

Le relevé photogrammétrique des fouilles

Franz CAMPS,

Chef de travaux au Service de photogrammétrie de l'Université de Liège

Les fondations du chœur oriental dégagées par le Service National des Fouilles étant menacées d'ensevelissement à brève échéance et même de destruction totale à plus long terme, il parut nécessaire d'en dresser un plan détaillé dans les délais les plus brefs. Les moyens de la topographie classique ne pouvaient suffire pour relever rapidement et avec une précision suffisante des structures aussi complexes. Par contre, la photogrammétrie permettant la restitution de plans à partir de clichés stéréoscopiques, offrait l'avantage d'être une méthode d'enregistrement rapide et fiable.

La disposition même des vestiges rendait illusoire l'utilisation de photographies au sol (photogrammétrie terrestre). D'autre part, compte tenu de la précision demandée, des vues aériennes ne pouvaient convenir qu'à la condition d'être prises à très basse altitude.

C'est ce qui nous a conduit à combiner les méthodes de la photogrammétrie à courte distance et celles de la photogrammétrie aérienne. Nous avons utilisé une chambre terrestre fixée à la nacelle de l'échelle des pompiers.

La prise de vues a été exécutée le 20 mai 1981. L'appareil photographique est une chambre terrestre Wild P31, de 100 mm de distance principale, montée sur un support spécial permettant de la fixer à la nacelle de l'échelle des pompiers. Les photographies sur films-plans ont été prises à peu près verticalement d'une hauteur de 20 m avec des bases de l'ordre de 5 m. La restitution à l'échelle 1/50 a été exécutée par le service de Photogrammétrie de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Liège (dépliant hors-texte n° 6).

Rappel théorique

La restitution analogique d'un couple de photographies stéréoscopiques consiste à reproduire dans l'instrument restituteur toutes les conditions de la prise de vues : tous les angles se retrouvent évidemment tels quels tandis que les longueurs sont toutes représentées à la même échelle fixée d'avance.

Cela ne présente aucune difficulté majeure dans le cas habituel de la photogrammétrie terrestre où l'on est maître de toutes les conditions de la prise de vues : on sait en effet mesurer facilement et correctement la base photographique tandis que l'orientation de la chambre peut être

réglée parfaitement. Dans le cas qui nous concerne, la prise de vues ayant lieu à 20 m de haut et à partir d'un support instable, tous les éléments qui la concernent ne sont connus que de manière approximative, insuffisante en tout cas pour permettre une restitution directe. En fait, on se trouve dans le cas de la photogrammétrie aérienne, les axes des photographies sont presque verticaux et l'on ne connaît que l'ordre de grandeur de la base photographique (ici, environ 5 m à ± 25 cm près).

Dès lors, nos clichés doivent être traités comme on le fait en photogrammétrie aérienne, c'est-à-dire que la mise en place d'un couple stéréoscopique dans le restituteur doit se faire en trois étapes : l'orientation relative, la mise à l'échelle et le basculement. Ce n'est qu'après l'exécution de ces trois opérations que l'on peut passer au dessin proprement dit.

L'orientation relative d'un couple consiste à imprimer à l'une des chambres qui contiennent les clichés à restituer une translation et une rotation telles que l'opérateur ait sous les yeux un modèle parfaitement stéréoscopique : tous les couples de rayons homologues (qui proviennent des deux images d'un même point) doivent se couper. Il serait trop long et sans intérêt d'expliquer ici la théorie de l'orientation relative et d'en décrire l'exécution. Lorsqu'elle est terminée, les deux clichés du couple sont correctement orientés l'un par rapport à l'autre, mais le modèle stéréoscopique n'est ni à l'échelle voulue, ni correctement orienté dans l'espace.

La mise à l'échelle va s'opérer en faisant varier la longueur de la base de restitution. Cette variation se calcule en comparant une distance connue sur le terrain à la même distance mesurée dans le modèle. Il est donc nécessaire d'installer sur le terrain au moins deux points identifiables sur les photographies et dont on mesure la distance exacte.

Enfin, pour donner au modèle son orientation exacte dans l'espace, il faut lui imposer une rotation d'ensemble, telle que les dénivelées mesurées entre trois points du modèle soient les mêmes (à l'échelle près) que celles qui existent entre les trois points correspondants du terrain.

Finalement, la mise en place complète d'un couple nécessite, comme on le voit, des données terrain : au minimum, la distance entre deux points et les dénivelées relatives de trois points non en ligne droite. Ces points connus s'appellent des points d'appui.

