

LA PHOTOGRAMMETRIE NUMERIQUE APPLIQUEE A L'ARCHEOLOGIE ET AU PATRIMOINE CULTUREL

SIHAM YOUNSI

Depuis quelques années, la photogrammétrie envahit le monde de l'archéologie et du patrimoine en raison du potentiel qu'elle projette sur le plan des données qui concernent en majorité tout le spectre des champs liés à l'étude et la sauvegarde des biens culturels, ainsi cette technique de numérisation exhorte au développement des projets scientifiques et constitue une méthode incontournable de pérennisation des valeurs à long terme.

La croissance exponentielle des logiciels spécialisés pour les relevés tridimensionnels au travers d'exemples de mobilier et immobilier, permet de juger leur perfectionnement et leur capacité quant à la puissance de la précision dans la représentation du tangible et sont perçus comme un outil fondamental pour les développeurs des projets scientifiques. Parmi les nombreux points que ce dispositif permet de réaliser, nous citons ce qui suit:

- les relevés par photogrammétrie lors des opérations menées sur sites, qui parfois doivent se faire dans un temps limité surtout si celles-ci s'inscrivent dans le cadre de l'archéologie préventive, permet un gain de temps en garantissant une haute précision.
- Etablissement des profils horizontaux, transversaux et ortho-plans¹, et même les associer sur un seul relevé pour une vision globale.
- Le calcul linéaire, surfacique et volumétrique des espaces.
- Extraction des détails, traces et reliefs et révélation des formes des structures du bâti et tous les objets.
- l'intégration des ressources 3D collectées pour les études archéologiques, ce qui constitue une documentation utilisable par les archéologues.
- visualisation et évaluation de l'information pour l'identification, étude comparative, analyse ..., basées sur des illustrations nettes en haute résolution.
- L'inventorisation scientifique et l'archivage afin d'assurer la bonne gestion et la conservation de l'existant et son identité.
- Centralisation des données 3D dans un serveur d'images pour le catalogage² numérique.
- Géoréférencement du résultat permet d'extraire les informations liées aux surfaces, cotes³...etc.
- Réalisation de la carte archéologique et SIG et leur associer les données archéologiques (sites, objets, monuments...) afin de les mettre en réseau.
- Etudes périodiques des évolutions des dégradations et transformations qui peuvent affecter les monuments et objets.
- Restitution photogramétrique et valorisation du patrimoine par la création de panoramiques géo localisées, visites virtuelles, maquettes numériques...
- Support pédagogique et de médiation scientifique.

¹ Consiste à obtenir une vue de face d'un plan, et la photogrammétrie permet le redressement et corrige toute déformation lors de la prise de photographies.

² Le ministère de la culture a signé une convention en 2013 pour la création d'un Centre National de Catalogage (CNDC).

³ En combinaison avec d'autres logiciels : autocad, QGIS, Grass ...

Les techniques actuelles, à travers leur mise au point, permettent aux différents intervenants, et acteurs du patrimoine, d'être souvent plus indépendants, tout en favorisant l'interséctorialité car cela ne doit pas les autoriser à s'affranchir pour autant des compétences nécessaires avec l'assistance de l'informatique, et faire de ce mariage un moyen d'investigation scientifique efficace. En effet, les programmes associés à la photogrammétrie sont toujours en cours de développement et chaque technique semble détrôner l'autre, non seulement cela, mais aussi les logiciels qui sont mis à la disposition du grand public en "open source"⁴ sont sujets à des contributions et créations dérivées, par des informaticiens afin de les améliorer selon le besoin.

Le champ d'application de la photogrammétrie est vaste, il va de la prise de clichés des sites archéologiques par drone jusqu'à la modélisation des petits objets avec des appareils terrestres de format plus modeste.

