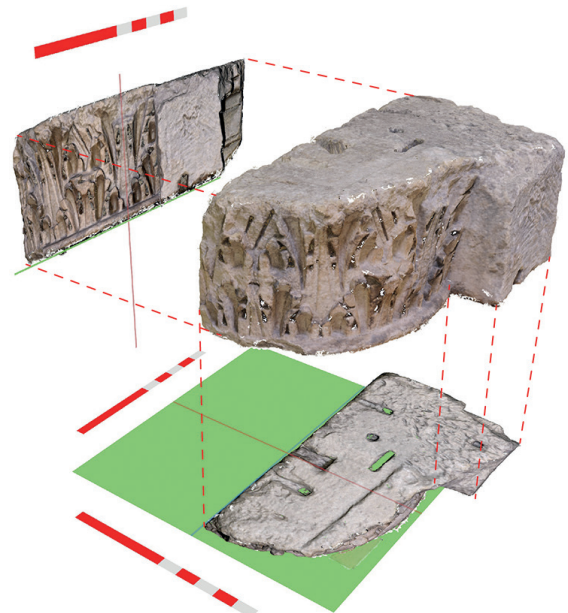


Fig. 5. Projections orthogonales du maillage.

Plusieurs logiciels de modélisation 3D⁴ permettent d'obtenir des images photo-réalistes en projection orthogonale des faces du bloc (fig. 5). Le maillage est tourné de manière à ce que ses faces soient alignées aux plans principaux du système orthonormé du logiciel. Les vues des faces sont exportées sous forme d'images qui sont rassemblées au sein du géométral⁵ (fig. 6).

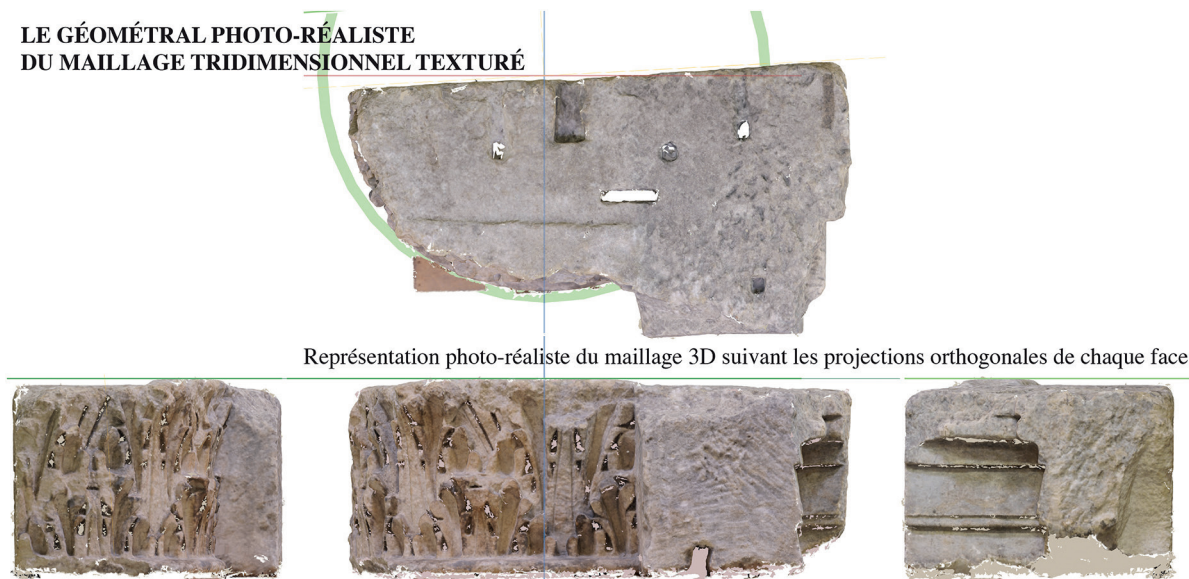
À l'instar d'une photographie, le géométral photo-réaliste présente tous les éléments qui rendent compte de l'aspect d'un bloc mais cette accumulation d'informations non

perpendiculaires entre elles) ; les différentes directions de projections orthogonales des faces ont donc été choisies afin d'éviter les effets de raccourcis.

