

Invited Paper 1.1.

LE RELÈVEMENT PHOTOGRAMMÉTRIQUE DANS LES DIFFÉRENTS PAYS

Dr. H. HÄRRY

Président de la Société International de Photogrammetric (S.I.P.) Suisse

L'UNO a essayé, il y a quelques années, de donner un aperçu sur l'état de la cartographie à travers le monde et sur les bases géodésiques¹. On estime que de la superficie globale des terres émergées (l'Antarctique non compris), tout au plus 50% sont cartographiés à l'échelle supérieure ou égale à 1:250 000, tout au plus 14% à l'échelle supérieure ou égale à 1:75 000 et tout au plus 4% à l'échelle supérieure ou égale à 1:25 000. Si l'on ne tient compte que de bonnes cartes répondant aux exigences de notre temps, la part estimés pour des cartes 1:75 000 se réduit à 2% des terres émergées et pour des cartes 1:25 000 à un pourcentage excessivement minime.

De telles constatations sont d'autant plus surprenantes depuis que, presque 40 ans, nous sommes de plus en plus persuadés que nous possédons avec la photogrammétrie aérienne moderne un procédé cartographique de mensuration particulièrement efficace. Si, à côté des cartes topographiques, nous considérons maintenant les cartes à grande échelle, par ex. les cartes économiques du 1:10 000 au 1:2 000 ou les plans cadastraux du 1:5 000 au 1:500, le rapport de la superficie terrestre cartographiée comparée à l'extension du sol cultivable se rétrécirait à une grandeur disparaissant presque complètement. Le monde photogrammétrique a encore ainsi devant lui un champ d'application gigantesque pour sa méthode moderne de mensuration; on sourit aujourd'hui en évoquant que 30 à 40 ans en arrière, la production d'équipements photogrammétriques aériens et la formation de spécialistes-photogrammètres aient pu être considérées comme une « affaire » risquée. Quiconque arrive à se faire une juste idée du *volume de travail en perspective*, comprendra que des spécialistes éminents s'efforcent de perfectionner davantage les procédés de photogrammétrie, quoique ceux-ci aient déjà atteint un haut degré de développement, en vue d'une production cartographique encore plus rationnelle et rapide. Ils voient la photogrammétrie sous un nouveau aspect et abordent les problèmes en partant de la nouvelle technique d'information et de la physique moderne.

¹ United Nations (Dept. of Social Affairs), *Modern Cartography, Base maps for world needs*, New York 1949.

L'état et l'intensité de la cartographie de la superficie terrestre varie d'un pays à l'autre, car il dépend du *degré de développement économique*, de la rente foncière, du niveau technique et scientifique du pays, du droit réel plus ou moins développé. En outre, les besoins en travaux cartographiques photogrammétriques augmentent continuellement dans chaque pays avec l'affermissement économique progressif et le développement culturel. A peine le levé de la carte topographique 1:50 000 est-il en route qu'on demande d'urgence une carte économique 1:5 000; dû au développement économique correspondant du pays, on peut s'attendre avec certitude que 20 à 30 ans plus tard, un cadastre de propriété 1:2 000 ou 1:1 000 sera exigé. Ces besoins sporadiques dûs au développement économique comportent le grand danger que sur une période assez longue des travaux partiels soient commencés indépendamment les uns des autres par les divers ministères et offices d'administration du pays, travaux qui auraient pu être exécutés d'une façon beaucoup plus rationnelle en liaison les uns avec les autres, bien que souvent échelonnés dans le temps. Dans le levé topographique, photogrammétrique et cartographique qui, dans son ensemble, sera toujours pour le pays le levé statistique le plus vaste et demandant le plus de temps, il doit exister une *planification à longue échéance* dont l'observation assurera l'*exécution la plus rationnelle* des grands travaux. A côté du perfectionnement des procédés photogrammétriques, un gain de temps considérable peut aussi être obtenu par une planification bien conçue et strictement observée. Il peut ainsi s'avérer utile de procéder, d'un côté, à la confection de photoplans dans une zone encore peu développée, d'un autre côté, à un cadastre de propriété de haute qualité 1:1 000 dans une zone d'habitat et d'industrie à haut développement économique, sous condition que ces entreprises distinctes fassent partie d'une planification globale prévoyant le levé le plus rationnel du pays. Tous les travaux cartographiques photogrammétrique effectués au cours d'une assez longue période, depuis la carte 1:100 000 jusqu'à la mensuration urbaine 1:500, doivent avoir des composantes communes: la planification globale, le système uniforme de projection, le point d'altitude zéro, la triangulation commune, les prises de vues aériennes pouvant servir, si possible, à des buts multiples. Une fois que les divers travaux de photo-interprétation et de mensuration effectués au cours de ces différentes périodes se fondent, comme les éléments d'une mosaïque, en une image totale harmonieuse, le but de la planification, soit la solution la plus rationnelle de la tâche énorme du levé intégral du pays sera atteint.

