

EXPERIENCES DANS L'APPLICATION COURANTE DE LA PHOTOGRAMMETRIE AU SERVICE DES MONUMENTS HISTORIQUES

Depuis que la France et l'Autriche ont exposé à VENISE les applications de la photogrammétrie à l'étude et à la conservation des monuments, démontrant ainsi à la fois les résultats étonnants à attendre de l'emploi d'un équipement de premier ordre et l'aide considérable représentée par l'utilisation systématique d'un équipement simple adapté aux besoins particuliers des Monuments Historiques, nombre de confrères se sont adressés à moi, et, comme nous le savons, à l'ICOMOS, pour obtenir des précisions sur les possibilités réelles des méthodes en question.

Cela prouve qu'il existe d'une part un large intérêt pour le problème et, d'autre part, un manque d'informations techniques, d'échanges d'expériences pratiques et de contact avec les producteurs de matériel. Je ne saurais assez me féliciter de l'initiative prise par l'ICOMOS pour combler cette lacune et suis tout à fait conscient de l'honneur faite aux services fédéraux des Monuments Historiques d'Autriche et à moi-même en nous voyant appelés à jouer un rôle actif dans cette entreprise.

Nous avons vu que les applications occasionnelles sont assez fréquentes à travers le monde entier et ont atteint une perfection toujours croissante mais que, par contre, l'emploi courant de la photogrammétrie au sein même des services de conservation est resté jusqu'ici exceptionnel. L'exemple autrichien pourrait à cet égard être intéressant, surtout si l'on considère les points de vue suivants :

- La répartition des tâches en deux catégories: premièrement, les grands ensembles exceptionnels confiés à des institutions disposant d'un personnel très hautement qualifié et d'un équipement considérable; deuxièmement, la grande masse des travaux courants confiés à un département spécial des services de conservation, doté d'un équipement permettant une rationalisation extrême.
- L'augmentation de la qualité en même temps que la réduction du temps de travail; l'accroissement des moyens d'action des services de conservation.

Ce sera donc sur notre organisation intérieure, au sein des services de conservation, d'une part, et sur les expériences réalisées grâce à l'équipement spécial dont nous disposons, d'autre part, que portera mon rapport.

CREATION DU DEPARTEMENT PHOTOGRAMMETRIQUE DES MONUMENTS HISTORIQUES D'AUTRICHE.

Lorsque, chargé par le Directeur des Monuments Historiques d'étudier les possibilités de modernisation des méthodes de relevé, j'ai envisagé de faire par la lumière la majeure partie du travail, ainsi que l'aurait voulu Scheimpflug, un des précurseurs de la photogrammétrie moderne en Autriche, j'ai adopté, pour résoudre le problème sur le plan national, un procédé très semblable à celui que l'ICOMOS nous propose maintenant à l'échelle mondiale.

Pour bien montrer l'évolution que la photogrammétrie a introduite en Autriche dans le domaine de la conservation, il faut résumer brièvement l'historique de notre département photogrammétrique. L'essentiel demeurant le même, cette évolution m'apparaît en effet comme un pressentiment des conclusions de notre rencontre actuelle. Permettez-moi de souhaiter à l'ICOMOS une satisfaction égale, sinon supérieure, à celle qu'a finalement éprouvée l'Autriche devant les résultats obtenus.

ETUDES PRELIMINAIRES

Je me trouvais donc devant la nécessité de trouver une solution adaptée à nos besoins de relevés. La première chose à faire était de dégager les données du problème.

Trois études se révélaient indispensables pour définir nos besoins véritables :

- une statistique des objets typiques à relever et des situations d'environnement, déterminant et souvent limitant les possibilités techniques du levé; ainsi se trouvaient établis les cas courants constituant à coup sûr la plus grande partie des besoins réels.
- la détermination des heures de travail nécessaires, établie sur la base des justifications du temps de service par rapport au travail effectué qui sont exigées officiellement par l'administration et sont souvent très détaillées.
- une troisième étude, enfin, portant - et vous voyez comme cela ressemble à la marche de nos travaux - sur les exigences de qualité des relevés.