4. 3DStudio®, Cinéma4D®, Rhino3D®, etc...

5. Le bloc présenté ici est irrégulier (toutes les faces ne sont pas

LE GÉOMÉTRAL PHOTO-RÉALISTE DU MAILLAGE TRIDIMENSIONNEL TEXTURÉ



Représentation photo-réaliste du maillage 3D suivant les projections orthogonales de chaque face

Fig. 6. Géométral photo-réaliste, 1/25.

hiérarchisées, cette multitude de détails nuisent à la lisibilité des lignes importantes du bloc. Par ailleurs, si chaque image du géométral peut en principe être mesurée, le positionnement des deux extrémités d'une mesure demeure assez hasardeux. Une telle approximation (qu'est-ce que l'on mesure vraiment ?) est contradictoire avec la précision théorique extrême que permettent les logiciels. Une analyse basée exclusivement sur le maillage tridimensionnel d'un bloc donne des résultats intéressants mais elle doit être complétée par une description et un relevé *in situ* autant pour en distiller les caractères principaux de l'objet que pour en faire des mesures pertinentes.

Les deux opérations essentielles d'un relevé sont le dessin et les mesures. Tout comme la description, le dessin est un mode d'analyse et d'interprétation car il procède d'une sélection et d'une hiérarchisation des traits pertinents du bloc (fig. 7). Pour mesurer un bloc, il faut d'une part savoir choisir les parties importantes à mesurer et d'autre part être conscient des ordres de grandeur. Toucher l'objet est essentiel pour choisir les points où la mesure sera la plus pertinente ou pour appréhender les inflexions d'un motif ornemental. En pratique, une minute de relevé est réalisée devant le bloc et elle est dessinée sur un calque posé sur le géométral photo-réaliste. Les mesures importantes sont effectuées directement sur le bloc et les éléments secondaires sont calqués sur le géométral photo-réaliste avec un constant aller-retour entre les observations sur le bloc et celles sur son image. La mise au net des minutes autorise une représentation ordonnée de chaque élément par une codification graphique préalablement établie (fig. 8).

Complémentarité des deux techniques

Rétrospectivement à ces expériences, il paraît pertinent d'intégrer les nouvelles techniques d'acquisition aux moyens traditionnels du relevé au sein d'une même méthode. La photogrammétrie numérique facilite la projection orthogonale de formes complexes comportant une ornementation élaborée et en permet une représentation photo-réaliste sans déformation. Le dessin prend ici tout son sens comme mode d'analyse et il sert à sélectionner et à mettre en évidence les formes importantes du bloc. Cette méthode est évidemment perfectible. Elle a néanmoins permis de révéler des points susceptibles d'amélioration et d'autres que nous aimerions voir développer dans les logiciels (fig. 9).

Les outils de la restitution : exemple d'une colonne engagée

Parmi les blocs conservés au dépôt lapidaire du musée d'Aquitaine, onze ont été à ce jour réunis au sein d'une même série grâce à leur matériau, leurs dimensions et leur ornementation. Ces éléments architecturaux ont très certainement appartenu aux colonnes d'un monument de très grande taille.

