

APPORT DE LA PHOTOGRAMMETRIE DANS LES TRAVAUX COURANTS DE LA CONSERVATION

En Tchécoslovaquie, on considère dans un même ensemble toute la documentation relative aux monuments historiques, qu'elle soit nécessitée par leur conservation ou par toute autre intervention sur ces monuments. Pour établir cette documentation, on utilise les méthodes les plus diverses, depuis les simples mesures au ruban, jusqu'aux méthodes géodésiques précises et à la photogrammétrie. Les résultats sont des plans et des coupes verticales des monuments, des élévations des façades et des relevés de détails architecturaux. Lorsqu'il s'agit d'ensembles de dimensions plus importantes, on effectue aussi un relevé représentant leur situation planimétrique et altimétrique et éventuellement même les arbres inclus dans ces ensembles.

Avant de présenter un aperçu des travaux photogramétriques et des méthodes d'exécution de ces travaux, permettez moi de vous exposer brièvement les principes retenus dans notre pays pour l'établissement de la documentation. Jusqu'en 1958, on levait les plans des monuments historiques dans différents organismes agissant chacun selon des conceptions individuelles. C'est pourquoi on a établi, sous ma direction, à l'Institut d'Etat de Prague pour la protection des monuments historiques et la conservation de la nature, des "Directives méthodiques pour le relevé des monuments historiques et des sites naturels protégés", directives contenant des instructions relatives aux opérations sur place, y compris les travaux de photogrammétrie, et à la présentation des plans. Après une expérimentation, ces directives ont été remaniées, complétées par des annexes graphiques et publiées comme "Directives pour le relevé des monuments historiques et des sites naturels protégés", applicables dans tout l'Etat. Ces directives constituent une instruction de base prescrivant comment effectuer les travaux en campagne et comment tracer les plans originaux et les matrices pour des exploitations futures. Les résultats des travaux (surtout les matrices) doivent contenir toutes les informations demandées par les "directives", quelle que soit la méthode par laquelle ces résultats ont été acquis. Ces informations sont assez vastes pour pouvoir satisfaire tous les be-

soins pratiques et théoriques, c'est-à-dire la conservation, la restauration, la rénovation, l'analyse, les recherches, etc. En Tchécoslovaquie, on établit le plus souvent une documentation complète, c'est-à-dire, comme je l'ai déjà dit, les plans, les coupes, les façades et les détails. Pour ces travaux, on emploie dans une large mesure les méthodes géodésiques classiques. La méthode géodésique principale, dont on fait usage le plus souvent pour le relevé des plans, est la méthode polaire avec mesure directe des longueurs; c'est la méthode la plus précise et la plus économique. Selon les circonstances, on l'emploie en combinaison avec la méthode orthogonale et la mesure directe au ruban. Pour les coupes, on applique habituellement la méthode du nivellement géométrique, et, pour le levé des façades, on utilise simultanément la photogrammétrie, le nivellement et les visées d'intersection. Il est clair que la photogrammétrie fait partie intégrante des méthodes de relevé et elle est employée dans tous les cas où elle est plus appropriée que les autres méthodes. On fait généralement appel, par ailleurs, aux moyens techniques modernes; par exemple, pour l'observation de parties élevées, on s'est servi d'un laser He-Ne; on fait usage d'ordinateurs électroniques, de coordinatographes électroniques et on introduit des procédés technologiques nouveaux. Mais, jusqu'à présent, il nous manque encore l'appareillage SMK avec le Terragraph, dont l'acquisition a fait l'objet de nos plus vifs efforts dans les derniers temps.

Permettez moi maintenant de consacrer l'essentiel de mon exposé à la part tenue par la photogrammétrie dans les relevés et dans l'établissement de la documentation des monuments historiques en Tchécoslovaquie et de vous présenter tout d'abord un bref aperçu sur l'évolution des travaux. Comme premier relevé photogrammétrique exécuté sur le territoire de l'Etat, on peut considérer le relevé d'un grand monument, comportant un groupe de statues, situé devant l'ancienne maison allemande à Brno, relevé effectué par le Prof. Löschner en 1914. De cette époque à 1958, on n'a employé la photogrammétrie qu'exceptionnellement pour les travaux de protection. Il est vrai qu'en Bohême, peu après la première guerre mondiale, le Dr. Růžicka s'est fait le propagateur de la photogrammétrie en faisant remarquer "l'exigence pressante d'établir et d'enrichir l'activité des instituts travaillant dans le domaine de la protection des monuments et de conserver ainsi les matériaux d'archives qui apporteront aux spécialistes une aide importante dans leur tâche de rénovation de précieux monuments". Cependant nous n'avons de cette période que le relevé des façades du château-fort de Karlstejn, effectué par "photogrammétrie à la planchette" (1) par le Prof. Pantoflicek, et le relevé de

(1) expression désignant l'exploitation des photographies par la méthode des intersections graphiques.

la façade du château de plaisance "Amérique" à Prague par "photogrammétrie à une image" (1), réalisé par l'Ing. Tomsa.

