

Utilisation de la photogrammétrie pour la REMO

Autor(en): **Kölbl, O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **88 (1990)**

Heft 9: **RAV : Reform der amtlichen Vermessung = REMO : réforme de la
mensuration officielle = RIMU : riforma della misurazione ufficiale**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-234351>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Utilisation de la Photogrammétrie pour la REMO

O. Kölbl

La réforme de la mensuration officielle a pour objectif la création d'un système d'information couvrant tout le territoire suisse; ceci se fera principalement à partir des données de la mensuration et des plans existants, mais d'importants levés complémentaires seront aussi indispensables. Les méthodes de travail photogrammétriques peuvent surtout être utilisées pour le levé de la couverture du sol et des objets isolés ainsi que pour la saisie du modèle numérique du terrain. La photogrammétrie peut également contribuer à la rénovation du cadastre, à une présentation plus illustrative du terrain par des orthophotos ou à des mensurations parcellaires simplifiées. La précision atteinte permet aussi de déterminer des points de base ou des points-limites; cette dernière possibilité est cependant considérablement alourdie par des travaux de terrain, qui peuvent affecter la supériorité de la méthode.

Ces dernières années, la photogrammétrie a connu une évolution fondamentale. Les procédés de restitution classiques ont été remplacés par des procédés analytiques, voire déjà par des procédés numériques. Cette évolution est encore en plein développement, surtout en ce qui concerne l'automatisation du traitement d'image et la gestion des données, et de nouvelles méthodes de travail se font jour. L'évolution des instruments devrait aussi permettre d'effectuer une bonne partie d'une restitution sur des systèmes d'information standards, ce qui permettra de réaliser un certain nombre de travaux photogrammétriques dans des bureaux de géomètres.

Ziel der Reform der amtlichen Vermessung ist die Schaffung eines flächendeckenden Informationssystems. Dazu wird man zum einen von den vorhandenen Vermessungsdaten und Planwerken ausgehen, zum anderen werden umfangreiche Neuaufnahmen erforderlich sein. Photogrammetrische Arbeitsmethoden können vor allem für die Erhebung der Bodenbedeckung, der Einzelobjekte sowie zur Erfassung des digitalen Geländemodells eingesetzt werden. Darüber hinaus kann die Photogrammetrie noch einen wichtigen Teil zur Katastererneuerung, zur Veranschaulichung des Geländes etwa über Orthophotos und zur vereinfachten Parzellarvermessung beitragen. Die Genauigkeit der Photogrammetrie liesse es auch zu, die Grundstücksgrenzen oder auch Basispunkte zu bestimmen, allerdings sind hierfür umfangreiche Vorbereitungsarbeiten im Gelände erforderlich, welche die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigen können.

Die Photogrammetrie hat in den letzten Jahren ganz entscheidend ihr Gesicht verändert. Die klassischen Verfahren der Bildauswertung mit Analoggeräten wurden abgelöst durch analytische Verfahren und teilweise bereits durch digitale Verfahren. Sicher kam diese Entwicklung noch nicht zum Stillstand und vor allem in Hinblick auf die Automatisierung der Bildverarbeitung und die Verwaltung der Daten in Informationssystemen zeichnen sich ganz neue Perspektiven ab. Die Geräteentwicklung sollte es aber auch ermöglichen, einen guten Teil der photogrammetrischen Bildauswertung an Standard-Informationssystemen auszuführen, wodurch auch in Geometerbüros verschiedene photogrammetrische Arbeiten ausgeführt werden können.