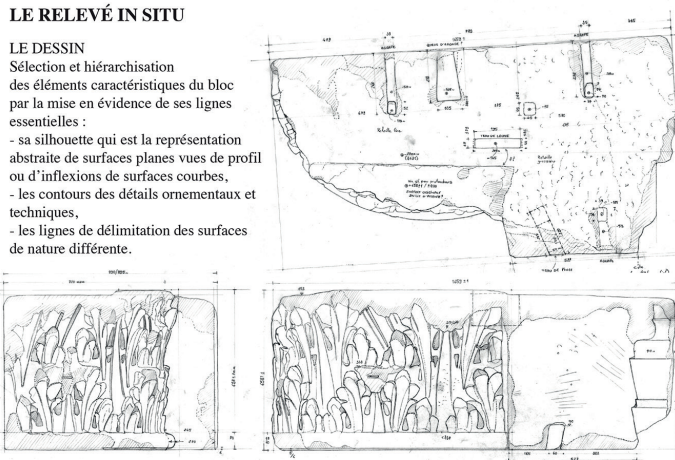
La base

Le bloc A.11.1 conserve le quart d'une base attique et le départ d'un fût à rudentes d'un diamètre d'environ 1,49 m (fig. 10). Au lit d'attente et à la face de joint, une mortaise d'agrafe indique qu'il était lié à un autre bloc. La mouluration de la base s'interrompt avant la face de joint conservée. Il s'agit donc d'une base de colonne engagée, soit au quart, au demi ou même au trois quart dans la mesure où il est impossible d'identifier la face appuyée contre le mur du musée.

LE RELEVÉ IN SITU**LE DESSIN**

Sélection et hiérarchisation des éléments caractéristiques du bloc par la mise en évidence de ses lignes essentielles :

- sa silhouette qui est la représentation abstraite de surfaces planes vues de profil ou d'inflexions de surfaces courbes,
- les contours des détails ornementaux et techniques,
- les lignes de délimitation des surfaces de nature différente.

**LES MESURES**

- choix des dimensions importantes à relever sur le bloc (longueur, profondeur, hauteur, position des ornements, dimensions des mortaises, etc...)
- recherche des points remarquables bien conservés où la mesure sera pertinente,
- approximation des valeurs en cohérence avec le mode de fabrication du bloc (habileté de l'ouvrier et qualité des outils employés).

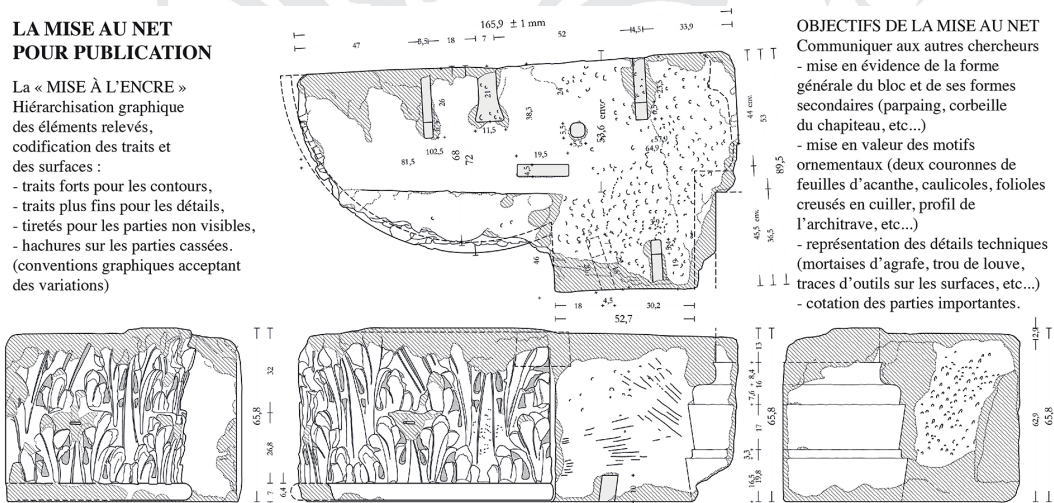
0,5 mm < précision des mesures < 5 mm
(variable selon les types de blocs)

Fig. 7. Minute de relevé, 1/25.

LA MISE AU NET POUR PUBLICATION**La « MISE À L'ENCRE »**

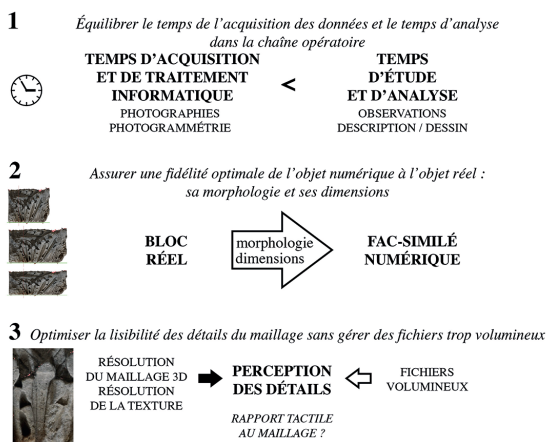
Hiérarchisation graphique des éléments relevés, codification des traits et des surfaces :