Travaux de la place Saint-Lambert

Le site a été couvert par six couples de photographies stéréoscopiques. Le plan de prise de vues a fait l'objet d'une étude très fouillée. En effet, de nombreux paramètres sont à prendre en considération : performances de l'échelle des pompiers, possibilités de stationnement du camion-échelle, surface couverte par un couple, choix des stations en vue de réduire les angles morts, etc.

Une fois le choix arrêté, et le « plan de vol » définitif, on a installé et mesuré les points d'appui nécessaires (au moins quatre par couple). Ces points sont matérialisés par des cibles en matière plastique de forme octogonale comportant huit triangles alternativement noirs et blancs. Ils ont tous été repérés par rapport à un système de coordonnées unique pour l'ensemble du site. Tous les points situés à l'aplomb des stations de prise de vues ont été également repérés et marqués par un carré blanc lui aussi en matière plastique.

La prise de vues

La chambre Wild P31 est en principe une chambre terrestre. Elle se monte normalement sur un support composé de deux montants entre lesquels pivote un anneau métallique qui peut recevoir le corps de chambre. Ce support est à son tour fixé sur un trépied à l'aide d'une embase de théodolite.

La chambre présente cette particularité que son point principal, c'est-à-dire le point de percée de l'axe optique de l'objectif ne se trouve pas au milieu de la photographie, mais il est décentré de 15 mm. Comme la chambre peut faire un tour complet autour de son axe, il est possible d'introduire ce décentrement tantôt d'un côté tantôt de l'autre et, dans notre plan de prise de vues, nous avons profité de cette possibilité pour porter au maximum la surface couverte par un couple.

Support de la chambre (fig. 1)

Pour adapter la chambre aux nécessités de la prise de vues, nous avons conçu et réalisé un support permettant de l'accrocher à la nacelle de l'échelle des pompiers tout en sauvegardant son angle de champ. Ce montage est constitué de deux montants en tubes métalliques reliés par deux traverses. Ils présentent à chacune de leurs extrémités des encoches permettant de fixer rigidement l'ensemble aux échelons de la nacelle. Sur ces montants sont fixés deux anneaux circulaires en PVC, mobiles chacun autour de deux axes perpendiculaires de façon à former une espèce de cardan. Le corps de chambre est fixé dans l'anneau intérieur par un dispositif à billes à ressorts semblable à celui qui existe sur le support d'origine. L'anneau intérieur est pourvu d'une nivelle sphérique réglée au préalable en laboratoire et d'une graduation mesurant le dévers de la chambre. Pour assurer la verticalité de l'axe de la photographie on dispose de deux boutons agissant sur des vis sans fin

prenant dans des engrenages et permettant de donner à chacun des anneaux l'inclinaison voulue.

De plus, sur une poulie latérale à cran d'arrêt on a enroulé un fin câble de 1 mm de diamètre soutenant un poids et faisant ainsi office de fil à plomb. Ce fil porte un repère à 20 m et on peut donc contrôler facilement s'il est bien déroulé de la quantité prescrite.

Exécution de la prise de vues

La prise de vues a nécessité toute une série de manœuvres.

1. Placer le camion-échelle de telle sorte que l'axe de rotation de l'échelle vienne en un point situé à environ 12 m de la base photographique et sur la médiatrice de celle-ci. Ces emplacements avaient été repérés et marqués d'avance.

2. Embarquement de deux personnes dans la nacelle, fixation du montage et de la chambre.

3. Élévation de la nacelle et son positionnement à l'aide du fil à plomb. Pour la position en plan, un opérateur au sol guidait la manœuvre de l'échelle. Pour la fixer à la hauteur convenable, tous les points au sol correspondant à une station de photographie avaient été nivelés. Il avait été décidé que toutes les photographies seraient prises dans un même plan horizontal situé à 20 m au-dessus du point le plus élevé du site. Pour réaliser cette condition, on a accroché au fil à plomb des rallonges calculées en fonction du niveau de chaque point de station.

4. Une fois la nacelle bien placée et stabilisée, le photographe cherche l'orientation de la chambre de telle sorte que le petit côté du format du cliché soit parallèle à la base photographique. Cette opération se fait à l'aide d'un verre dépoli portant un quadrillage correspondant aux côtés du cliché. Afin de mieux voir les repères de base au sol on y avait déposé des lampes de poche donnant des points lumineux bien visibles sur le verre dépoli. Cette position de la chambre est repérée par un index se déplaçant devant la graduation fixée sur l'anneau intérieur du support. Ce repérage est en effet indispensable car il n'est pas possible d'enlever le verre dépoli et de le remplacer par un châssis sans faire tourner la chambre et l'amener dans une position favorable. Le châssis étant chargé, il suffit de ramener l'index sur sa lecture pour que la chambre soit bien orientée en azimut. On peut alors déclencher l'obturateur. Pour prendre le second cliché du couple on fait simplement pivoter l'échelle de l'angle voulu et on recommence le même cycle de manœuvres. Notons que pour chacun des six couples on a placé le décentrement tantôt à gauche tantôt à droite de façon à assurer une couverture maximum.

