
Guide de levé orthophotographique par photogrammétrie appliqué au patrimoine archéologique - Du choix des équipements aux paramètres de traitement par solution libre sous MicMac (IGN ENSG).

Matthieu Thivet*¹

¹Laboratoire Chrono-environnement - CNRS - UBFC (UMR 6249) – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6249, Université de Franche-Comté, Centre National de la Recherche Scientifique – France

Résumé

Guide de levé orthophotographique par photogrammétrie appliqué au patrimoine archéologique - Du choix des équipements aux paramètres de traitement par solution libre sous MicMac (IGN ENSG).

Par M. Thivet*, Q. Verriez**, A. Tomasinelli*

**UMR 6249 Chronoenvironnement - UFC*

***UMR 6298 ArTeHiS - UB - Bibracte EPCC*

En archéologie, comme dans bien d'autres disciplines, l'avènement du numérique a profondément bouleversé les méthodes et les outils quotidiennement utilisés, et plus globalement nos habitudes de travail dans leur ensemble. Toutefois, ces changements ont parfois conduit à l'émergence de travers que seules l'expérience et la pratique ont permis de mettre en évidence et de corriger progressivement. Un des exemples les plus flagrants concerne la photographie. En effet, si la photographie numérique a permis de s'affranchir de la nécessité de sobriété liée au coût des pellicules argentiques, elle s'est également traduite, à l'inverse, par une multiplicité irréfléchie du nombre de clichés, produisant ainsi une documentation numérique massive, trop souvent inutile. Cependant, le développement de la photographie numérique a également permis, conjointement à celle de la capacité de calcul des ordinateurs personnels, de démocratiser l'usage de la photogrammétrie. Cette technique permet de mesurer des scènes en 3D à partir de données photographiques en 2D. En archéologie, cette situation a mené au remplacement progressif de tout ou partie de nos relevés de terrain traditionnels (à la main, sur support papier millimétré) par des levés produits par photogrammétrie. Les images de vestiges archéologiques deviennent alors de véritables supports aux relevés techniques et scientifiques. Or la bonne pratique de ce procédé implique la maîtrise d'un ensemble de connaissances et de technique lors des phases d'acquisition et de traitement que

*Intervenant

de nombreux utilisateurs ont tendance à négliger tant les interfaces des logiciels actuels en simplifiant l'usage. Cette impression, qui n'en est clairement qu'une, conduit même parfois à caricaturer son usage en une démarche " presse boutons " alors qu'en réalité sa mise en œuvre relève de processus pourtant hautement scientifique.

Si les applications de la photogrammétrie sont nombreuses et variées, l'emploi qu'en fait l'archéologie est aujourd'hui bien standardisé dans la grande majorité de ces usages. Il s'agit principalement de remplacer les traditionnels relevés en plan, en coupe et en élévation des vestiges archéologiques, par la production d'ortho-images, dites orthomosaïques et de modèles numériques de surfaces.

Issus du constat d'une grande diversité dans la mise en œuvre de ces techniques sur le terrain, de formations trop souvent empiriques des utilisateurs, de l'utilisation fréquente de logiciels qui privilégient la simplicité à la reproductibilité des résultats, et d'une grave hétérogénéité dans la façon de présenter la qualité des données photogrammétriques, nous avons souhaité proposer un guide à destination de la communauté des archéologues. Le premier objectif de ce guide est de permettre à tous d'avoir recours à ces outils, dans la pratique quotidienne de sa discipline, par le recours à des équipements communs et par l'usage d'un logiciel libre et gratuit, issus des recherches scientifiques menées par les principales unités de recherches françaises en photogrammétrie. Le second objectif est de proposer un processus complet et ciblé aboutissant à la production d'orthomosaïque à partir de plusieurs photographies numériques. En effet, les principes de la photogrammétrie permettent également la production de nuages de points décrivant la scène capturée sous une forme tridimensionnelle, mais cet aspect de la méthode et son utilisation ne sera pas ou quasiment pas abordée dans cet ouvrage.

Précisons enfin que le contenu de ce guide est issu de huit années d'expérimentation et de développement méthodologique au cours desquelles nous avons pu tester de multiples logiciels et équipements dédiés, des plus coûteux à la solution libre retenue, en passant par les systèmes les plus couramment utilisés dans notre discipline. Une grande partie de ces développements méthodologiques ont été réalisés dans le cadre des projets de recherches archéologiques de l'UMR 6249 Chronoenvironnement, et tout particulièrement celles menées sur le site de Bibracte. Une grande partie de ces travaux sont d'ailleurs tirés de la thèse de doctorat de Q. Verriez, réalisée dans le cadre d'un contrat Cifre (Association Nationale Recherche Technologie) sans laquelle ce travail n'aurait pu voir le jour.

Nous proposons donc dans ce guide, un protocole de photogrammétrie complet, basé sur des exemples concrets et éprouvés, directement issus de contextes archéologiques. L'objectif est de fournir aux archéologues les informations essentielles pour produire des orthomosaïques pertinentes et critiquables par la communauté scientifique.