- traits forts pour les contours,
- traits plus fins pour les détails,
- tiretés pour les parties non visibles,
- hachures sur les parties cassées. (conventions graphiques acceptant des variations)

**OBJECTIFS DE LA MISE AU NET**

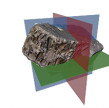
- Communiquer aux autres chercheurs
- mise en évidence de la forme générale du bloc et de ses formes secondaires (parpaing, corbeille du chapiteau, etc...)
- mise en valeur des motifs ornementaux (deux couronnes de feuilles d'acanthé, caulicoles, folioles creusés en cuiller, profil de l'architrave, etc...)
- représentation des détails techniques (mortaises d'agrafe, trou de louve, traces d'outils sur les surfaces, etc...)
- cotation des parties importantes.

Fig. 8. Dessin pour publication, 1/25.

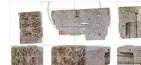
AMÉLIORATIONS DES TECHNIQUES D'ACQUISITION**POINTS À DÉVELOPPER POUR LE TRAITEMENT DU MAILLAGE**

Réunir en un seul logiciel les outils de traitement du maillage 3D

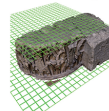
- 1 Développer des outils de visualisation et de traitement des maillages tridimensionnels adaptés aux exigences de la représentation en géométral :

**OUTILS « D'ORIENTATION » DU MAILLAGE 3D**

OUTILS AUTOMATISÉS POUR LE GÉOMÉTRAL
 PROJECTION ORTHOGONALE
 CORRESPONDANCE DES FACES
 ÉCHELLE ENTIÈRE (1/2, 1/5, 1/10, 1/20, ETC...)
 création automatique d'images à une échelle donnée et regroupement automatique des projections au sein d'un géométral pour impression.



- 2 Développer dans le logiciel des outils mathématiques (régression) pour les mesures et la modélisation des formes

**OUTILS MATHÉMATIQUES DE RÉGRESSION**

RÉGRESSION PLANAIRE faces, lits du bloc
 RÉGRESSION CIRCULAIRE diamètres de tambours...
 RÉGRESSION PARABOLIQUE entasis...
 Création de formes vectorielles pour les sections

Fig. 9. Améliorations de la méthode.

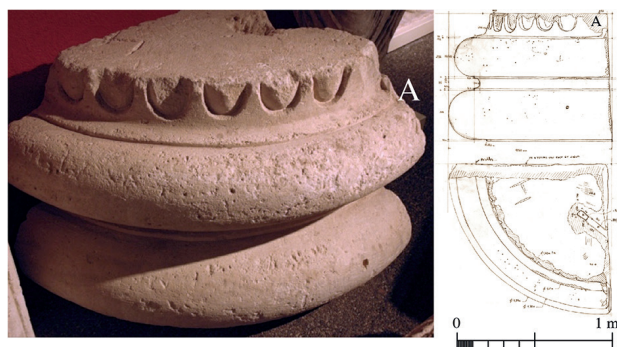


Fig. 10. Base attique A.11.1, 1/50.

Les fûts

Cinq tambours présentent des dimensions similaires et sont taillés dans le même calcaire tendre coquillé (fig. 11). Ils sont conservés plus ou moins sur la moitié de leur circonférence. La présence de trou de louve sur M.4.1 et B.1.1 indique que les blocs ne sont pas complets mais il est difficile d'affirmer s'ils appartiennent à des colonnes libres ou engagées.

Quoiqu'il en soit, leur irrégularité de taille rend difficile d'établir avec les outils traditionnels leur diamètre et le nombre de cannelures. Cependant, l'exploitation des maillages tridimensionnels s'est avérée une aide précieuse pour pallier ces difficultés. Les diamètres des tambours sont compris entre 1,40 et 1,60 m. Leur hauteur se situe dans une fourchette de 50 à 66 cm. Le diamètre, mesuré au lit d'attente du bloc de base est estimé à 1,49 m. Le tambour B.1.1, bloc intermédiaire entre les parties rudentées et cannelées du fût a un diamètre de 1,60 m. Enfin, le bloc M.4.1 dont les cannelures sont terminées par des ménisques a un diamètre de 1,42 m. Ces variations montrent l'existence d'un renflement du diamètre équivalent à 18 cm.

