

Le point sur les techniques de levé

Le foisonnement des techniques de levé et les multiples possibilités d'exploitation des données récoltées bouleversent les habitudes des acteurs de la préservation du patrimoine. En fonction de leurs rôles (mesureurs, contrôleurs, utilisateurs des données) ils doivent être à même de suivre les évolutions technologiques afin de réaliser correctement les opérations requises, écrire un cahier des charges cohérent, dialoguer avec les spécialistes de la mesure, etc. L'objectif de cette présentation est de décrire la mise en place d'un large tableau comparatif des techniques existantes sur base de critères techniques et économiques.

Introduction

À côté de techniques simples (ruban, équerre à prisme, etc.) encore employées ponctuellement, les objets du patrimoine (bâtiments, ruines, fouilles) étaient relevés traditionnellement par tachéométrie et photogrammétrie. Le passage à l'électronique au tournant des années 80-90 a amélioré leur productivité (saisie et traitement). Il a permis aussi de fournir plus directement les données sous forme numérique facilitant ainsi leur exploitation dans des logiciels de DAO par exemple. Cette évolution n'a cependant pas changé fondamentalement la manière de travailler sur terrain. Par contre, l'automatisation des différentes phases de mesure a permis à des opérateurs moins qualifiés de réaliser les opérations techniques. La fin des années 90 a vu l'avènement de la technologie GPS, ou pour utiliser le terme plus générique, le Global Navigation Satellite System – GNSS. L'impact de cette révolution s'est limité dans un premier temps dans le domaine qui nous occupe à faciliter le géoréférencement des levés. Dès les années 2000, des scanners lasers ont été commercialisés et ont progressivement investi le monde de la mesure. Cette nouvelle technologie a dû murir pas loin de 10 ans avant de s'imposer. En effet, le volume de données collectés et le traitement délicat des nuages de points produits ont longtemps posé problème... et des progrès sont encore attendus dans l'automatisation des processus. Cette technologie a changé la proportion de travail entre le terrain et le bureau. Le post-traitement et l'exploitation des nuages de points produits deviennent la partie la plus consommatrice en ressources humaines. La photogrammétrie digitale quant à elle a évolué lentement. Dans un premier temps, les progrès ont été fulgurants en photogrammétrie aérienne. Il a par contre fallu attendre ces 5 dernières années, pour voir émerger des solutions de photogrammétrie terrestre extrêmement performantes, ne nécessitant plus de chambre optique calibrée. La technologie de traitement multi-images s'appuyant sur des développements informatiques poussés permet d'acquérir de manière rapide et quasi automatique des modèles 3D de bonne qualité. De plus, au-delà de la géométrie, l'emploi de photographie permet l'obtention d'information radiométrique. L'emploi de cette technologie avec des drones est la dernière évolution ayant fait son apparition sur le marché. Hormis les problèmes légaux d'utilisation et la nécessité d'avoir des opérateurs formés au maniement du drone, les perspectives d'utilisation sont impressionnantes et particulièrement bien adaptées à certains levés architecturaux complexes. Ce rapide survol de l'évolution des techniques de mesure des 35 dernières années ne serait pas complet sans aborder la tendance à l'intégration de toutes ces techniques. Ne citons que l'exemple des systèmes mobiles embarquant scanners laser, appareils photographiques et caméras, localisés par GNSS et plate-forme inertielle, permettent d'obtenir des données 3D de manière semi-automatique sur de grandes zones relativement rapidement. Ceci étant, le challenge pour les spécialistes de la préservation du patrimoine n'est pas que de s'adapter à une évolution de techniques qui se seraient enchaînées au cours du temps. Il est plutôt d'appréhender le fait que ces techniques ont leurs

avantages et inconvénients, et quelles sont maintenant très souvent combinées pour obtenir le meilleur résultat exploitable. De plus, le nombre d'intervenants et les niveaux de formation de ceux-ci évoluent considérablement.

Comparaison des techniques de levé

L'objectif de cette contribution est de décrire la méthodologie d'établissement d'un tableau comparatif des techniques d'acquisition de données géométriques accessibles aux spécialistes du patrimoine. De nombreuses études comparatives des techniques de levé ont été réalisées ces dernières années. Citons à titre d'exemple les travaux de Fassi *et al.* (2013), Mateus *et al.* (2012), Rose (2012), Guarnieri *et al.* (2010), Grussenmeyer *et al.* (2008) et Yastikli (2007). Certaines de ces contributions plus techniques se basent principalement sur des critères quantitatifs (par exemple la précision géométrique). D'autre, comme Rose (2012), intègre des critères plus qualitatifs qui rendent compte d'une certaine praticabilité des techniques. Un exemple est présenté à la table 1 qui reprend une comparaison entre la photogrammétrie et la lasergrammétrie.