1. Introduction

La réforme de la mensuration officielle (REMO) a pour objectif la création d'un système d'information couvrant tout le territoire suisse, ou du moins la majeure partie de celui-ci. On obtiendra ainsi un système unifié sur lequel pourront se baser les projets de planification les plus divers. Il s'agit là d'une évolution indispensable si la mensuration officielle veut continuer d'assumer ses responsabilités envers la collectivité. On doit en effet admettre que si la mensuration officielle rem-

plit aujourd'hui parfaitement son rôle en ce qui concerne la mensuration parcellaire, le reste de l'information contenue dans les plans n'est mise à jour que de manière très irrégulière, voire incomplète. Il est donc nécessaire, pour toutes sortes de projets, de recourir à de nouveaux levés topographiques ou de se contenter de solutions de rechange qui, finalement, donnent rarement satisfaction. D'importants travaux topographiques sont actuellement en cours pour le projet Rail 2000 et les transversales alpines; les documents qui serviront de base pour l'étude de ces pro-

jets sont établis presque exclusivement par photogrammétrie, en étroite collaboration avec la Direction de la REMO responsable de ces nouveaux levés.

Il y a deux ans déjà, la Direction de la REMO a lancé le projet SUBITO qui prévoit, essentiellement par des techniques photogrammétriques, le levé des niveaux «couverture du sol» (sans les bâtiments) et «objets isolés» ainsi que l'établissement d'un modèle numérique du terrain. La photogrammétrie pourrait aussi contribuer à la rénovation du cadastre, à une présentation plus illustrative du paysage par des orthophotos ou à des mensurations parcellaires simplifiées. La précision de la photogrammétrie permettrait aussi de déterminer des points de base ou les points-limites pour la mensuration parcellaire; cette technique est cependant considérablement alourdie par les importants travaux de signalisation qu'elle nécessite.

2. Aperçu sur les méthodes photogrammétriques modernes

Ces dernières années, la photogrammétrie a connu une évolution fondamentale.

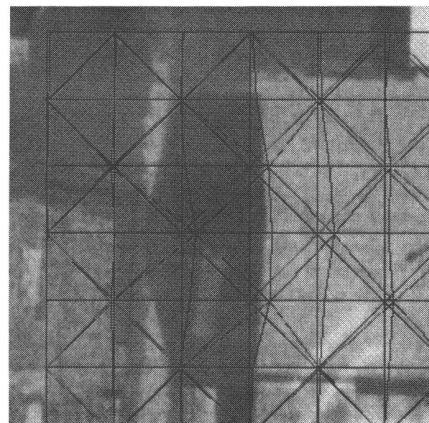


Fig. 1: Résultat d'une corrélation automatique lors de laquelle le terrain a été modélé au moyen d'éléments finis, représentés ici par la grille régulière (triangles) qui sert de référence pour l'appréciation des parallaxes. Les lignes déplacées montrent l'importance des parallaxes, assez considérables au niveau de la maison sur la droite alors que la partie gauche est plus ou moins horizontale.

Ergebnis einer automatischen Höhenmessung mittels Bildkorrelation. Das Gelände wird hierbei durch finite Elemente approximiert. Dieses Gitter von Dreiecken dient gleichzeitig als Referenz zur Darstellung der ermittelten Parallaxen. Die versetzten Linien zeigen die Grösse der Parallaxen an, welche am Haus rechts beträchtliche Werte erreichen; das Gebiet links ist dagegen recht flach.

Les procédés de restitution classiques sur des instruments analogiques ont été peu à peu remplacés par des procédés analytiques, voire déjà par des procédés numériques. Cette évolution est encore en plein développement, surtout en ce qui concerne l'automatisation du traitement d'image et la gestion des données. La liaison entre un restituteur photogrammétrique et un système d'information pose aussi de hautes exigences quant aux possibilités de dialogue entre ces deux composants.

2.1 Restitution photogrammétrique en liaison avec un système d'information

Pour gérer l'énorme quantité de données saisies lors d'une restitution photogrammétrique, il est opportun de connecter le restituteur à un système d'information du territoire. Ce procédé permet de se référer à l'information déjà existante. Ceci est d'autant plus important qu'il existe une hiérarchie de précision; lors de la saisie de la couverture du sol, par exemple, il sera particulièrement utile de prendre déjà en considération les limites de parcelles. D'autre part, l'ordinateur facilite la saisie des données et représente une aide à la restitution. Il est possible, par exemple, de contrôler que les bâtiments soient bien rectangulaires ou d'assurer une jonction correcte des lignes. Avec les systèmes d'information de la deuxième génération, il est aussi possible d'établir automatiquement des définitions de surfaces et d'obtenir ainsi une certaine topologie.