Les conclusions de cette analyse pourraient se résumer

ainsi. D'une part, il faudrait toujours fixer la forme apparente, donc celle sous laquelle se présente l'objet. Normalement, il suffit de fixer la ou les apparences habituelles des formes, et parfois certaines apparences inhabituelles (vue microscopique aux rayons-X, infra-rouges, ultra-violet, etc.). Ce domaine est pratiquement réservé à la photographie. Et il faut, d'autre part, capter la forme réelle sans supprimer par une abstraction arbitraire les irrégularités des objets.

Donc, un relevé objectif et rigoureusement exact de la forme réelle, non schématisée, sera nécessaire, et cela surtout pour les cas courants que notre statistique a établis.

LES CAS COURANTS DE RELEVES NECESSAIRES A LA CONSERVATION.

Ces cas sont les suivants :

- Développement des façades des centres historiques. On a jugé nécessaire de les tracer à l'échelle de 1/50 pour pouvoir y porter tous les détails exigés par l'utilisateur de tels documents. La plus récente estimation sur l'étendue de ces relevés, portant uniquement pour l'instant sur les façades sur rue des maisons privées des quartiers anciens, a donné pour l'Autriche un chiffre supérieur de 20 km² de surface murale !

Ces développements nous paraissent être, comme tous les autres relevés, une base nécessaire pour les études, les décisions administratives et le contrôle de leur application, etc.. Ils peuvent également servir à la réglementation légale au même titre que les pièces complétant un plan d'urbanisme.

- Développement mural et plan des voûtes, ainsi que des plafonds des intérieurs intéressants. Les parties hautes, difficilement accessibles, sont souvent les plus menacées, ce qui rend leur relevé particulièrement urgent.

Décèlement des graves dommages de la construction et des déformations compromettant la stabilité des édifices. Contrairement à ce que pensent souvent les profanes, ces déformations sont assez fortes (il ne s'agit pas de mm, mais de 5, 10, 20 voire jusqu'à 50 cm). Les déformations brusques peuvent être entraînées par des travaux dans le voisinage. Le relevé exact permet souvent d'en déterminer la cause et éventuellement le responsable.

La Convention de la Haye pour la protection des biens culturels en cas de conflit armé prévoit l'inventaire aussi exact que possible des biens culturels. Ces relevés servent à de rapides interventions en cas de danger, à la réparation, la

restauration ou même éventuellement la reconstruction. Tout ceci devient possible grâce à l'étude approfondie du monument sur des documents répondant aux exigences de la science moderne. Ces arguments, valables en cas de catastrophes naturelles, le sont également en cas d'incendies, d'explosions ou de guerres.

Les grands travaux publics ou privés nécessitent parfois la destruction ou le déplacement de monuments entiers. Dans le cas de démantèlement et reconstruction, des relevés de détails sont absolument indispensables.

CHOIX DE LA METHODE.

De tout cela ressort la nécessité urgente d'un inventaire aussi complet que possible et de relevés très exacts. Ce problème étant posé, et cela aussi bien sur le plan international qu'il l'a été pour nous en Autriche, quelles méthodes peut-on trouver pour les résoudre ?

- Les méthodes classiques se sont révélées trop lentes, demandant un personnel trop nombreux et expérimenté, difficile à rémunérer d'après le schéma officiel. De plus, les résultats manquent d'exactitude et la qualité est beaucoup trop irrégulière.
- Les méthodes topographiques exigent un personnel infiniment trop qualifié pour être employé aux travaux courants. Le grand nombre de points nécessaires pour délimiter les lignes architecturales rend le travail trop long et trop coûteux. De plus, cette méthode ne peut qu'approcher de la forme effective, le relevé se bornant à une succession de points isolés.
- Aussi est-il apparu assez rapidement que seule la technique photogrammétrique pouvait venir à bout, dans un petit pays aussi riche en histoire que l'Autriche, des tâches considérables auxquelles il était urgent de faire face avec des moyens malheureusement réduits.

LES DIFFICULTES.