La création des images tridimensionnelles pose un intérêt majeur d'ordre méthodologique sur lequel s'appuie la pratique pour assurer l'adaptation du graphique à l'existant. Par ailleurs, ces méthodes conduisent vers une approche pluridisciplinaire devenue plus que nécessaire pour la réussite des projets (Topographie, géomatique,...etc.) Dans notre sujet nous présenterons deux exemples d'application : un sur un objet de céramique (Cf.fig.4) exposé au Musée de Chercell et un deuxième sur une partie d'un mur géo référencé du site des 3 Ilots - Chercell.

Notre objectif à travers cet essai de modélisation est d'arriver à rassembler les trois informations de base qui sont en commun avec les différents logiciels traitant ce genre de sujets : obtention d'un nuage de points de l'objet (Cf.fig.2), création d'un maillage (Cf.fig.3) et enfin application d'une texture surfacique réaliste. Pour se faire, il faut s'assurer que : la lumière diffuse soit homogène sur toute la surface du sujet, faire un recouvrement longitudinal et transversal de 80% par bandes entre deux clichés consécutifs s'il s'agit d'une surface (sol, façade) (Cf.fig5) et si c'est un objet, une série de photographies en le tournant sur tout ses angles (Cf.fig.1) et respecter la mise à l'échelle du sujet en se dotant d'un trépied ou une girafe.



⁴ Un logiciel libre, fourni avec ses sources complètes et permet d'ajouter ou modifier son contenu sans frais. Les exemples que nous proposons dans cet article ont été réalisés avec un logiciel de photogrammétrie privé qui existe sur le marché.

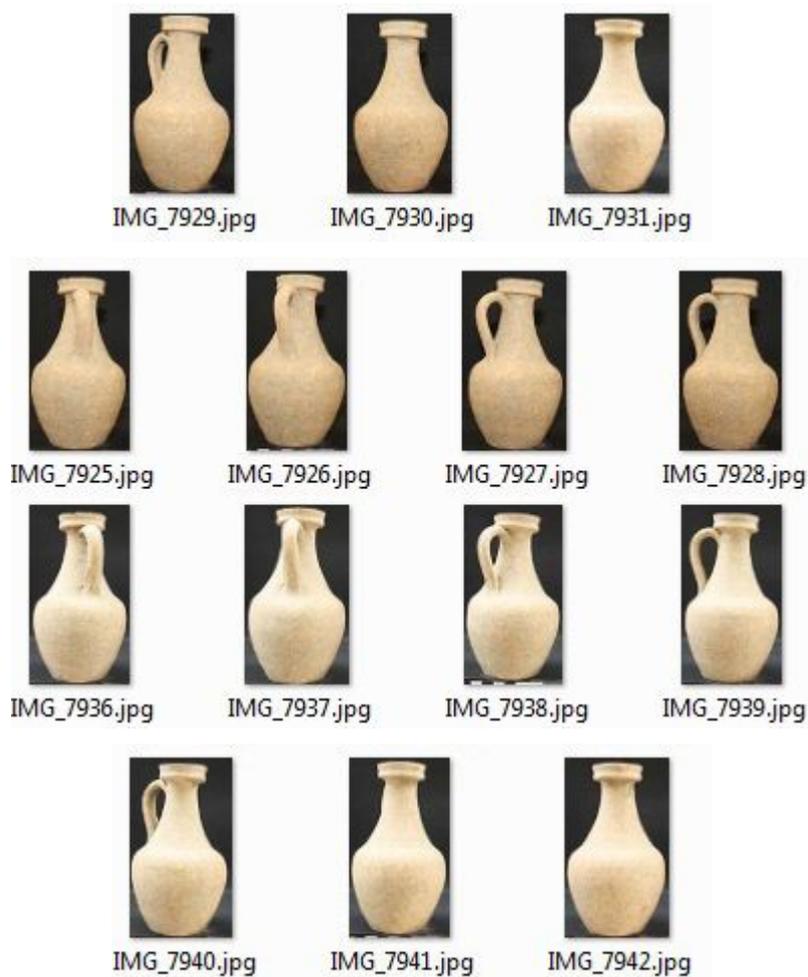


Fig1 : Clichés de l'objet sur tous ses angles.