Toutes ces opérations nécessitent cependant un contrôle soutenu des calculs ainsi qu'une comparaison continue entre la restitution et les photographies aériennes. Cette comparaison peut être effectuée de manière efficace par l'injection d'image; dans ce cas, le système d'information engendre une image de la carte et l'injecte dans le chemin optique du restituteur photogrammétrique. Il est préférable de réaliser cette injection d'image en stéréo et de superposer à chaque photo l'image de la carte adaptée à la géométrie de la photo correspondante.

Ces dernières années, l'industrie a développé des restituteurs analytiques en liaison avec des systèmes d'information comprenant un dispositif d'injection d'image en stéréo, comme le Système 9-AP de Prime Wild GIS (voir [1] et [2]), le DSR-15 de Kern en liaison avec Infocam ou les instruments PHOCUS de Zeiss. Actuellement, des problèmes se posent encore au niveau de l'efficacité de l'ordinateur. Le rendement de l'opérateur est trop souvent ralenti par les temps de réponse trop longs du système d'information.

2.2 Automatisation de la restitution photogrammétrique

L'automatisation de la mesure des altitudes à partir des photographies aériennes

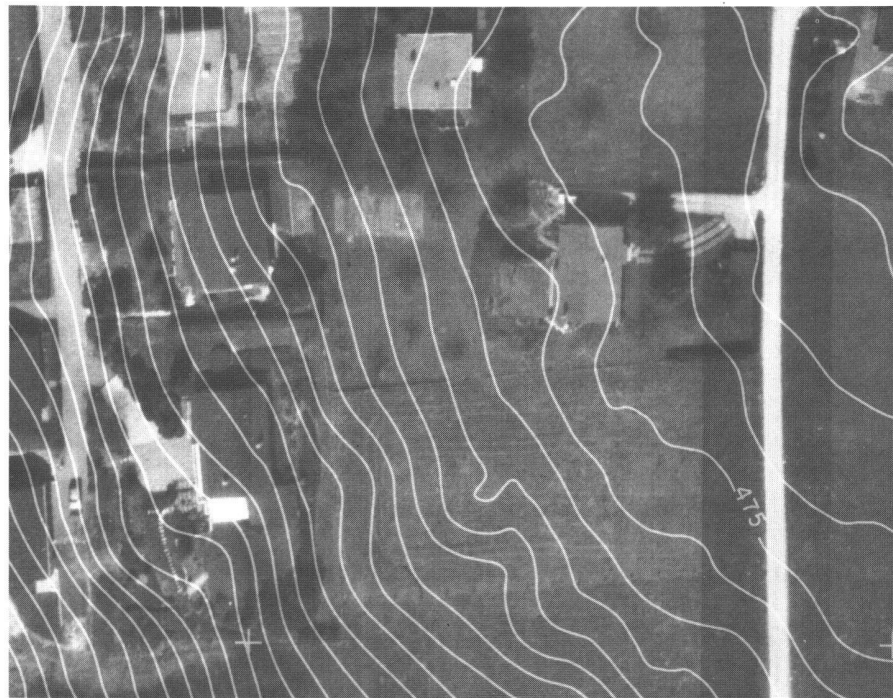


Fig. 2: Orthophoto numérique à laquelle sont superposées des courbes de niveau engendrées complètement automatiquement suivant la technique du Multi-Templet Matching. (Document reproduit avec l'autorisation de la Direction fédérale des mensurations cadastrales.)