Quelles ont été, au cours de la mise en route du département photogrammétrique, les difficultés rencontrées ?

Des difficultés techniques ? Elles ont été assez bien prévues et ont pu être maîtrisées parce qu'on en a tenu compte dans la mise au point du matériel.

Des difficultés pour la mise de fonds ? Elles ont été pratiquement surmontées par la compréhension du Ministère

de l'Intérieur qui voyait dans cette initiative le seul moyen de suffire aux exigences de l'inventaire et de la documentation réclamés par la Convention de La Haye, pour la réalisation de laquelle il avait été décidé d'accorder des crédits.

Des difficultés de personnel ? Toutes les personnes que j'ai pu former ont très vite, et de manière très satisfaisante, appris à se servir des instruments qui leur ont été mis entre les mains. Cependant, le manque général de personnel dans l'administration autrichienne fait que les instruments ne peuvent travailler à plein rendement. L'année dernière, ils ne l'ont été que pour un cinquième. J'espère arriver cette année avec des stagiaires à ce que l'équipement soit utilisé au moins à 50%.

Mais c'est surtout dans des domaines que je n'avais pas prévus que le démarrage a été dur.

Architectes, conservateurs, historiens d'art, administrateurs, cadres de la conservation, n'ont pour ainsi dire jamais été dans leur formation sérieusement confrontés avec les possibilités de la photogrammétrie terrestre dans leur domaine. Certains instituts d'universités ont commencé un enseignement de ce genre, mais il me paraît indispensable d'insister tout particulièrement sur la nécessité de l'intensifier et de l'étendre à d'autres disciplines que la géodésie et l'architecture.

DELIMITATION DU CHAMP D'ACTION

Une fois cette solution envisagée et avant de l'adopter, il fallait cependant déterminer ses inconvénients et les limites de son application.

Là encore, le procédé a été analogue à celui qui est aujourd'hui le nôtre sur le plan international : je me suis d'abord efforcé d'établir le catalogue de toutes les réussites, mais surtout de tous les déboires et difficultés rencontrés par ceux qui ont fait appel à la photogrammétrie pour la conservation. Puis, des tests portant sur les méthodes possibles et le matériel disponible, en évitant toute application dans laquelle la méthode ait déjà fait ses preuves, ont démontré assez clairement - au moins pour la situation autrichienne que nous croyons toutefois assez semblable à celle de nombreux pays - le fait suivant :

Pour les relevés exceptionnels et de grande envergure, présentant nécessairement des cas spéciaux, seul un équipement très onéreux et universel, ainsi qu'un personnel

très hautement qualifié comme ceux des grandes institutions photogrammétriques (services topographiques, hautes écoles, grandes entreprises) permettent de résoudre chaque cas de la façon la plus satisfaisante. Il sera alors plus rentable pour la conservation de faire appel à de telles institutions sans chercher à se procurer elle-même un matériel qui ne serait pas suffisamment employé pour être amorti. Alors que le personnel des Monuments Historiques doit être constamment disponible pour les cas d'urgence, les grands instituts ont souvent une longue liste d'attente. Les commandes devront donc être prévues suffisamment à l'avance et réservées, par conséquent, aux travaux importants et de longue haleine.

Il se révélait donc nécessaire que, ces cas mis à part, les services de conservation parviennent à satisfaire eux-mêmes, avec un personnel aussi rapidement formé que possible, toutes les demandes courantes, pressantes et nombreuses, qui se posent à eux. Pour ce faire un équipement spécial semblait indispensable. C'était là le point essentiel.

L'EQUIPEMENT SPECIAL DES MONUMENTS HISTORIQUES DE VIENNE.

Trois équipements se présentaient comme points de départ possibles. C'est finalement avec l'équipement de la maison Carl Zeiss, Oberkochen, que nous avons décidé de tenter, en lui apportant les modifications nécessaires, la mise au point d'un équipement correspondant vraiment à nos propres besoins et permettant d'éviter les écueils auxquels s'étaient jusqu'ici si souvent heurtés les relevés d'architecture. J'ai donc émis des suggestions qui ont été réalisées avec mon concours par la maison Carl Zeiss. L'aboutissement de cette collaboration a déjà fait l'objet de publications détaillées. Je n'en rappellerai donc brièvement que quelques caractéristiques essentielles avant de finir sur un exposé des résultats obtenus.