Cet ouvrage a été récemment publié aux presses universitaires de Franche-Comté en accès ouvert via la plateforme OpenEdition Books en sus d'un format papier destiné à son emport sur le terrain par les utilisateurs. Nous souhaitons donc profiter des rencontres annuelles du consortium 3D SHS pour présenter ce travail dont le contenu a été fortement guidé par les recommandations du consortium publiées en 2019.

L'ouvrage aborde dans un premier temps un certain nombre de bases théoriques destinées à un public non spécialiste de photographie, d'optique et d'image numérique. Nous passons ensuite en revue les instruments nécessaires et les paramètres à respecter pour réaliser une campagne d'acquisition sur un chantier archéologique.

Ensuite, nous proposons pour la phase de traitement un protocole complet avec MicMac, logiciel libre destiné à un public scientifique, qui met en avant des résultats transparents et reproductibles. Si l'usage de ce logiciel, fonctionnant intégralement en ligne de commande (en l'absence d'interface utilisateur), peut apparaître austère, nous avons pris le parti d'explicitier rigoureusement le fonctionnement de chaque commande utilisée dans le protocole de traitement comme dans l'exemple suivant.

Commande

mm3d Tapioca MulScale "*.JPG" 500 1500

Description

Tapioca : outil de calcul automatique des points homologues.

MulScale : aujourd'hui, les APN utilisés produisent des images d'une définition dépassant régulièrement les 5000 pixels (en nombre de pixels sur la largeur de l'image). Pourtant, plus la définition d'une image est haute, plus les calculs pour la recherche de points d'attache sont longs. L'argument MulScale sous-échantillonne chaque image à deux définitions différentes pour :

- Utiliser des définitions raisonnables pour le temps de calcul mais pertinente pour la découverte des points d'attache ;
- Repérer des points d'attaches fiables à partir d'éléments marquants présents à deux résolutions différentes.

"*.JPG" : l'instruction exécute la recherche des points homologues sur l'ensemble (*) des images contenues dans le répertoire de travail dont l'extension est .JPG. Attention, le logiciel est sensible à la casse, pensez à vérifier la façon dont est enregistré l'extension de vos fichiers (JPG ou jpg ou JPEG, etc.)

500 1500 : Il s'agit des deux définitions sélectionnées pour la recherche de points d'attache, calculé sur le plus grand axe de la photographie (Friedt 2014). Le ratio temps de calcul / découverte de points homologues fiable est satisfaisant avec les définitions proposées ici.

Production

Répertoire Homol : coordonnées X et Y des points homologues entre couples d'images stéréoscopiques en format binaire (.dat) et texte (.txt).

Répertoire Homol Sres : coordonnées X et Y des points homologues entre couples d'images stéréoscopiques en basse résolution.

Répertoire Pastis : enregistre les points homologues entre les photos par dossier et par fichier, et par image, le tout aux deux résolutions demandées.

L'ouvrage se conclut par quelques recommandations sur l'archivage et le stockage des données numériques produites pour la réalisation d'une orthomosaïque par photogrammétrie. Enfin, le processus de traitement complet est rappelé en fin de volume, comme suit, afin d'en faciliter l'accès aux utilisateurs de notre guide.

Résumé de la chaîne de commandes pour la production d'une orthomosaïque horizontale

mm3d Tapioca MulScale "*.JPG" 500 1500

mm3d Schnaps "*.JPG" MoveBadImgs=1

mm3d Tapas RadialStd "*.JPG" Out=CAL

mm3d AperiCloud "*.JPG" CAL Out=sparse_cloud.ply

mm3d GCPCConvert "#F=N_X_Y_Z" topo.txt

mm3d SaisieAppuisInitQT "IMG(1-3).JPG" CAL gcp1 topo.xml
mm3d SaisieAppuisInitQT "IMG(4-6).JPG" CAL gcp2 topo.xml
mm3d SaisieAppuisInitQT "IMG(7-9).JPG" CAL gcp3 topo.xml
mm3d GCPBascule ".*JPG" CAL CAL-Basc topo.xml topo-S2D.xml
mm3d SaisieAppuisPredicQT ".*JPG" CAL-Basc topo.xml topo_final.xml
mm3d GCPBascule ".*JPG" CAL CAL-Basc2 topo.xml topo_final-S2D.xml
mm3d Campari ".*JPG" CAL-Basc2 CAL-Terrain GCP=(topo.xml,0.05,topo_final-S2D.xml,0.7)
mm3d AperiCloud ".*JPG" CAL-Terrain Out=sparse_cloud_geo.ply
mm3d C3DC MicMac ".*JPG" CAL-Terrain
mm3d Malt Ortho ".*JPG" CAL-Terrain EZA=1
mm3d Tawny Ortho-MEC-Malt
mm3d ConvertIm Ortho-MEC-Malt/Orthophotomosaic.tif