Digital erzeugtes Orthophoto mit überlagerten Schichtenlinien. Diese Schichtenlinien wurden nach dem Verfahren des «Multi-Templet Matching» völlig automatisch erstellt.

représente actuellement le pas le plus important vers une restitution complètement automatisée. Il s'agit d'un problème étudié depuis longtemps dans de nombreux centres de recherche, et diverses solutions ont été proposées. Un procédé prometteur a été développé au Laboratoire de photogrammétrie de l'EPF-Lausanne, en étroite collaboration avec la Maison Kern (voir [3]). Ce procédé travaille selon le «Multi-Templet-Matching», un mode de calcul développé à partir de la programmation dynamique et basé sur le calcul des parallaxes pour des segments d'image de dimensions variables (fig. 1). Par la suite, ces parallaxes sont introduites dans une compensation à l'aide de laquelle une approximation du relief du terrain est calculée au moyen des éléments finis. En fonction de cette approximation, les photographies aériennes sont alors géométriquement ré-échantillonnées et la corrélation altimétrique est affinée itérativement. Afin d'accélérer les calculs, on utilise des réseaux de Transputers pour les opérations de traitement d'image. Dans une deuxième phase, les obstacles sont éliminés par filtrage (fig. 2) et les données sont finalement injectées dans un restituteur analytique pour un contrôle final. Durant ce processus, des erreurs peuvent éventuellement être corrigées. Selon les tests actuels, il devrait être possible de

traiter un modèle entier en 12 heures environ avec une précision supérieure à 0,1‰ de l'altitude de vol si la couverture du sol n'excède pas 30%.

2.3 Concept pour un système de restitution distribué

Ces diverses considérations laissent supposer que le traitement numérique d'image influencera de façon décisive la restitution des photographies aériennes. Mais, de même que le restituteur analytique n'a pas simplement repris les fonctions d'un restituteur analogique en les adaptant, il faut aussi s'attendre à ce que la restitution numérique ouvre un large éventail de nouvelles perspectives. Il n'y aura certainement pas d'instrument standard, mais un certain nombre d'appareils qui pourront être regroupés dans un système.

Les éléments suivants feront probablement partie d'un tel système:

- *scanneur* pour la transformation d'images analogiques en images numériques
- *mémoire d'image* de quelques gigabytes pour le stockage de l'information d'image, probablement en liaison avec des disques optiques
- *compositeur d'image*, processeur d'image avec écran graphique pour la cor-