La planification qui comprend naturellement aussi l'organisation préalable des entreprises individuelles, et le choix des méthodes et du matériel, est sans aucun doute la tâche la plus captivante de l'ingénieur de planification possédant une solide formation théorique et pratique. L'ingénieur de planification se trouve de nos jours, dans sa recherche et construction de la plus rationnelle, dans le champ d'activité beaucoup plus vaste d'il y a quelques années car, à côté des procédés géodésiques classiques, il dispose aujourd'hui de la photogrammétrie aérienne, de l'aérotiangulation, de la mesure électronique des longues distances, de tout l'éventail de la photogrammétrie, de la technique moderne d'information et du calcul électronique, de toute une série de moyens d'automatisation allant jusqu'à la confection des cartes et plans. L'économie politique dispose-t-elle d'un nombre suffisant d'ingénieurs de planification possédant une formation géodésique-photogrammétrique?

que-cartographique, les connaissances dans les sciences modernes et capables d'effectuer convenablement une bonne planification? Ce n'est probablement pas le cas, car un coup d'oeil dans certains pays montre encore souvent la juxtaposition indépendante de travaux distincts, des « royaumes » multiples dans le même pays, où l'on règne et travaille séparément. Cette constatation ne conduit certainement pas à souhaiter la centralisation car même dans les grandes entreprises centrales, on développe facilement des « royaumes » individuels. Elle conduit au contraire à la *coordination* à la suite d'instructions émanant d'une planification bien conçue. Selon les particularités et la tradition du pays, il est ainsi bien possible que par ex. des bureaux topographiques et photogrammétriques privés décentralisés — voire étrangers — collaborent avec les offices de l'Etat au levé du pays, le tout étant maintenu ensemble grâce à la planification et la coordination.

Il est à prévoir qu'il est à veiller à la *formation d'ingénieurs de planification*.

Les candidats à une telle formation ne sont certainement pas des jeunes étudiants de géodésie mais une élite d'ingénieurs topographes ou photogrammètres qualifiés qui, grâce à leur solide formation thorique acquise à Ecole Universitaire et leur connaissance des procédés classiques et les modernes appliqués en pratique, seront les mieux préparés pour l'exécution d'une planification. Il s'agit d'une éducation « post-graduated ». Si j'étais roi, je formerais un *très grand nombre* de gens doués du sens pratique et consciencieux, comme techniciens, pour le mesurage, le dessin et des opérateurs pour la restitution aux appareils photogrammétrique, un *grand nombre* de jeunes gens comme ingénieurs de mensuration dans les Ecoles Universitaires où seront également traitées les nouvelles techniques d'automation et finalement un *petit nombre* d'ingénieurs de géodésie capables, à solide expérience pratique, comme ingénieurs de planification. Il me semble que seul celui qui a d'abord joué sur l'instrument dont les cordes vont de la mesure de l'arc de méridien d'Eratosthènes à la photogrammétrie analytique automatisée, puisse devenir un bon ingénieur de planification. Un plan directeur ne peut pas être établi indépendamment des besoins agricoles, forestiers, hydrographiques, géologiques, des problèmes de la circulation, de l'habitation et de l'urbanisme, de la nécessité d'inventorier les ressources naturelles et de protéger les droits réels. Ce fait démontre l'ampleur de la formation nécessaire pour la planification.

Les opérations ayant un caractère de priorité absolue d'un plan d'ensemble sont fort différentes suivant qu'il s'agit d'un *pays jeune* dont l'intérêt économique s'est révélé récemment ou d'un *pays industrialisé et à haut développement*. Si l'on veut considérer le travail de relèvement photogrammétrique nécessaire et demandé dans les différents pays, il faut voir ces deux cas séparément.

