

TEXTURAGE DES MODELES LASERGRAMMETRIQUES 3D DE LA GROTTE DES FRAUX EN DORDOGNE

Laboratoire d'accueil : LSIIT-UMR 7005 CNRS UDS INSA

Equipe TRIO, Groupe PAGE Photogrammétrie et Géomatique à l'INSA



PFE présenté par :

Vincent LEGLISE

Directeur de PFE :

Laurent CAROZZA

Correcteurs :

Pierre GRUSSENMEYER

Emmanuel ALBY



1. Contexte et objectif de l'étude

La grotte des Fraux, située sur la commune de Saint-Martin de Fressengeas en Dordogne, est l'une des plus importantes grottes datées de l'Âge du Bronze (-1300 av. JC environ). Elle a été inscrite au titre des monuments historiques par l'arrêté du 24 octobre 1995 après les premières explorations.

La problématique générale du projet concernant la grotte des Fraux, élaborée en partenariat avec le SRA d'Aquitaine (Service Régional de l'Archéologie d'Aquitaine) consiste essentiellement en la conservation d'un des sites majeurs de l'Âge du Bronze.

Dans ce contexte, un partenariat entre le groupe PAGE de l'INSA de Strasbourg et M. Laurent CAROZZA, détenteur de l'autorisation de fouille, a été conclu en 2008 afin de réaliser la modélisation 3D de plusieurs secteurs de la grotte (secteur 11, 13 et 18).

Ce modèle 3D devra servir de base pour la communication et permettre l'intégration des différents résultats obtenus par les archéologues.

Mon travail est la suite d'un PFE réalisé en 2009 par Benoit CAZALET sur l'étude des modes opératoires permettant d'effectuer les relevés lasergrammétriques et photogrammétriques dans la grotte, ainsi que de la création des premiers modèles 3D maillés.

Mon projet a pour but de continuer les relevés des parois des secteurs mentionnés ci-dessus mais aussi de texturer les modèles 3D obtenus à l'aide d'images acquises avec une rotule panoramique.

Les différentes réflexions du projet sont concentrées autour des thèmes suivants :

- Les modes opératoires à mettre en œuvre pour l'acquisition des panoramas
- Le traitement des données
- Le texturage des modèles 3D à l'aide des images panoramiques

Durant toute la durée du PFE, deux missions terrains d'une semaine chacune ont été organisées :

- Au mois de mars, l'objectif principal était de relier les relevés lasergrammétriques effectués en 2008-2009 à l'extérieur en s'appuyant sur le cheminement polygonal déjà en place et complété. De plus, nous avons commencé les relevés et le cheminement polygonal dans la partie de droite, ainsi que les prises de photographies panoramiques.
- Au mois de juin, nous avons terminé le relevé de l'ensemble de la galerie de droite (secteurs 1 à 10) et nous avons pu tester un bras télescopique (Scan Arm de FARO), afin de comparer les différents résultats.

PFE soutenu en septembre 2010

Vincent Léglise 1/4

2. Mode opératoire mis en œuvre

Les modes opératoires mis en œuvre s'articulent autour de trois grands axes :

- Création du cheminement polygonal contenant les points d'appuis (tubes PVC plantés dans le sol) et les références (sphères FARO servant au géoréférencement des nuages de points)
- Relevé de la cavité par lasergrammétrie terrestre à l'aide d'un FARO Photon 120
- Prise de photographies sphériques destinées au texturage.

L'objectif est de créer un modèle 3D représentant le plus fidèlement possible la géométrie de la grotte. De plus, sur certaines parties d'intérêt scientifique pour les chercheurs, on nous a demandé de texturer le maillage généré.

Suivant la géométrie de la grotte, l'acquisition des données peut être complexe. En effet, certaines galeries sont très étroites et ne doivent pas être détériorées. Ici, la difficulté réside dans l'attention toute particulière que l'on doit apporter au matériel mais aussi aux parois.

Les données topographiques ont été acquises à l'aide d'un théodolite Leica TCRA 1201+ assurant une précision demandée pour l'implantation des points constituant le cheminement polygonal à travers les galeries. Cet appareil a aussi servi au relevé des coordonnées 3D des sphères FARO servant au géoréférencement des nuages de points acquis par le laser scanner FARO Photon 120 (voir figure 1a).

L'acquisition des données photogrammétriques s'est fait à l'aide d'un appareil reflex numérique Canon EOS 5D Mark II monté sur une rotule panoramique Manfrotto 303SPH. Deux objectifs à focale fixe de 28mm ou 85mm ont été utilisés selon l'éloignement par rapport à la paroi. Les deux objectifs ont fait l'objet d'une calibration avant et après les missions terrain afin de corriger les photographies des distorsions optiques.

Du fait des conditions particulières de la grotte, ce sont les données photogrammétriques qui ont posées le plus de problèmes d'acquisition principalement à cause de l'éclairage artificiel des parois.