En ce qui concerne les cannelures, le bloc M.4.1 comporte le plus grand nombre de cannelures conservées soit : 18. Il est donc l'exemple le plus pertinent pour définir le nombre de cannelures d'un fût complet théorique. Le nombre canonique de 24 cannelures pour un angle d'ouverture de 15° ne fonctionne pas pour ce tambour. Ses cannelures ont un angle d'ouverture proche de 12°. Cet angle correspond à 30 subdivisions du cercle et, si on dispose une cannelure

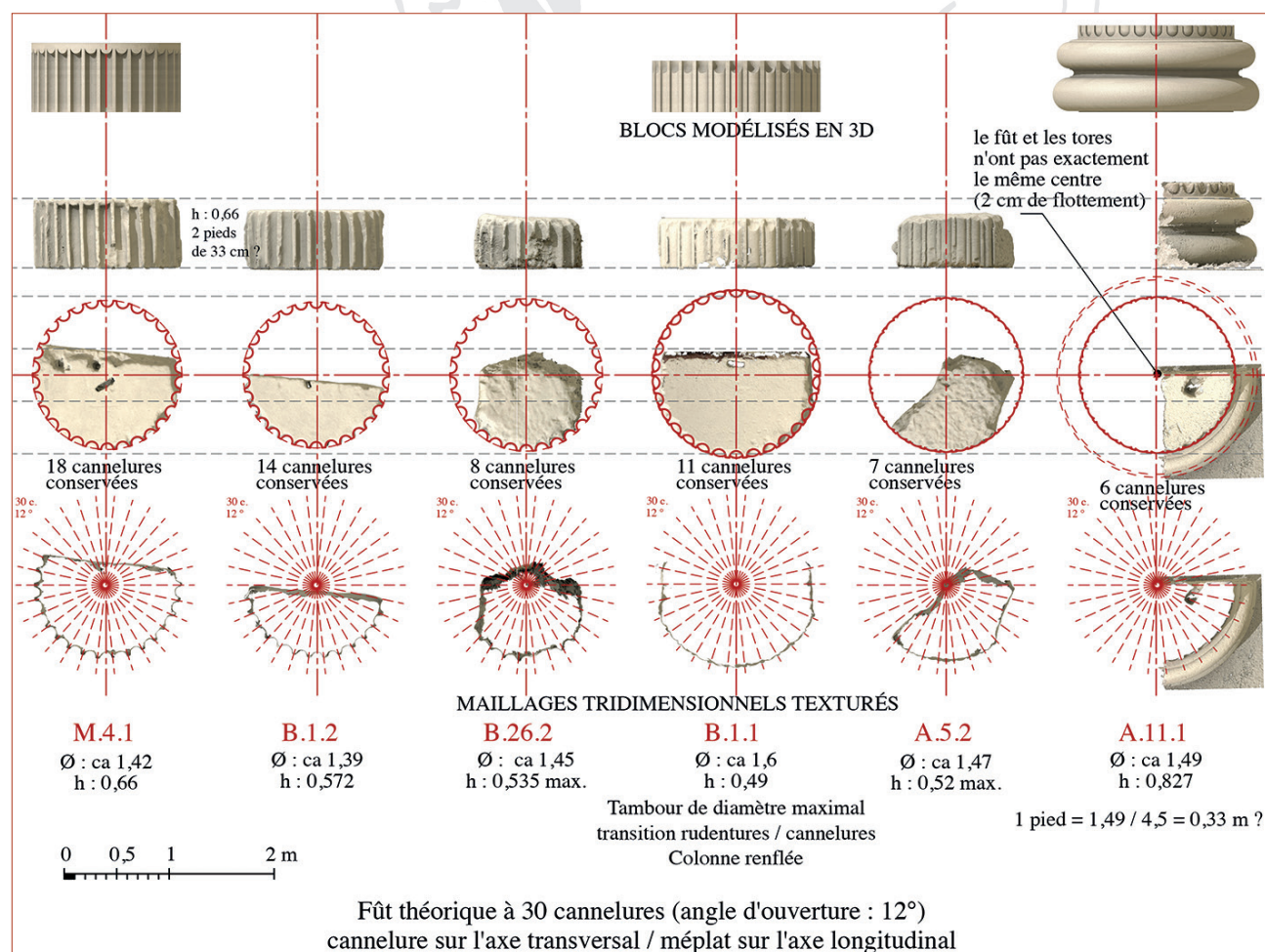


Fig. 11. Tambours du grand module, 1/100.

dans l'axe frontal de la colonne, l'axe perpendiculaire passe par deux méplats opposés. Ce nombre se vérifie sur les autres tambours moins bien conservés.

Les chapiteaux

Six blocs appartenant à des chapiteaux corinthiens d'un même programme ornemental sont conservés. Cinq d'entre eux appartiennent à un grand module ; il s'agit d'un registre inférieur (fig. 8) et de quatre registres supérieurs (fig. 12) de chapiteaux taillés dans deux assises. Le sixième incomplet mais taillé dans une seule assise diffère des cinq autres par des dimensions moindres. D'un point de vue stylistique, ces chapiteaux s'apparentent à des séries qui se développent à de nombreux exemplaires à partir de l'époque antonine dans les provinces de l'Est des Gaules. L'analyse architecturale et ornementale associée à l'étude des maillages tridimensionnels a permis de confirmer leur appartenance à des colonnes engagées. La présence de cavités d'agrafes et de trous de pince à crochet sur la face postérieure des blocs, la disposition des feuilles de