Après avoir écarté, en raison du poids, le format, en soi idéal, de 13 x 18 cm, et jugé trop exigües les dimensions du format 6 x 9 cm, nous avons obtenu toute satisfaction dans les limites d'emploi prévues, quant à la qualité de l'image et à la grandeur du champ, avec un objectif grand angulaire de 60 mm de focale et un format de 9 x 12 cm. Nos expériences ont démontré qu'une focale plus grande eût de beaucoup compromis l'application. La chambre isolée, les chambres doubles à base et orientation fixes, l'une ayant une base de 120 cm et l'autre de 40 cm, se complètent parfaitement.

A ce matériel fondamental ont été ajoutés des adaptateurs et de simples dispositifs d'orientation permettant de

disposer le format en hauteur ou en largeur. D'autres dispositifs ont permis de modifier la direction des axes de prises de vues, formant avec l'horizontale des angles de 0° , $\pm 30^\circ$, $\pm 70^\circ$ et $\pm 100^\circ$ (l'angle exact s'écarte légèrement de ces valeurs nominales pour des raisons pratiques de fabrication).

Il importait que le maniement du matériel soit aussi simple que possible. L'opérateur place l'adaptateur sur le pied en choisissant le trou correspondant à l'inclinaison désirée, puis il applique un niveau sphérique de précision sur un cube d'orientation, ou bien il intercale un coin entre celui-ci et le niveau pour l'obtention des angles de 30° ou 70° (tous les éléments adhèrent magnétiquement). Lorsque le niveau est calé, la base se trouve disposée horizontalement et les angles des axes de prises de vues correspondent exactement à l'inclinaison désirée. La disposition de la base par rapport à l'objet photographié détermine le plan de référence pour les projections orthogonales des restitutions ultérieures.

Pour les façades planes, la base sera disposée parallèlement au plan de la façade, soit à vue d'oeil, soit comme l'a montré Monsieur Carbonnell, à l'aide d'une méthode très simple utilisant une lunette appliquée sur le cube d'orientation et une glace appliquée sur la façade. Lorsque l'image de l'objectif de la lunette reflétée dans la glace apparaît au centre du réticule de celle-ci, le plan des plaques est strictement parallèle à celui de la glace.

La possibilité de prendre des clichés fortement inclinés a pratiquement éliminé les difficultés rencontrées jusqu'ici dans les rues et dans les intérieurs étroits.

Un autre élément d'orientation consiste en une lunette de visée coudée. Il élargit encore le champ d'application en permettant une double position, soit d'une chambre double sur deux stations successives, soit de deux chambres doubles, soit d'une chambre double et d'une chambre simple, qu'elles soient dans un alignement donné ou orientées l'une par rapport à l'autre comme des photothéodolites.

Partout où l'étendue en profondeur des objets interdit le choix d'une seule longueur de base inscrite dans les limites prescrites du rapport éloignement-base (de 1 à 5 jusqu'à 1 à 20 environ), il est nécessaire d'avoir recours à deux ou plusieurs bases. Trois stations alignées et des chambres orientées d'après le cas normal permettent de prendre 3 ou 5 couples à 3 longueurs de bases différentes qu'on peut ensuite choisir pour les différentes parties de la restitution.

Le double positionnement permet de détourner les

obstacles à la visibilité puisque les mêmes objets ne cachent pas les mêmes parties sur les différents couples. Les obstacles tels que les arbres, mâts, automobiles, lustres, mobilier, etc., compromettent sans cela souvent l'efficacité de la méthode photogrammétrique dans la conservation, ou obligent à choisir des stations d'instruments éloignées et peu appropriées.