Les *pays jeunes* doivent créer les supports indispensables à l'inventaire des ressources naturelles. Les pays possédant déjà une *carte topographique d'ensemble*, peut-être à l'échelle 1:250 000, 1:200 000 ou même 1:100 000, seront très avantageux, ce qui n'empêche pas qu'ils oublient de se montrer reconnaissant à ceux qui leur ont donné cette oeuvre cartographique. La plupart des pays jeunes ne possèdent aucun levé régulier et leur développement exige l'établissement rapide d'une carte générale à petite échelle, en appelant ainsi, par convention, toute carte dont l'échelle est égale ou inférieure au 1:50 000. Outre cela, tous les pays jeunes ont besoin d'urgence d'une *représentation du sol à une échelle plus grande* pour fixer

zone par zone l'inventaire plus détaillé des ressources. La tâche prend tout de suite une ampleur désespérante. Les levés généraux et détaillés comme ils sont exposés dans les manuels photogrammétriques sont trop lents en regard aux urgences et trop onéreux. Il faut, au contraire, dans les délais les plus courts et avec des moyens souvent limités, doter l'ensemble du pays d'une carte générale à petite échelle et les zones du développement économique urgent d'une représentation à grande échelle.

Les méthodes de *levé des cartes à petites échelles* par voie photogrammétrique ont subit depuis quelque temps une évolution au point de vue de leur efficacité, surtout quant à l'accélération, sans recours à la triangulation classique, ni même à l'aérotriangulation, grâce au progrès des objectifs de prise de vues, aux dispositifs pour l'orientation des chambres aériennes (statoscope, périscope solaire chambre d'horizon, gyroscope, stabilisateur automatique etc.), des instruments de mesure électronique des distances, grâce au perfectionnement des émulsions photographiques et du matériel de restitution, p. ex. chambres super-grand-angulaires. Il devrait en résulter dans les années à venir une accélération sensible du levé des cartes à petite échelle et une réponse plus satisfaisante aux pays jeunes.

Malgré cette accélération l'économie public de l'un ou l'autre des jeunes pays ne supportera pas une perte de temps causée par l'établissement d'une carte à petit échelle comme moyen d'orientation et comme support des constatations et perceptions. Mais qu'est-ce que nous empêche dans ce cas-là de travailler, dans une première phase, avec une simple couverture photographique à petit échelle, avec les moyens de photointerprétation et d'identification? Je pense, l'orgueil du photogrammètre de reconnaître seulement ce qui est produit d'une machine de restitution moderne ne correspond pas toujours aux problèmes des jeunes pays. En photogrammétrie, photographie aérienne et photointerprétation nous disposons aujourd'hui d'un tel riche champ de jeu qu'il sera toujours une tâche très attrayante de l'ingénieur de planification Indépendant de donner la bonne réponse à la question du jeune pays.

Les méthodes et procédés pour l'établissement des *cartes et plans à grande échelle* sont en usage aussi dans les pays jeunes et sont désirés pour inventorier en détail les ressources naturelles. Mais il pourra souvent arriver que les nécessités économiques ne conviendront pas aux délais pour le levé perfectionné d'une carte économique 1:5 000 combinée avec des plans 1:5 000 ou 1:2 000 pour un cadastre de propriété. Pour sortir de la difficulté, il faut travailler peut-être pendant une assez longue période avec les *photos aériennes agrandies* à une échelle convenable. Dans tous les cas, on a d'identification. Ceux qui ont travaillé dans le domaine du cadastre de propriété savent qu'une grande partie des informations du plan cadastral peut être donnée aussi par l'agrandissement photo-aérien, identifié sur le terrain en présence des propriétaires. Au cadastre, la sûreté des perceptions est plus important qu'une exactitude géodésique exaltée. Pour l'établissement des cartes économiques et des plans cadastraux on dispose aujourd'hui de l'ortho-photographie qu'on limiterait raisonnablement aux grandes échelles. Il est fort probable que l'orthophotoplan identifié sur le terrain jouera un grand rôle dans les levés cadastraux des pays jeunes.

Plus le développement économique et culturel d'un pays jeune est retardé,

plus les politiciens demandent les méthodes de travail les plus récentes: c'est une expérience faite dans le domaine de l'aide technique. Le cas se présente souvent qu'ils demandent par prestige une automation poussée. Il faut leur faire comprendre qu'ils ne souffrent pas d'une main-d'oeuvre rare et coûteuse, que leur jeune génération doit recevoir une formation culturelle et technique pour maîtriser une technique n'étant pas trop compliquée, que les automates électroniques sont souvent des perturbateurs délicats qui se mettent en grève jusqu'à ce que le spécialiste ait fait le voyage pour être sur place. L'aide pour un pays jeune aurait peu de sens si les spécialistes venus d'un pays industrialisé servaient les automates pendant que les jeunes générations indigènes resteraient dans le rôle de spectateurs sans comprendre. Et quand les experts étrangers sont partis, les équipes indigènes bien formées doivent continuer l'oeuvre: le service géodésique et cartographique du pays étant une tâche continuelle. Dans des pays jeunes, ce sont les propres ingénieurs et techniciens qui doivent faire les travaux géodésiques — photogrammétriques — cartographiques, l'aide de l'extérieur ne devant intervenir que pour que le tout soit plus vite accompli.