calice, différente sur la face antérieure et sur les faces latérales et le désaxement du motif central des faces latérales rendent impossible l'attribution de ces blocs à des registres supérieurs de chapiteau libre. Le bloc D.14.1, seul registre inférieur conservé (fig. 8), est un parpaing de mur présentant sur une face le registre inférieur d'un chapiteau corinthien de grand module engagé au quart et sur l'autre face l'angle rentrant d'une architrave à deux fasces appartenant à un ordre moins haut.

Reconstitution de la colonne

Aucun des blocs conservés ne peut être superposé directement. Ils semblent donc tous appartenir à des colonnes différentes du même ordre. Cependant, ces blocs épars forment un échantillon suffisant pour reconstituer une demi-colonne théorique et, avec plus d'incertitude, la hauteur de l'ordre associé de plus petit module. La hauteur ne peut être définie précisément. Elle est de l'ordre d'une quinzaine de mètres si l'on lui attribue par exemple dix modules du diamètre de base.

L'entablement

L'attribution des blocs de l'entablement est en cours d'étude mais on peut déjà remarquer que pour l'architrave deux blocs B.5.1. et I.1 de dimensions importantes ont une syntaxe similaire à celle de l'architrave de plus petite hauteur déjà vue sur D.14.1. Aucun élément de frise n'a été identifié mais une corniche modillonnaire double G.3 composée d'une face lisse et d'une face ornée pourrait par sa hauteur, sa profondeur (H. 81 cm / prof 1,10 m) et ses caractéristiques stylistiques convenir pour la corniche sommitale de l'entablement du grand ordre.