Ces méthodes ont été utilisées dans une plus large mesure par le Prof. Semerad en Moravie, où il a effectué une série de travaux tels que le relevé des remparts de Obrany, de Zelena Hora, de Paslovské vrchy, des châteaux Orava, Vranov n. Dyji et d'autres encore. Dans tout ces cas, il s'agissait plutôt du relevé d'un terrain très difficilement accessible ou même entièrement inaccessible. A Vranov n. Dyji seulement, il a fait usage d'un appareil redresseur de Roussilhe pour la représentation de la façade à l'échelle exacte.

La stéréophotogrammétrie fut employée en Tchécoslovaquie pour la première fois par le Prof. Fiker. Il a relevé la coupole de l'église de St. Nicolas à Prague, dans le quartier de Mala Strana, et il a présenté un rapport sur ce relevé au Congrès International de Photogrammétrie de Paris en 1934.

Dans les années suivantes, les méthodes photogrammétriques ne furent pas appliquées dans notre pays pour la protection des monuments. C'est pourquoi on ne peut parler d'un emploi important de la photogrammétrie pour la conservation des monuments historiques que de notre temps, ou plus précisément depuis 1958. Avant tout, il est nécessaire de nommer le Laboratoire de photogrammétrie de la Section géodésique de l'Ecole Technique Supérieure de Prague qui a relevé, en collaboration avec notre institut, au cours des années 1958-1966, une série de façades d'édifices à Prague et en dehors de Prague. Il s'agissait de travaux très intéressants et d'une grande ampleur concernant des palais, des châteaux-forts, des maisons bourgeoises, de même que des bâtiments rustiques populaires comme, par exemple, le palais baroque toscan à Prague, les bâtiments de la gare principale de Prague, datant du 19e siècle, l'auberge de Laska à Horni Jeleni et d'autres. Les constructions ont été relevées en majeure partie par la méthode de la photogrammétrie terrestre à une image en complétant les parties architecturales situées en dehors du plan de référence par la stéréophotogrammétrie ou par la méthode des intersections, c'est-à-dire par une méthode géodésique. De la même manière, on a complété aussi le relevé des autres parties des constructions visibles tels que les toits, les lucarnes, les cheminées, etc.

Dans l'enseignement de la photogrammétrie, ce laboratoire consacre un temps relativement important (environ 10% des leçons de l'enseignement pratique) aux problèmes de l'em-

(1) C'est-à-dire par redressement photogrammétrique.

ploi de la photogrammétrie pour le relevé et la documentation des monuments historiques. Nous rendons grâce à l'École Supérieure de la formation des spécialistes capables de contribuer très remarquablement à la protection des constructions historiques importantes.

La section photogrammétrique de l'entreprise "Inženýrská geodézie" s'occupe également d'une manière très intensive du levé photogrammétrique des monuments historiques. Cette section a débuté elle aussi dans ce type de travail en 1958 et, depuis, elle a établi une documentation concernant les façades de plusieurs dizaines d'édifices, par la méthode de la photogrammétrie terrestre à une image et par la stéréophotogrammétrie. Parmi les travaux les plus importants, on peut nommer le Château de Prague, le château-fort de Krivoklat, une série de maisons bourgeoises à Prague, etc... Dans les derniers temps, cette entreprise a exécuté plusieurs travaux très intéressants du point de vue technique. En 1967, surgit la nécessité de relever, dans l'église St Venceslas à Ostrava, les découvertes archéologiques faites dans le presbytère, c'est-à-dire de faire le relevé complet planimétrique et altimétrique de tous les tombeaux ouverts et des vestiges des murailles originales. Pour éviter leur endommagement avant l'achèvement des travaux de recherches, l'accès de ces fouilles fut interdit. Les découvertes ont pu être relevées par stéréophotogrammétrie, en prenant des vues verticales à travers des ouvertures dans la voûte, c'est-à-dire par une véritable aéro-photogrammétrie à courte distance. Le photothéodolite fut placé sur un support en bois spécial permettant la prise de vues verticales. Les vues stéréophotogrammétriques ont été restituées avec des appareils universels, les autographes Wild A 5, A 7, A 8. Les découvertes archéologiques situées dans des parties cachées, que l'on ne pouvait pas restituer à partir des prises de vues effectuées, ont été relevées par photogrammétrie terrestre à une image. Simultanément on a relevé aussi la façade de la tour de l'église et, à l'intérieur, l'arc de triomphe et le chœur qui faisaient partie des coupes verticales de la construction. Par ailleurs, on a relevé une voûte compliquée de l'église de l'Ascension de la Sainte Vierge à Sedlec, près de Kutná Hora, à l'aide de vues verticales ascendantes, en employant comme points de contrôle 38 ouvertures dans la voûte de l'église observées de la charpente du toit. A Prague, 33 ans après le travail de Fiker, on a relevé par stéréophotogrammétrie la coupole de l'église de St. Nicolas à Mala Strana, en déterminant simultanément d'une manière très précise les formes et les déformations des doubleaux de la voûte. Les deux derniers relevés photogrammétriques ont été restitués à l'autographe Wild A 7.