Il est préférable de laisser les clichés dans leur format brut pour qu'ils gardent leurs données numériques contrairement au format Jpeg.

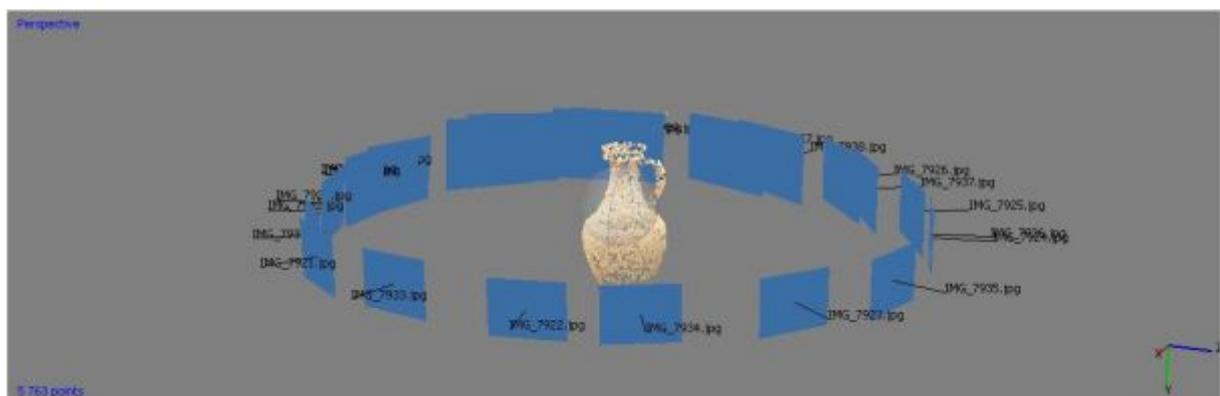


Fig2 : le nuage de points de l'objet dans lequel nous observons les positions de l'appareil photographique en bleu.

Dance cette étape, le logiciel effectue un calcul en utilisant les informations communes entre les images et fait une reconnaissance de pixels.

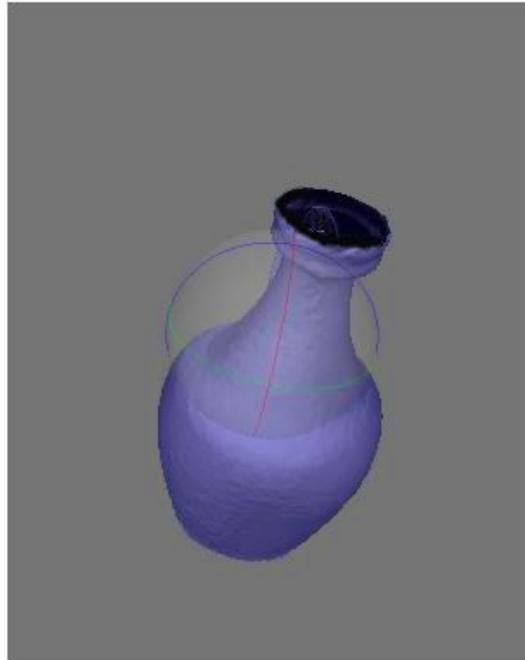


Fig3 : Maillage surfacé avant l'application de la texture.



Fig4 : Texturation et résultat final du sujet.

La même démarche a été adoptée pour le prochain exemple, cependant nous avons fait appel à un topographe pour l'acquisition des données spatiales d'une manière stratégique afin d'assurer son balayage qui nous sera utile ensuite pour saisir des ortho-plans d'une part et le géo référencement de l' autre part, avec l'insertion de marqueurs sur le terrain que nous retrouvons sur les images ,et donc sur le modèle tridimensionnel après traitement, nous créerons des repères sur ces clichés en leur attribuant les coordonnées X Y Z (du fichier source de la topographie) sur notre modèle que nous avons exporté par la suite sur QGis afin de le géo référencer.