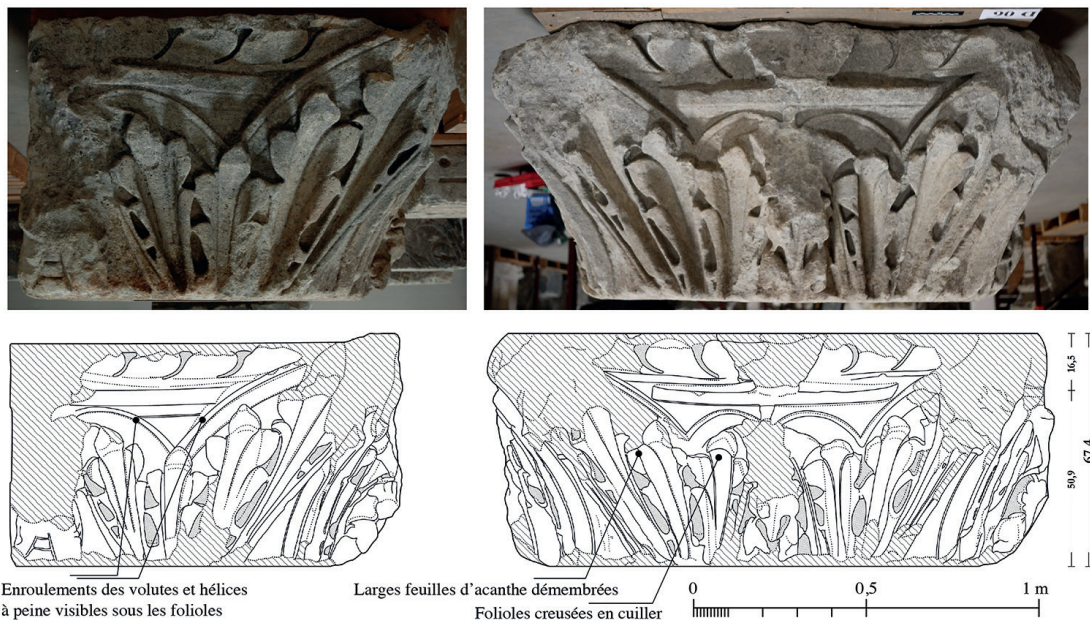


Fig. 12. Exemple de registre supérieur : D.13, 1/25.