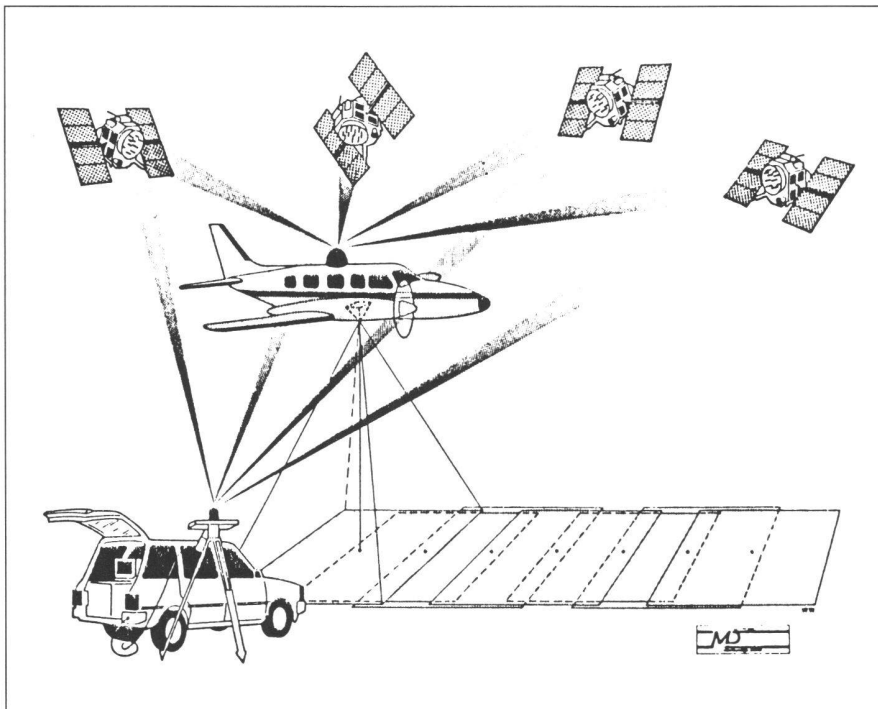


Fig. 3: Utilisation de la géodésie spatiale pour la localisation de la position des prises de vues lors d'un vol photogrammétrique. Une station de référence au sol permet de travailler avec la technique interférentielle. (Figure tirée de «GPS Test Flight FlevoLand» par H.J.W. van der Vegt, actes de la 42e Semaine photogrammétrique, Stuttgart 1989.)

Einsatz der Satellitengeodäsie zur Bestimmung des Aufnahmestandpunktes photogrammetrischer Bilder. Der Bezug einer Referenzstation am Boden erlaubt im Interferenzverfahren zu arbeiten.

rection des tons de gris et l'assemblage des images, ainsi que pour le montage et l'incorporation de l'écriture

- *processeur parallèle* pour l'établissement automatique de modèles numériques du terrain, la production d'orthophotos ou de modèles de paysages, ainsi que pour des triangulations aériennes automatisées
- *système d'information géographique* utilisant comme fond de carte des photographies aériennes (monoplotter)
- *stéréorestituteur avec injection d'image* (numérique ou analogique) pour le contrôle des résultats de la restitution automatique et pour la restitution visuelle
- *traceur électronique* pour la production de documents pictoriels et de cartes de signatures
- «*recorder*» d'images photographiques, pour la production de documents de haute qualité destinés à l'impression.

Cette liste n'est certainement pas exhaustive, mais elle montre que le stéréorestituteur n'assumera plus le rôle unique qu'il a joué jusqu'à maintenant. De nombreux procédés, comme la corrélation d'images, devraient être complètement automatisés. Ces opérations demanderont des processeurs performants, probablement des processeurs parallèles comme les réseaux

de Transputers développés actuellement, notamment au Laboratoire de photogrammétrique de l'EPFL. De tels processeurs seront probablement aussi intéressants pour d'autres opérations nécessitant d'importants calculs, comme par exemple l'exploitation d'une banque de données pour un système d'information géographique.

Le résultat le plus important de ce développement consistera sans doute, dans un proche avenir, à permettre d'effectuer des travaux photogrammétriques sur des stations de travail interactives graphiques. Il deviendra ainsi possible d'afficher des photographies aériennes ou des orthophotos avec le plan numérique et d'effectuer ainsi des restitutions photogrammétriques. A l'avenir, de tels systèmes seront des instruments standards du géomètre et se trouveront dans chaque bureau. Cela devrait permettre une meilleure diffusion des méthodes de travail photogrammétriques.

3. Applications de la photogrammétrique

Nous avons mentionné plus haut que les deux domaines d'application les plus importants de la photogrammétrique sont l'élaboration de modèles numériques du terrain et les levés de la couverture du sol (ni-

veaux 2 «couverture du sol» et 3 «objets isolés»). La photogrammétrique permet également d'assurer efficacement la mise à jour périodique de ces différents niveaux. Par ailleurs, elle pourrait être utilisée en rénovation cadastrale pour la vérification de la géométrie des plans numérisés ainsi que pour la détermination des points fixes et des points-limites.