3. Traitements des données

Les phases de traitements se divisent en deux catégories :

- Traitements des nuages de points
- Traitements des photographies

Le traitement des données lasergrammétriques brutes a été réalisé avec le logiciel FARO Scene, permettant, après reconnaissance des sphères, de géoréférencer un nuage de points (voir figure 1b). La densité d'un nuage de points étant trop importante pour le calcul du modèle global (40 millions de points par station, soit environ 1 point/mm) nous a obligé à ré-échantillonner les nuages à 1 point/cm de façon à les consolider et à les afficher sans difficultés dans les logiciels utilisés.

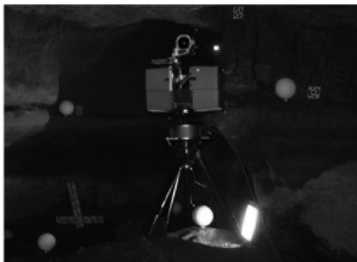
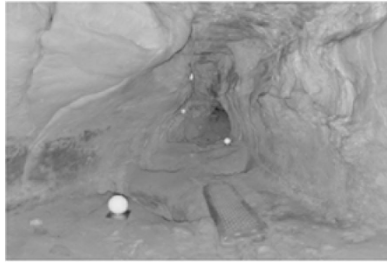


Figure 1. (a) Scanner Photon 120



(b) Exemple de galerie à relever

Le traitement des images prises avec la rotule panoramique s'effectue avec le logiciel PTGui. Ce logiciel utilise la radiométrie pour générer des points homologues pour chaque couple de photos ayant une zone de recouvrement commune. On paramètre le type de projection désirée (projection sphérique sur la figure 2). On peut ainsi produire une image de très grande résolution couvrant une grande zone telle qu'une paroi de grotte.



Figure 2. Exemple de panorama généré avec PTGui (Salle du pilier)

Des cibles codées sont disposées le long de la paroi et chaque centre de cible est relevé par tachéométrie. Connaissant ainsi leurs coordonnées, on peut traiter ces photographies panoramiques sous le logiciel Photomodeler afin de les orienter. Cette étape est nécessaire si l'on veut texturer un maillage 3D. (voir figure 3)



Figure 3. Extrait d'un modèle d'une paroi de la salle du pilier texturé avec le Canon EOS 5D Mark II

L'étape finale est la création des modèles au format PDF3D. Ce format, facilement échangeable et utilisable par les archéologues et tous les autres intervenants, permet d'effectuer certaines opérations de base comme la rotation du modèle 3D, la mesure de distances spatiales ou la création de coupes et de profils dans le modèle 3D.

4. Résultats

Ce projet a permis de créer différents modèles (texturés ou non), représentant l'ensemble des secteurs mesurés à ce jour (voir figures 4). Ces modèles vont faire l'objet de comparaison avec les plans actuels de la grotte et vont permettre aux archéologues de compléter leurs plans papiers.

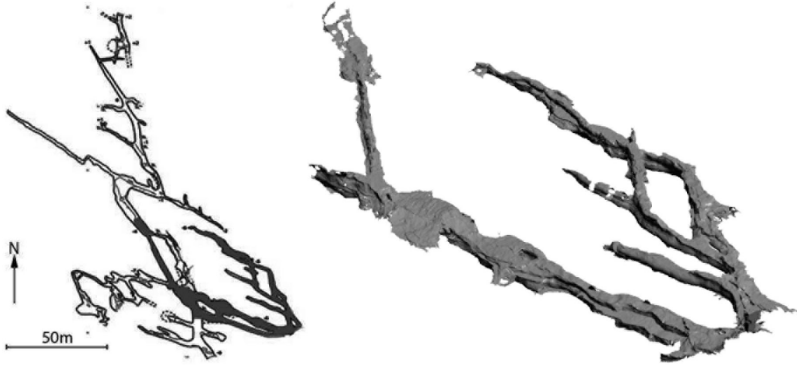


Figure 4. (a) Plan de la grotte avec zones déjà relevées (bleu)

(b) Modèle 3D maillé de l'ensemble de la grotte scannée à ce jour (densité de 1 point/centimètre)

5. Perspectives

Les futurs traitements devront se concentrer sur l'utilisation de photographies panoramiques qui posent encore quelques problèmes lorsque l'on représente une zone importante. En effet, les déformations du panorama rendent son utilisation impossible par la suite.

Le modèle 3D actuel de la grotte va servir de support à la création d'un SIG afin de créer une base de données où pourront être stockés tous les documents relatifs à l'étude de la grotte depuis plusieurs années.

6. Conclusion

Ce Projet de Fin d'Etudes s'inscrit dans la continuité des travaux réalisés par Benoit CAZALET en 2009. J'ai étudié la possibilité d'utiliser des photographies panoramiques afin de texturer les modèles 3D générés mais la complexité géométrique des parois de la grotte fait que l'utilisation de telles photographies restent limitée à de petites zones sans trop de déformations.

Les conditions de travail dans un milieu telle qu'une grotte permettent de développer des méthodes de travail et des facultés d'adaptation aux éléments naturels très différentes des conditions de travail habituelles en plein air.

Nous disposons actuellement d'un volume conséquent de données photographiques et géométriques qu'il faudra organiser dans une base de données pour que chaque intervenant dans la grotte puisse avoir accès aux informations des autres et mettre à jour ses renseignements afin de créer un outil de communication complet.