A ce type de travail s'intéresse aussi l'École Tech-

nique Supérieure de Bratislava, où les spécialistes de la chaire de géodésie et de photogrammétrie ont effectué toute une série de travaux dont les plus importants sont les relevés de la façade du théâtre national et de l'église baroque de la Sainte Trinité à Bratislava.

Pour tous les travaux mentionnés, on s'est servi en général du photothéodolite Photo 13 x 18 de la Maison Zeiss-Iéna de la République Démocratique Allemande.

Enfin je voudrais vous préciser que notre institut exécute, simultanément aux relevés effectifs par photogrammétrie terrestre à une image et par stéréophotogrammétrie, des travaux de recherches. Je crois utile de faire mention du relevé et de la documentation des ruines du château-fort de Krasov, qui sera inondé après l'achèvement de la construction d'un barrage. Les restes de la façade du château-fort, hauts d'environ 8 à 10 m, sont situés sur un rocher dont la hauteur est de plus de 40 m et ils ont été relevés au moyen de la stéréophotogrammétrie à l'aide du photothéodolite Photo 13 x 18 de Zeiss-Iéna, à la distance de 160 m environ. Certains points de la façade ont été déterminés par nivellement et on a pu ainsi contrôler la précision des travaux photogrammétriques. Les écarts entre le nivellement et les altitudes tirées des mesures photogrammétriques ne dépassèrent pas la valeur de $\pm 3-4$ cm. Les mêmes résultats ont été atteints par la section de photogrammétrie au cours du relevé des façades du château-fort de Krivoklat, également inaccessible. Dans le cadre des activités de recherches de notre institut, nous avons étudié, à la fin de 1967 et au commencement de 1968, l'intérêt de l'emploi de la photogrammétrie terrestre à une image pour le relevé des façades présentant de grandes variations de profondeur. On a établi dans des tables les distances minimales de mise en station du photothéodolite pour le relevé de façades de diverses dimensions, permettant de conserver les distances radiales choisies. Tout le travail fut mené dans le but d'obtenir, par photogrammétrie, une précision égale à celle des méthodes géodésiques.

Permettez moi encore de faire mention de deux travaux très semblables l'un à l'autre et pourtant très différents par leurs résultats et l'intention dans laquelle ils ont été exécutés. Ce sont des travaux conduisant à l'établissement d'une large documentation intéressante de vastes ensembles, travaux menés en vue de la protection des monuments. Ces ensembles sont celui de la ville Most, avec toute la région houillère s'étendant sur trois districts, et celui de tous les édifices de la réserve urbaine de Ceský Krumlov. Dans le premier cas on a établi une documentation photographique très complète et une documentation graphique comprenant le relevé d'édifices

choisis dans toute la région houillère. Dans ce cas, il ne s'agit pas précisément d'une protection et d'une conservation des constructions, mais de l'établissement d'une série de documents qui resteront des témoignages uniques de l'existence de ces constructions avant leur démolition. Il existe cependant dans cette région un édifice qui doit être conservé, l'église de l'Ascension de la Sainte Vierge à Most, édifice long de 58 m, large de 32 m et haut de 32 m, avec une tour du côté ouest de plus de 50 m de hauteur, bâti dans le style gothique saxon. On envisage la possibilité de transférer toute l'église à une distance de 974 m. Au cours de cette année, on effectuera les travaux sur place avec le concours maximal de la photogrammétrie, non seulement pour le relevé de la façade, mais aussi pour le relevé de l'intérieur. Il sera nécessaire de s'assurer au cours du transfert que les endommagements qui pourraient survenir au monument seront minimes et c'est pourquoi on exige que la précision des plans soit aussi grande que possible.