3.1 Triangulation aérienne pour la détermination des points de base et des points-limites

Lors d'une triangulation aérienne avec des points d'ajustage, des points de liaison et des points nouveaux signalisés, on obtient aujourd'hui des précisions de l'ordre de $\pm 3 \mu\text{m}$ pour un point nouveau, ce qui correspond à une erreur de coordonnées de $\pm 1,5 \text{ cm}$ pour une échelle des clichés de 1:5000. Pour assurer cette précision, il est cependant nécessaire d'utiliser des photos avec un recouvrement latéral de 60%. Cette précision satisfait entièrement aux exigences du niveau de tolérance 2, mais la signalisation d'un grand nombre de points exige un effort important et peut poser des problèmes logistiques. Par conséquent, il convient de réserver la détermination photogrammétrique des points de base et des points-limites à des zones de montagne où la supériorité de cette technique est évidente.

3.2 Levés de la couverture du sol et des objets isolés

La précision pour le levé de la couverture du sol a été fixée à $\pm 20 \text{ cm}$ pour le niveau de tolérance 2, à l'exception des bâtiments. Cette précision relativement peu contraignante permet de simplifier considérablement le procédé photogrammétrique et en particulier la signalisation. Il suffit en effet de ne signaler que les points de triangulation ou les points de base nécessaires comme points d'ajustage pour la triangulation aérienne. Le recours à des méthodes GPS cinématiques lors des prises de vues permettrait même de réduire encore les exigences sur les points d'ajustage (fig. 3). Cependant, une triangulation aérienne apparaît absolument nécessaire même si l'on dispose d'un nombre suffisant de points d'ajustage pour l'orientation des modèles individuels, cela afin d'assurer une précision homogène des mesures photogrammétriques.

Ces dernières années, les procédés photogrammétriques ont déjà été utilisés intensivement pour la préparation des documents de base du projet Rail 2000, ce qui a permis de gagner de l'expérience dans ce domaine. D'autre part, ces niveaux d'information sont levés par photogrammétrique dans le cadre de la nouvelle mensuration des cantons de Nidwald et d'Uri (Plaine de la Reuss).



Fig. 4: Superposition d'une photographie aérienne avec un plan cadastral adapté à la géométrie de la photo. Les bâtiments sont reportés au niveau du sol (ligne continue) et au niveau des toitures (lignes traitillées). On constate ainsi qu'un grand nombre d'éléments figurant sur des photographies aériennes permettent de contrôler les erreurs géométriques d'un plan cadastral. (Document reproduit avec l'autorisation de la Direction fédérale des mensurations cadastrales.)

Überlagerung eines Luftbildes mit einem projektiv verzerrten Grundbuchplan. Die Gebäude wurden sowohl im Grundriss (durchgezogene Linien) als auch in Dachhöhe (gestrichelte Linien) kartiert. Man erkennt, dass eventuelle systematische Fehler des Plans mittels einer Vielzahl von Bildelementen im Luftbild festgestellt werden können.

Actuellement, les bureaux de photogrammétrie utilisent des restituteurs analytiques comme le Wild BC1 ou BC2 ou le Kern DSR. Aucun de ces restituteurs n'est actuellement directement lié à un système d'information permettant l'injection d'image. Par conséquent, un effort important est encore nécessaire en vue de l'intégration des données photogrammétriques dans un système d'information et pour l'organisation appropriée de ces données. Le recours à des restituteurs modernes liés à des systèmes d'information permettra, lors de la restitution, de définir aussi la topologie et conduira à des simplifications considérables.

La dénomination «couverture du sol» inclut aussi les bâtiments. La photogrammétrie permettant la restitution de tous les objets visibles sur une photographie aérienne, on peut facilement restituer le contour des toits, alors que la base des bâtiments est nettement plus difficile à déterminer. D'autre part, comme les exigences de précision sont plus élevées pour ce type d'objets, il convient de se contenter de restituer les toits et de lever les bases au moyen de mesures terrestres complémentaires.