Enfin, tous les solides de révolution tels que coupoules, tambours, absides etc., peuvent être reproduits dans des projections centrales (comme l'est par exemple la photographie) entre des contours plus rapprochés que ceux de la projection orthogonale. En disposant plusieurs chambres de prises de vues, toutes orientées, d'après le cas normal, sur une seule droite, on pourra former 2 couples permettant au photographe la restitution totale de la partie à représenter en élévation orthogonale.

INTERET DES PRISES DE VUES INCLINEES

Cette flexibilité de la prise de vues, prévoyant la solution simple des cas que nous considérons comme la part la plus importante de nos besoins en relevés, et qui, avec d'autres procédés, avaient entraîné des complications, ralentissements et donc frais souvent excessifs, a-t-elle ensuite été utilisée assez souvent pour être rentable, ou, en d'autres termes, s'est-elle réellement montrée justifiée ?

La réponse à cette question peut être donnée par les statistiques du département photogrammétrique des Monuments Historiques d'Autriche :

Restitutions dans l'année 1967 :

Axes de prises de vues 0°	62 %
Axes de prises de vues 100°	12 %
Axes de prises de vues 30°	17 %
Axes de prises de vues 70°	9 %

Pour les prises de vues, la proportion des clichés à axes inclinés est plus forte parce qu'ils ont été nécessaires dans les intérieurs et les petites ruelles de vieilles villes levées pour la protection des biens culturels au titre de la Convention de la Haye, et donc non restitués. C'est ainsi que la proportion totale des prises de vues inclinées s'est élevée à 40 %, avec une forte majorité d'inclinaisons de 30°. Etant donné qu'une plus grande partie de l'objet se trouve représentée sur le cliché incliné (entre 30 et 250%), la proportion des objets enregistrés par de telles prises de vues par rapport à ceux enregistrés par des prises de vues avec chambres à axe horizontal sera plus grande que la proportion des clichés inclinés.

Nous pouvons donc, même pour des années totalisant un nombre de prises de vues inclinées plus faible, estimer qu'au moins 1/3 des besoins en relevés de la conservation ne pourrait profiter des avantages de la photogrammétrie si la possibilité des prises de vues à axes fortement inclinés n'existait pas.

Quelles sont donc les applications les plus fréquentes de ces prises de vues inclinées ? J'en citerai quelques exemples :

- Prises de vues pour l'établissement de plans depuis les positions élevées avec inclinaison vers le bas (églises depuis les tribunes, excavations depuis une station élevée en dehors du terrain, etc.). Architecture militaire, châteaux forts, tours sur des collines depuis des fossés, etc.
- Intérieurs hauts et étroits, édifices gothiques, tambours et coupoules d'édifices de plan centré.
- Façades hautes dans d'étroites ruelles, etc.

RENTABILITE

Quel serait, en effet, au moment de la prise de vues (qui correspond aux mesures de la méthode directe) le sacrifice consenti si l'on renonçait à utiliser notre équipement spécial sous prétexte que la photogrammétrie n'est pas rentable dans les cas cités ?

Là encore, permettez-moi de faire appel à la statistique. Avant l'introduction de la photogrammétrie, nos services de conservation étaient seulement capables, à côté des autres relevés nécessaires, de produire en un an des développements de façades correspondant à une surface murale d'environ 3.000 m², à l'échelle de 1/100. (Notons que le dessin à l'échelle doit obligatoirement se faire, dans cette méthode, peu de temps après la prise des mesures). Avec la photogrammétrie, ce chiffre a considérablement augmenté et a atteint la première année 100.000 m². Cette année, une équipe travaillant 5 jours par semaine a relevé 100.000 m² en un seul mois. Les conditions ayant été extrêmement favorables, nous considérons toutefois ce chiffre comme un maximum difficile à surpasser (50% environ des prises de vues sont restituées). Il s'agit de tous les bâtiments bordant le Ring, grand boulevard circulaire de Vienne, avec les grands édifices publics qui en font un des ensembles les plus impressionnants de la fin du XIXe siècle.

Les façades de la vieille ville d'Innsbruck ont été relevées par une équipe en une seule semaine, pendant laquelle ont été pris 500 clichés.