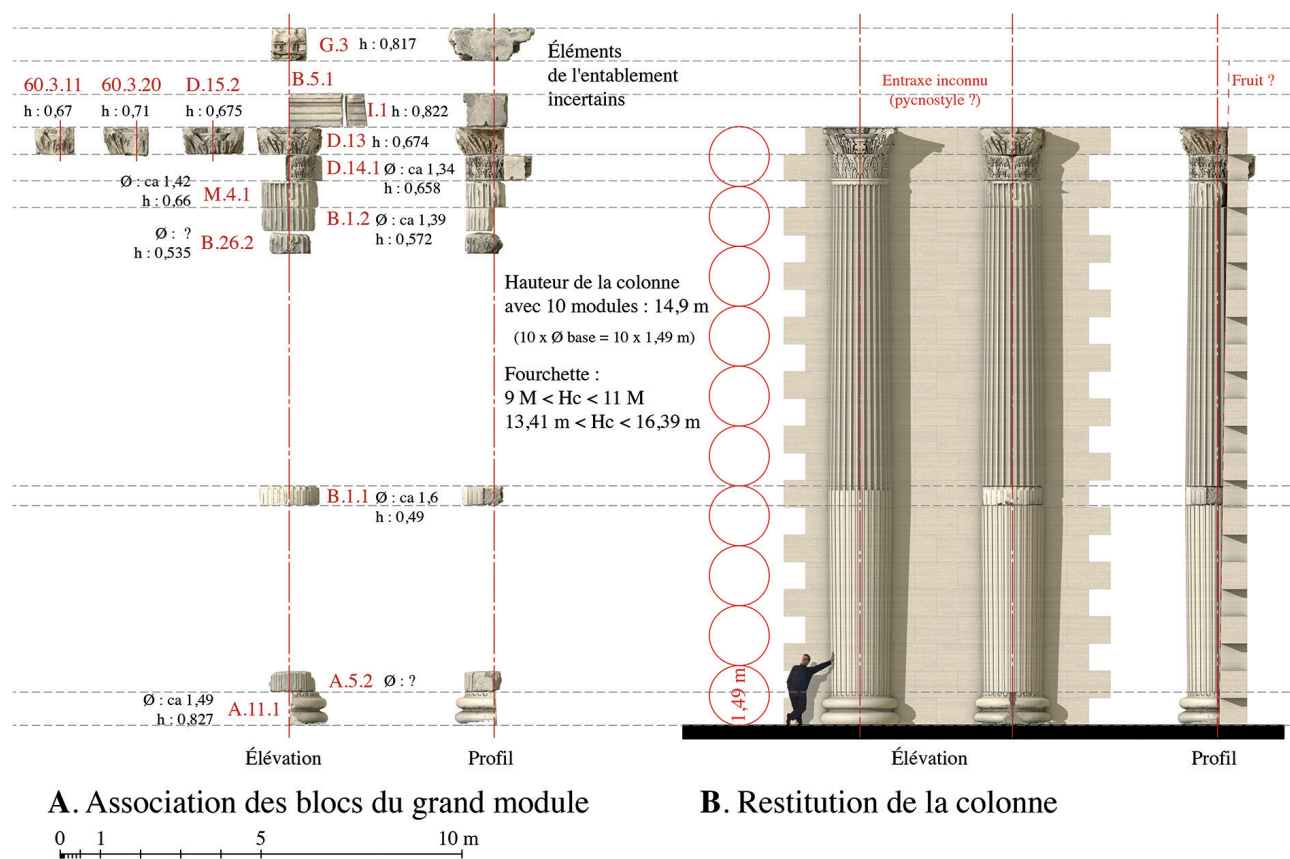


Fig. 13. Restitution de la colonne engagée, 1/200.

CONCLUSION

1. La photogrammétrie numérique a grandement contribué au relevé des blocs étudiés.
2. L'exploitation des nuages de points grâce à des logiciels tels que "Cinema4D®" a permis de tester, valider et de représenter les associations de blocs.
3. Les logiciels de CAO-DAO ont permis de construire et dessiner la restitution théorique d'une colonne engagée d'un grand module.

La comparaison avec l'élévation de la Maison carrée permet de mesurer l'ampleur du monument restitué (fig. 14 A et C). Pour autant, des monuments présentant des colonnes aux dimensions comparables ne sont pas exceptionnels dans l'empire romain au premier siècle comme le montre la synthèse réalisée par Domingo, Mar et Pensabene à propos du temple de Claude⁶. Des temples de dimensions comparables existent à Rome et dans les capitales provinciales (Tarragone, Merida et plus près de nous Narbonne). Pour le II^e siècle,

si l'on connaît des colonnes comparables sur les temples de Rome tels que l'Hadrianeum et le temple d'Antonin et Faustine, en Gaule la colonne bordelaise semble plus isolée. Elle est d'autant plus isolée qu'aujourd'hui aucun monument antique en grand appareil n'est conservé à Bordeaux. Le seul dont on ait gardé le souvenir étant les Piliers de tutelle aujourd'hui disparus et seulement connus par des gravures. Ceci invite à la comparaison entre les deux monuments. Cependant, si l'on essaie de mettre à la même échelle l'élévation dessinée en 1669 par C. Perrault⁷ et la colonne restituée (fig. 14 A et B), il ne faut pas sous-estimer d'une part, les difficultés liées à l'interprétation des dessins de Perrault qui sont partiellement cotés en pieds et en toise et d'autre part, la marge d'incertitude sur la restitution de la colonne.

Malgré tout, aux incertitudes près, on est frappé par la similitude des proportions. Pour autant, on ne pourra éventuellement conclure à l'appartenance de ces blocs aux Piliers qu'à la suite de l'analyse actuellement en cours. À tout

6. Domingo, J. A., R. Mar y P. Pensabene (2011) : "El Templum Divi Claudii. Decoración y elementos arquitectónicos para su reconstrucción, Archivo Espanol", in : *Arqueologia*, n° 84, 207-230.

7. Perrault, C. (1669) : "Voyage à Bordeaux (1669)", in : P. Bonnefon (1909) : *Paris, Mémoires de ma vie*, 183-185.

le moins, les blocs du musée d'Aquitaine ne sont pas ceux représentés sur les différentes gravures puisqu'ils sont issus du rempart de l'Antiquité tardive et ne pouvaient donc pas figurer sur le dessin de Perrault. S'ils appartenaient aux Piliers de tutelle, ils proviendraient des parties déjà démontées

au moment de la réalisation des gravures. Au demeurant, s'il s'avérait qu'il s'agit de deux monuments distincts, cela enrichirait singulièrement le patrimoine monumental de la ville au II^e siècle.