3.3 Le modèle numérique du terrain

Outre la couverture du sol, le relief du terrain représente une importante source d'informations pour les travaux de planification. Jusqu'à maintenant, l'information concernant le relief faisait essentiellement partie du plan d'ensemble. L'intégration de ces données sur ordinateur nécessite leur conversion sous forme numérique; elles représentent alors un «modèle numérique du terrain». Ce modèle se compose de cotes et de lignes de rupture à partir desquelles on peut aussi dériver les courbes de niveau. Une numérisation des courbes de niveau pourrait donner lieu à un modèle numérique du terrain, il y manquerait cependant les lignes de rupture, qui contribuent fortement à une description plus précise du relief.

Un modèle numérique du terrain est surtout indispensable pour des travaux de planification; c'est ainsi que l'utilisation du système DAO a changé profondément les méthodes d'étude de projet en génie civil. Si, au début, la construction et les calculs de volumes étaient les tâches principales, l'emploi des systèmes DAO/CAO a permis de se concentrer sur des variantes et sur les contraintes à respecter. La construc-

tion proprement dite ainsi que l'optimisation de l'axe des routes sont cependant pris en charge par la machine.

Pour les travaux de construction de routes, on demande en règle générale un modèle numérique du terrain d'une précision de l'ordre du demi-mètre ou même en dessous. En Allemagne, la précision altimétrique de la carte de base 1:5000 est de ± 30 cm en terrain plat. Des valeurs semblables seront probablement adoptées en Suisse, bien que des directives définitives n'aient pas encore été établies.

Dans un premier temps, le modèle numérique du terrain de l'Office fédéral de topographie (Dikart), qui devrait être achevé dans 2 ans pour toute la Suisse, fournira une base intéressante. Cependant, selon des analyses de l'ETH-Zürich, la précision de ce modèle serait de l'ordre de ± 5 m. Par conséquent, il serait très important que, pour le terrain urbanisé et agricole au moins, un modèle numérique de plus haute précision puisse être élaboré dans le cadre de la REMO. Pour se convaincre que la photogrammétrie est tout à fait adaptée à ces travaux, il suffit de se référer à la planification du projet Rail 2000, pour laquelle cette technique a été utilisée pres-

que exclusivement, à l'exception des zones forestières. On peut aussi supposer que l'automatisation des mesures altimétriques permettra de réduire considérablement le travail nécessaire à l'établissement d'un modèle numérique du terrain.

3.4 Rénovation du cadastre

En mensuration, on réalise de plus en plus que seule une numérisation des plans cadastraux permettra de créer dans des délais réalistes un système d'information du territoire couvrant la majeure partie du pays. Si l'on considère les frais de numérisation (env. 10% des frais d'une nouvelle mensuration), on peut être sûr que cette solution est tout à fait justifiée. Les limites de propriétés, et en bonne partie même les bâtiments, sont bien mis à jour sur les plans cadastraux actuels. Par contre, la mise à jour de la couverture du sol présente des lacunes.

En ce qui concerne la couverture du sol, la photogrammétrie peut être utilisée pour la mise à jour de ces plans. Elle permet d'autre part de contrôler la géométrie des plans numérisés ainsi que celle des limites de parcelles. L'utilisation de la photogrammétrie pour de tels travaux est tout à fait usuelle à l'étranger (voir [4]).

La superposition d'un plan cadastral avec une photographie aérienne permet de détecter facilement des erreurs systématiques (fig. 4). On trouve en général sur les photographies aériennes un grand nombre d'éléments qui peuvent aider à localiser les limites de propriétés, comme des limites de travaux agricoles, des limites de cultures, des clôtures, des haies, etc. Les routes et les maisons peuvent aussi être aisément identifiées sur les deux documents. On peut ainsi détecter un grand nombre d'éléments qui permettent par la suite d'améliorer la géométrie des plans graphiques. Les systèmes de projection différents du plan et de la photo exigent cependant soit de transformer la photographie aérienne en orthophoto soit d'adapter le plan numérisé à la géométrie de la photographie aérienne. La superposition peut alors être effectuée dans un reconstituteur équipé d'un système d'injection d'image ou directement sur des agrandissements photographiques ou des ortho-