Au total, la prise de vues proprement dite, sans compter les travaux préparatoires, a duré un peu moins de cinq heures.

La restitution

Le plan original a été restitué à l'échelle 1/50. A la demande des archéologues, toutes les pierres visibles ont été dessinées une par une sans distinction des structures

différentes. On dispose ainsi d'un document de base absolument fiable du point de vue métrique et dont l'interprétation est du ressort des spécialistes des diverses disciplines.

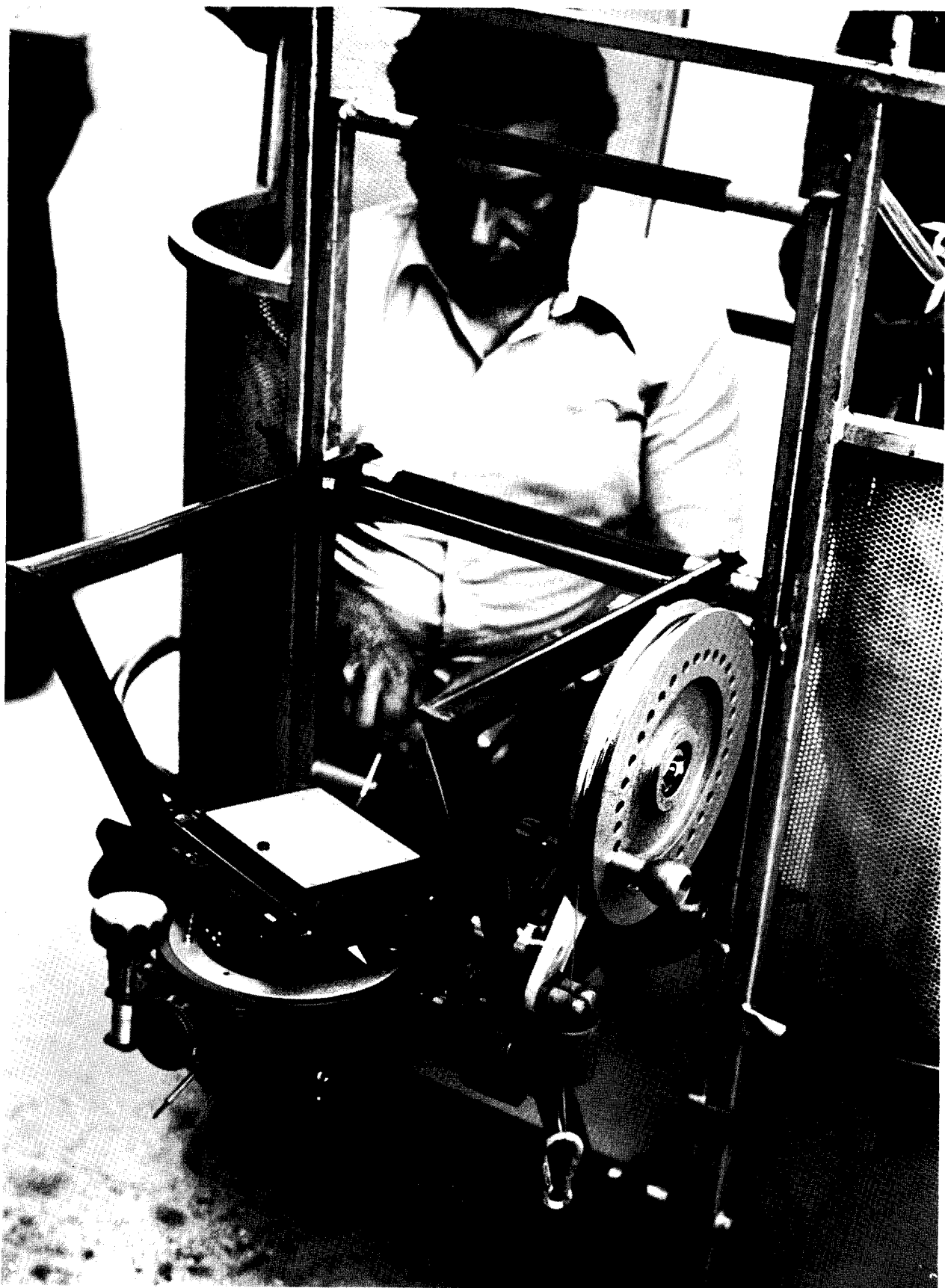


FIG. 1.

Fixation de la chambre de prise de vue à la nacelle de l'échelle du Service d'incendie.