Le travail de prise de vues peut normalement s'estimer entre 1/20 et 1/200, suivant les circonstances et la situa-

tion, du temps autrefois nécessité par les mesures directes sur l'objet.

L'accroissement de l'exactitude a permis de passer, dans la restitution, de l'échelle de 1/100 à celle de 1/50 qui correspond à celle des plans d'exécution. Le document peut ainsi être mis entre les mains du contre-maître et utilisé directement sur le chantier. Nous avions, avant la photogrammétrie, hésité à adopter cette échelle qui aurait multiplié par 5 ou par 10 le temps de travail. Nous pensons donc pouvoir conclure à l'intérêt des dispositifs additionnels qui nous permettent dorénavant d'étendre, sur une partie considérable de notre champ d'action, et l'augmentation de qualité, et l'extraordinaire rentabilité de la méthode photogrammétrique.

LES POINTS DE CONTROLE.

Avant que nous abordons le problème de la restitution, le photogrammétrie est en droit de poser la question des points de contrôle dont, en photogrammétrie terrestre, Monsieur Bernhardt dit si bien qu'ils n'ont en principe qu'à prouver que tout est réellement exact.

C'est en grande partie à lui que nous devons la simplification des mesures entraînées par ces points de contrôle, simplification permise d'autre part grâce aux caractéristiques de notre équipement. Celui-ci ne laisse place en effet, si les niveaux ne sont pas déréglés, qu'à 3 sortes d'erreur. Nous avons donc cherché à établir, sans calculs et sans mesures exigeant un personnel qualifié, une répartition de points artificiels, et donc bien définis, permettant de déceler les 3 erreurs possibles, et il est prévu pour chacune d'elles, sur le restituteur, un dispositif de correction simple.

Il suffit souvent, si l'orientation de la double chambre, les niveaux et les focales sont périodiquement contrôlés, de prendre une distance dans la direction de l'axe de la chambre B qui, dans notre équipement, détermine le système des coordonnées. Cet axe peut être facilement établi grâce à la lunette magnétique fixée sur le cube d'orientation. On peut placer sur l'axe une équerre d'arpenteur dont un des dioptrés sera dirigé vers la lunette magnétique, ce qui permet d'établir par des visées à travers l'autre dioptré une perpendiculaire à cet axe, et donc une parallèle à la base qu'on matérialisera par 2 signaux. Au moyen d'un centrage forcé, une barre invar peut remplacer l'équerre qui pourra aussi être remplacée par un théodolite à seconde placé sous la chambre B et permettant, si cela ne peut se faire directement, de mesurer la distance optiquement, également sans calculs. La distance entre les

signaux sera toujours déterminée au ruban acier. Dans bien des cas, une équipe parallèle détermine ultérieurement quelques mesures pour chaque modèle d'après les tirages-contacts des prises de vues. Une barre verticale ou un fil à plomb avec des signaux peuvent également être posés sur l'objet.

LA RESTITUTION

Pour la restitution stéréoscopique, il était souhaitable de simplifier le plus possible le maniement de l'appareil, surtout la mise en place des clichés. Celle-ci doit en effet être rapide parce qu'il s'agit souvent de la détermination de quelques mesures et de restitutions très partielles.

L'appareil devait pouvoir tracer simultanément le plan et une des projections orthogonales habituelles, au choix. L'exploitation des couples à axes inclinés ne devait pas présenter de difficultés. Tout cela a été réalisé sur le Terra-graphe qui, en fonction de l'étendue en profondeur éventuellement importante des objets, a été spécialement conçu pour répondre à cette exigence.

Un correcteur calculeur modifie le nombre de tours du dispositif commandant le traceur de la table de dessin, de sorte que pour la restitution de clichés inclinés, la projection orthogonale recherchée soit tracée directement au lieu de la transformation affine qu'on devrait normalement attendre.

Tout l'équipement de prise de vues et de restitution, bien que très souple dans son emploi, est très simple à manier parce que les procédures sont réduites à quelques cas n'exigeant que l'interposition d'un élément déterminé. Grâce à cela, les quelques managements simples et faciles de l'orientation et de la prise de vues d'une part, de la restitution d'autre part, restent toujours les mêmes.