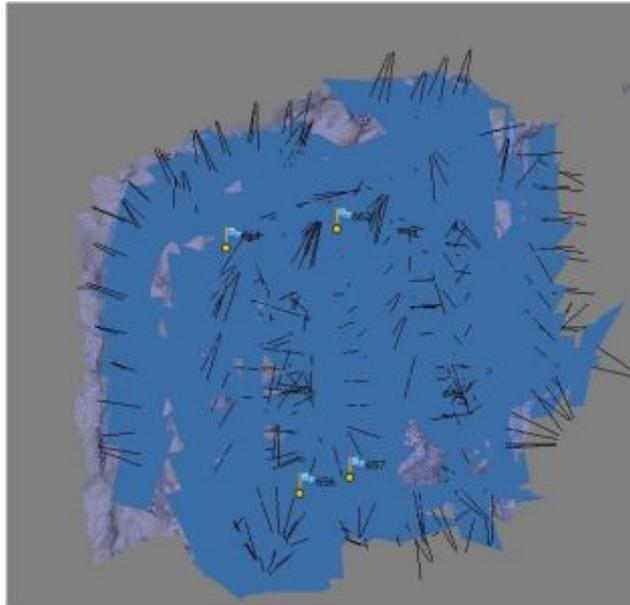


Fig 5 : Prise de clichés par bandes.

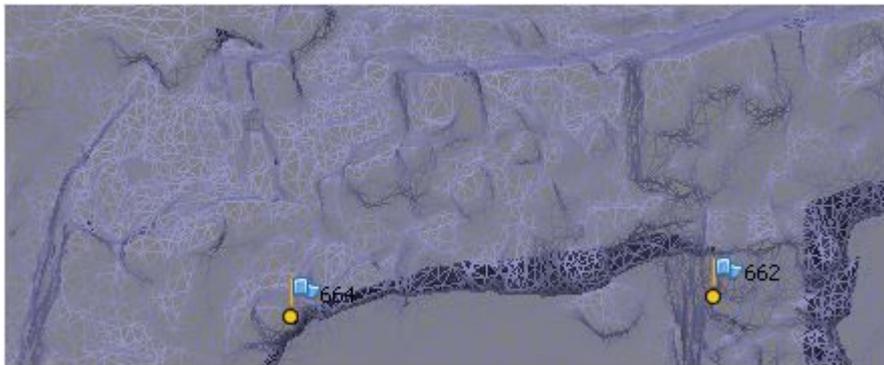


Fig6 : Maillage, et représentation des cibles topographiés dans une partie de mur.



Fig7 : Texturation du modèle



Fig8 : Résultat final avec une vue enregistrée selon choix.

Pour conclure, la photogrammétrie est un outil dont la capacité réside dans la capture de l'objet avec toutes ses propriétés. La haute résolution, la facilité dans sa mise en œuvre et la rapidité des relevés, la modélisation surfacique et la texturisation des objets donnent une autre vision des œuvres du patrimoine : une précision et un souci du détail recherchés par les archéologues, restaurateurs et acteurs du patrimoine et c'est ce qui nous pousse à encourager la formation et l'utilisation de la photogrammétrie par les différents intervenants dans le domaine archéologique afin d'avoir une meilleure lisibilité de notre histoire et patrimoine identitaire.

Bibliographie :

L. BARATIN, « Rilievo architettonico e rilievi virtuali », in *Malta : la fabbrica delle mura*, Cooperativa libraria universitaria editrice Bologna, Bologne, 2004

Pierre GRUSSENMEYER, « Photogrammétrie architecturale et modélisation 3D du Patrimoine », in *XYZ - Revue de l'Association française de topographie*, no 95, Paris, 2003

Ravier, C. Représentation 3D architecturale du temple d'Auguste et Livie à Vienne (Isère), *XYZ*, n° 112, 2007.

INRAP, Lever par photogrammétrie numérique : corrélation dense d'images, 2014

ICOMOS, études sur la photogrammétrie appliquée aux monuments historiques, St Mandres, France, 1968.