photos; il est aussi possible de travailler sur le moniteur d'un système d'information géographique. L'avantage du travail sur des stéréorestituteurs avec système d'information est la haute flexibilité de ces systèmes. Si l'on détecte des déformations des plans, on peut les corriger et contrôler les résultats immédiatement. Il est entendu que les algorithmes mathématiques utilisés doivent être assez souples pour permettre cette transformation, comme par exemple le Krigeage ou des transformations partiellement continues. Lors de ces transformations, on peut aussi intégrer certaines conditions comme la rectitude d'une ligne entre des points-limites donnés ou le respect de la superficie d'une parcelle dans des tolérances bien définies. Les procédés techniques sont pratiquement connus, cependant il serait encore utile de les tester dans des projets-pilotes en effectuant encore certains affinements méthodiques.

4. Conclusions

Cet article se limite aux principales possibilités d'utilisation de la photogrammétrie dans le cadre de la réforme de la mensuration officielle. Une grande importance a été attribuée aux nouveautés techniques, et l'on peut constater que la photogrammétrie est déjà bien avancée dans l'intégration des systèmes d'information du territoire. Cependant, la difficulté principale réside sans doute aujourd'hui dans l'efficacité de ces systèmes d'information, tant en ce qui concerne leurs fonctionnalités que leur rapidité de travail.

Hormis le levé des différents niveaux de données de la mensuration, il faut aussi planifier une mise à jour périodique, qui peut également se faire par photogrammétrie. La mise à jour de la couverture du sol, des objets isolés et du modèle numérique du terrain pourrait être effectuée tous les 3-6 ans comme pour la carte nationale. Il est cependant important de prévoir plutôt, comme pour toutes les activités en photogrammétrie, des travaux sur de grandes superficies.

Comme c'est déjà le cas actuellement, une grande partie des travaux photogramétriques seront sans doute exé-

cutés à l'avenir par des bureaux spécialisés. Les méthodes de travail photogramétriques exigent un certain savoir-faire, concernant d'une part les aspects spécifiques de la photogrammétrie mais en bonne partie aussi la maîtrise des systèmes de traitement des données. Cet aspect concerne également l'introduction des systèmes d'information dans des bureaux de géomètres. Un ingénieur-système assumera donc un rôle-clé dans l'utilisation efficace de ces systèmes, de même il occupera une position-clé aussi bien dans les bureaux de géomètres que dans ceux des photogramètres. Le technicien ou l'opérateur-photogrammètre est indispensable, mais il dispose rarement de la vision d'ensemble nécessaire pour qu'un projet puisse être mené à bien sous sa seule responsabilité. La formation devrait par conséquent se concentrer aussi sur l'ingénieur-système en photogrammétrie. Si l'on considère qu'une bonne partie des travaux photogramétriques pourront être réalisés sur les systèmes d'information standards, on peut aussi s'attendre à ce que les techniques photogramétriques soient de plus en plus répandues et que seuls les travaux sur des instruments spécialisés restent réservés à des experts.

Bibliographie:

- [1] O. Kölbl: Stereoscopic Superimposition, *The Photogrammetric Record* 13 (74), octobre 1989, pp. 195-215.
- [2] J.-D. Bonjour, P. Newby: Architecture and Components of Photogrammetric Workstations, *The Photogrammetric Record* 13 (75), avril 1990, pp. 389-405.
- [3] O. Kölbl et al.: Automatic Derivation of a Digital Terrain Model, *Proceedings of the ASPRS/ACSM Annual Convention*, Denver 1990.
- [4] O. Kölbl (éd.): *Workshop on Cadastral Renovation*, publ. officielle de l'OEEPE n° 21, 1988, 337 pp.

Adresse de l'auteur:
Prof. Dr. O. Kölbl
EPFL-Photogrammétrie
GR-Ecublens
CH-1015 Lausanne