Nous estimons que le temps de travail par rapport à la mise à l'échelle dans les méthodes de levés classiques est réduit à un tiers, voire même à un cinquième. N'oublions pas que pratiquement le gain de temps est plus grand encore puisqu'une partie seulement est restituée (actuellement 50% encore à cause du retard à rattraper, mais ce chiffre devrait baisser par la suite).

Pour les objets relativement plats, ainsi que pour les façades simples ou classiques, le redressement permet de réduire considérablement le temps de travail qui n'est plus alors qu'1/30 à 1/50 et aboutit à des photoplans.

Les chambres étant horizontalisées à la prise de vues, il faut seulement que les horizontales de l'objet réapparaissent horizontales sur une grille disposée sur la table de projection du redresseur automatique SEG V que nous employons. Cet instrument facilite la tâche surtout parce qu'il remplit automatiquement, à côté des conditions de Newton et de Scheimpflug, la condition perspective par la translation du négatif. L'architecte qui exige des photos dont les verticales et les horizontales apparaissent comme telles, et qui se contente d'obtenir ces résultats par des caméras dont les plans du négatif et de l'optique sont inclinables ou par des agrandisseurs à table de projection pivotante, oublie que des transformations affines faussent les proportions. Par la translation du cliché, cette erreur est automatiquement éliminée sur le SEG V.

Là où le redressement ne peut pas se faire suivant des horizontales de l'objet, des points de contrôle sont généralement déterminés par stéréorestitution.

La restitution stéréoscopique partielle des contours et des éléments saillants, et le redressement, d'après cette restitution incomplète, des parties planes se sont révélés spécialement utiles et permettent un emploi plus rationnel des instruments. Le temps de travail pour cette méthode mixte peut alors être estimé à environ 20% de celui qu'exige la méthode classique.

Ajoutons enfin, pour terminer la description du matériel, que l'information restituable augmente pour chaque couple si l'on fait des copies-contact sur une tireuse éliminant électroniquement le contraste qui couvrirait ou effacerait certains détails. Nous utilisons une tireuse du type CINTEL pour format 24 x 24 cm.

L'efficacité de notre équipement photogrammétrique nous permet d'estimer que ses éléments les plus importants ont été amortis en un an.

EXEMPLES DE REALISATIONS

Si, nous plaçant maintenant au point de vue de l'utilisateur de ces relevés, nous ouvrons au hasard, pour jeter un coup d'oeil sur les effets de notre travail, un des tiroirs des restitutions de notre service, nous y trouverons par exemple le relevé des plafonds voûtés et à fresques du château impérial d'Innsbruck. Ce relevé se distingue d'autres travaux de ce genre en ce que les fissures et parties sonnantes creux (marquées à la craie) ont été fixées après un tremblement de terre en même temps que la forme réelle du trompe l'oeil.

- Des peintures murales ont été relevées dans la célèbre cour du château d'Ambras près d'Innsbruck, montrant exactement quelles parties avaient été transformées ou étaient en train de s'abîmer.

- Le développement des façades de la petite ville d'Edgenburg en Basse-Autriche montre une belle maison gothique à sgraffiti et les restes d'une jolie décoration sur la maison voisine, la découverte de fresques sur une autre et des zones murales où le détachement de l'enduit a permis des conclusions sur la construction du bâtiment.

- Des déformations restées inaperçues ont été décelées sur la maison Steiner Landstrasse 66. Cela a permis de sauver le bâtiment et a été le signal de départ pour la restauration d'un secteur de cette charmante ville de Stein sur le Danube.

- Les ensembles de Stein et de Krems forment à présent l'initiative pilote pour la rénovation des villes anciennes en Autriche.