Dans le cas de Cesky Krumlov, l'Etat a accordé une grande somme d'argent pour réaliser les aménagements de toute la ville, ville dont la substance est gothique avec des transformations postérieures des façades en style Renaissance et Baroque. C'est pourquoi on établit une documentation complète des intérieurs (plans et coupes), ainsi que les élévations des façades. Celles-ci, dans les rues étroites, sont relevées par les méthodes géodésiques et, là où les conditions le permettent, par la photogrammétrie. Les travaux de relevé ont commencé en 1967 et on a déjà achevé la documentation de toute une série de façades. Certaines d'entre elles ont été relevées par la photogrammétrie terrestre à une image à partir d'une station unique, d'autres à partir de plusieurs stations; la restitution fut faite sur papier armé et ensuite on a fait l'assemblage de toute la façade. Dans d'autres cas, où certaines parties de la façade ne se trouvaient pas dans le plan de référence, on s'est servi d'une combinaison de ces méthodes avec la stéréophotogrammétrie. Les plans résultants sont entièrement exploités pour les buts de la conservation. L'ampleur de la tâche à accomplir est témoignée par l'existence de 410 constructions dans cette réserve urbaine.

Le résultat des travaux effectués par la photogrammétrie terrestre à une image sont les photoplans que l'on établit souvent en deux exemplaires. On se sert de l'un sans transformation postérieure. Sur le second, on trace à l'encre de Chine tout le dessin, en introduisant des corrections de hauteur pour les parties de la façade situées en avant ou en arrière du plan de référence, et ensuite on blanchit le dessin photographique. Les deux plans servent excellemment à tous les buts postérieurs. Le premier représente l'état actuel de la façade, le second sert à l'établissement des matrices pour la

reproduction, donc sert aux futurs projets de conservation.

Les spécialistes s'occupant de la protection des monuments, architectes et historiens d'art, apprécient beaucoup les plans établis par photogrammétrie. Le photoplan est un document de base excellent pour s'assurer de l'équilibre statique de la construction parce qu'il présente une idée des ruptures d'équilibre en directions verticale et horizontale. Il présente aussi un excellent aperçu des désordres techniques du bâtiment, tels que les endommagements des enduits et de la décoration picturale et sculpturale. C'est pourquoi le photoplan est aussi un aide excellent, permettant d'apprécier les travaux de restauration dans les cas où la documentation est réalisée avant et après leur exécution. Il est possible d'apprécier la quantité et la qualité du travail effectué, surtout si l'on fait usage de la photographie en couleurs pour la restauration des fresques et des autres oeuvres picturales.

Pour les façades des maisons où l'on a trouvé sous l'enduit endommagé des éléments provenant d'époques plus anciennes, on peut rechercher l'état original et proposer les sondes aux endroits exacts où l'on peut attendre des découvertes nouvelles.

Pour la remise en valeur des villes, considérée du point de vue de l'urbanisme, de la protection des monuments, de l'histoire de l'art et des méthodes architecturales modernes, il est possible d'exprimer d'une manière extrêmement adéquate, à l'aide de développements de façades obtenus par des photoplans, le caractère du milieu actuel et l'état de chaque façade en particulier. A partir de ces relevés il est possible de déterminer les possibilités des opérations de remise en valeur (assainissements, abaissement des bâtiments surhaussés, conservation et rénovation). Puis il est possible de résoudre, sur le plan, le rattachement de la nouvelle architecture à l'ancienne et de l'intégrer dans le type d'agglomération historique, afin de ne pas provoquer des contrastes entre le nouveau et l'ancien état, mais d'établir une continuité correspondant aux traditions du milieu local. Beaucoup d'erreurs ont leur origine dans le fait que le projeteur ne savait même pas qu'il peut avoir à sa disposition un photoplan. Il est possible d'affirmer de façon absolue que le projeteur peut rénover d'une manière beaucoup plus économique l'ensemble ou même une partie d'une rue ou d'une place, s'il dispose d'un bon photoplan. Ces principes sont valables, non seulement pour les agglomérations urbaines, mais aussi pour les aires des châteaux-forts, des châteaux et des monastères, ainsi que pour les agglomérations rurales et même pour des monuments isolés. Autre avantage : pour l'examen de l'état des façades, on n'a pas besoin d'établir une documentation photographique car

elle ferait double emploi avec le photoplan. Ainsi la photogrammétrie offre directement des documents de base idéaux pour l'économie des travaux de conservation des monuments historiques.

J'espère avoir présenté dans cet aperçu, d'une manière suffisamment claire, des informations sur l'état actuel des travaux photogrammétriques et sur les méthodes dont on fait usage en Tchécoslovaquie pour la restauration des monuments historiques et pour d'autres buts dans ce domaine d'activité. Je suis heureux d'avoir la possibilité de prendre part à ces travaux et de pouvoir contribuer à la protection et à la conservation de ces précieux et admirables édifices que nos ancêtres nous ont légué en héritage.

Miloslav M. JIRINEC