	Photogrammétrie	Lasergrammétrie
Coût	attractif : entre 3 000 € et 7 000 €	onéreux : de 35 000 € à 100 000 €
Transport	peu encombrant	de peu encombrant à encombrant
	de léger à lourd	de léger à lourd
Polyvalence	S'adapte à tout type d'acquisition possible	
Acquisition	temps d'acquisition moyen	temps d'acquisition rapide
	nécessite un éclairage adéquat	
	nécessite une base (écart entre deux prises de vues)	ne nécessite pas de base
	peut être adapté sur un mobile (drone, cerf-volant, bateau...)	point fixe (sauf si centrale inertielle)
Espace de stockage	faible : quelques Go	important : plusieurs dizaines de Go
Consommation d'énergie	grande autonomie	autonomie moyenne
Résultat de l'acquisition	photos	nuages de points
Temps de post-traitement	long	court
Mise à l'échelle	indirectement (post-traitement)	directement à l'acquisition
Précision	relative à l'orientation absolue	millimétrique et infra-millimétrique
Couleur du nuage de points	directement	en fonction du scanner

Table 1. Tableau de comparaison entre la photogrammétrie et la lasergrammétrie (Rose, 2012)

Lors de la journée d'étude, l'objectif est présenter un tableau comparatif prenant en compte divers critères utiles aux acteurs de la préservation du patrimoine. S'inspirant du travail de Rose (2012), nous comptons prendre en compte une sélection de techniques de levé (photogrammétrie, tachéométrie / station totale, scanner laser) déclinées suivant leur vecteur d'utilisation quand il y a lieu (terrestre, mobile, drone, etc.). Les critères de comparaison seront la précision géométrique, la résolution spatiale, la précision radiométrique (quand elle s'applique), le temps d'acquisition, le temps de traitement (manuel / automatique), le coût (matériel / traitement / personnel /

infrastructure informatique), le niveau de qualification de l'opérateur, la facilité d'exploitation des données avec d'autres systèmes (Système d'information géographique, base de données spatiales...), etc.

Conclusions

Sans présumer des résultats de l'étude comparative, l'apport de celle-ci va certainement être de clarifier auprès des spécialistes du patrimoine les avantages et les inconvénients des nouvelles technologies qui leur sont offertes. Cette clarification est d'autant plus importante que les techniques se multiplient, qu'elles sont de plus en plus combinées et opaques, que la relative démocratisation de ces techniques amène de nouveaux opérateurs de niveaux de compétence variables.

Ce constat est d'autant plus important vu la tendance à la standardisation des données produites (par exemple, citons les travaux de Campos *et al.* 2015). Dans ce cadre, la qualité, la validité et l'intégrité des données ne peuvent être négligées et nécessitent une maîtrise de tout le processus de levé. En manipulant des données de plus en plus proches de la réalité perçue, les spécialistes du patrimoine voient leurs champs de modélisation se rapprocher de leurs champs réels d'exploration. Une nouvelle lecture des objets du patrimoine nous est offerte si l'on relève ces défis d'intégration et de maîtrise technologique.

Références

- Campos M., Tommaselli A., Ivánová I., Billen R. (2015). Data Product Specification for Photogrammetric Documentation of Architectural Heritage based on Experimental Analysis: Brazilian Case Study, Remote Sensing.
- Fassi F., Fregonese L., Ackermann S. et De Troia V. (2013). Comparison between laser scanning and automated 3d modelling techniques to reconstruct complex and extensive cultural heritage areas, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W1, 2013 3D-ARCH 2013 - 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 25 – 26 February 2013, Trento, Italy
- Guarnieri A., Vettore A., El-Hakim S. et Gonzo L. (2010). Digital photogrammetry and laser scanning in cultural heritage survey, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Commission V, Working Group V/2
- Grussenmeyer P., Landes T., Voegtli T. et Ringle K. (2008). Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B5. Beijing
- Mateus L., Ferreira V., Aguiar J. et Barbosa M. (2012). TLS and digital photogrammetry as tools for conservation assessment, Proceedings of the 3rd international conference on Heritage and sustainable Development.
- Rose H. (2012). Processus de création de nuages de points par corrélation d'images. Revue XYZ • N° 131.
- Yastikli N. (2007). Case study Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning, Journal of Cultural Heritage (8), pp 423-427