- Il serait difficile de ne pas montrer, venant d'une des patries de l'art baroque, et pour bien faire comprendre la différence possible entre la forme apparente et la forme réelle, la coupole en trompe-l'oeil de l'église des Jésuites à Vienne. Cette coupole qui paraît s'élever sur un plan circulaire... en voilà le tracé : une forme ovoïde aplatie de deux côtés et infléchie en contre-courbe sur les deux autres a été nécessaire pour donner sur une partie de l'intrados, rythmée par 4 pénétrations à voûtes rampantes, l'impression d'un cercle. Seule la photogrammétrie était capable d'une telle révélation !

- Le développement de l'élévation intérieure de l'église d'Imbach, en Basse-Autriche, a été composé par la juxtaposition de 4 restitutions partielles correspondant à des couples inclinés. Quelques mesures directes ont servi de contrôle à la juxtaposition.

- La comparaison des restitutions avec et sans calculateur restituteur fait parfaitement comprendre le travail que celui-ci accomplit automatiquement. Cet exemple montre également combien la photo inclinée, grâce au format en hauteur et au grand champ, permet d'enregistrer depuis des stations extrêmement rapprochées. Cette tour du château fort de la Schallaburg en Basse-Autriche a été relevée du fond d'un fossé, à 5 m environ de l'objet qui a 25 m de haut.

- Le relevé de l'élégant palais baroque des Kinsky à Vienne, nécessaire à une campagne de restauration dont la

première étape devait être le décapage des enduits à la façon de celui des statues peintes, pour étudier les couleurs des différents états successifs, a été effectué par restitution mixte. La corniche et l'attique, ainsi que la partie centrale très accidentée, ont été restituées par stéréophotogrammétrie, déterminant ainsi suffisamment de points pour établir par redressement les photoplans des autres parties planes. Le dessinateur a réuni le tout.

- Ce développement de façades de Klagenfurt, capitale de la Corinthe, se trouve dans une rue étroite. Toutes les parties supérieures ont été tracées par stéréorestitution, avec calculateur correcteur, de clichés inclinés; presque toutes les parties inférieures ont été obtenues par redressement en forme de photoplan.

CONCLUSION

Laissez-moi conclure par l'expression d'un vœu. Que les 6.000 clichés de notre archive, qui normalement devraient maintenant augmenter de 1.500-2.000 par an, ne soient qu'un commencement, et que la rentabilité, l'exactitude et les méthodes d'utilisation de plans précis continuent ensemble à s'accroître pour fournir à la conservation des moyens efficaces contre les ennemis multiples et si bien armés des monuments historiques.

Mais aussi, que les producteurs de matériel comprennent, comme l'ont compris les fabricants d'appareils photographiques, qu'ils doivent produire aussi pour le grand nombre d'utilisateurs, de spécialisations les plus diverses. Je crois, pour ma part, à la formule de l'équipement de base adaptable à des besoins variés grâce à des dispositifs additionnels. Les instruments de fond ne sauraient, vu leur développement long et onéreux, être conçus séparément pour chaque cas particulier.

Il serait par ailleurs très souhaitable de voir se développer davantage la production de plaques photographiques. Elle est trop souvent négligée, et celle des plaques à émulsion en couleurs n'existe qu'aux Etats-Unis pour un matériel de reproduction, et ne peut être délivrée en Europe. Or la plaque paraît encore - et il me semble pour longtemps - une nécessité de la photogrammétrie d'architecture. Le support sur film, même s'il semble de plus en plus stable, est pratiquement exclu.

Il me semble aussi qu'une petite brochure d'information très générale, dans le langage du petit technicien et fonc-

tionnaire moyen, devrait répandre la connaissance de la photogrammétrie et démontrer à la grande masse des utilisateurs futurs de levés photogrammétriques ce qu'ils peuvent en attendre et quand il est avantageux d'y recourir. Ils seraient alors capables, demandant un relevé photogrammétrique, de le faire raisonnablement, sans exiger "tout" comme on le fait trop souvent, ce qui augmente inutilement le coût des opérations.

Les instances internationales devraient également réserver une place à la photogrammétrie, en l'exigeant par exemple dans les indications des inventaires de protection, qui se trouveraient alors appelés à jouer parallèlement un rôle d'information et de documentation scientifique.

H. FORAMITTI

Dr. Ingénieur au Bundesdenkmalamt