Dans les *pays développés et industrialisés*, le relèvement photogrammétrique nécessaire et demandé est poussé plutôt vers des spécialités. Dans plusieurs pays, il y a des entreprises photogrammétriques privées qui ont déjà fait preuve d'une accommodation souple aux exigences de la technique d'aujourd'hui. La carte topographique à petite échelle existe normalement; si le plan topographique à l'échelle 1:10 000 ou 1:5 000 servant de base pour toutes sortes de projets du génie civil, de l'agriculture et sylviculture, pour le plan d'extension et pour toutes sortes d'usages fait encore défaut, les photogrammètres sont à féliciter d'avoir encore une magnifique tâche devant eux. La topographie à l'échelle 1:5 000 est la tâche appropriée se prêtant particulièrement bien à la photogrammétrie aérienne d'aujourd'hui. Si le besoin et la planification le permettent, il sera très avantageux de combiner la topographie à grande échelle avec les travaux cadastraux. Le levé par photogrammétrie d'un cadastre économique, fiscal, juridique ou d'un cadastre servant à plusieurs buts sera développé vers une perfection, à condition que toutes les opérations soient soumises à une organisation préalable bien réfléchie et que cette planification soit observée par tous les opérateurs avec une discipline absolue de façon qu'on ne puisse guère reculer devant cette application très importante de la photogrammétrie moderne en pays très développés. La facilité d'adaptation de la restitution à l'enregistrement direct, la généralité d'emploi et la rapidité des calculateurs modernes a fait le pont de la photogrammétrie aux procédés classiques, le pont du cadastre photogrammétrique à toutes sortes d'autres mensurations. Le chiffre, les coordonnées, les méthodes numériques font le langage commun non seulement avec les calculatrices et avec les autres entreprises de mensuration et de piquetage, mais aussi avec toute opération de mise à jour. Très souvent, les pays, disposent d'un cadastre de la fin du siècle passé, et comme la création d'une nouvelle oeuvre cadastrale sera pour notre temps une tâche énorme et trop onéreuse, il s'agit de valoriser l'ancien cadastre, de le mettre en relation avec les services de mensuration modernes. Les méthodes numériques de la photogrammétrie, les possibilités d'aujourd'hui de la création d'un canevas d'appui à grande échelle donnent lieu à plusieurs solutions avantageuses et économiques. On cons-

tate que le travail de l'ingénieur de planification n'est pas moins important dans les pays développés que dans les pays jeunes.

En général le relèvement photogrammétrique dans les pays développés est dirigé par des besoins vers les levés à grande échelle et vers les méthodes numériques et analytiques. Les forces motrices sont l'accroissement de la population et tous les aspects économiques, culturels, de circulation, de l'habitation d'une population devenant toujours plus dense sur un sol qu'on ne peut pas agrandir. Il en suit des problèmes techniques à résoudre d'urgence, et les solutions ne permettent plus de détourner les yeux de la photogrammétrie moderne. Et toute cela souvent sous un manque de personnel technique suffisamment formé. Ce sont les données qui nous disent de vivre *avec* et ne pas contre les automates.

L'application de la photogrammétrie aérienne pour les projets d'autoroutes et le piquetage des travaux du génie civil a introduit un nouvel aspect: l'établissement du projet à l'aide du modèle stéréoscopique à l'appareil de restitution en utilisant l'espace qu'on maîtrise dans son bureau en coordonnées et altitudes. Il est possible que cette nouvelle méthode de création de projets du génie civil prend place aussi dans la photogrammétrie urbaine. Beaucoup de villes en Europe centrale possèdent, à côté de plans topographiques 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000, un cadastre perfectionné donnant des coordonnées et altitudes exactes, des points fixes et des points de limite. Dans ces villes on n'a jusqu'ici pas senti le besoin de se servir de la photogrammétrie pour l'étude et la solution des problèmes d'urbanisme, abstraction faite des photoplans pour traiter les analyses de circulation ou pour donner des vues d'ensemble des zones de la ville surtout à l'usage des profanes. Il se peut que les possibilités météorologiques offertes par le modèle photogrammétrique ouvrira aussi un champ d'application à la photogrammétrie dans ces villes favorisées.

Le travail de relèvement photogrammétrique dans les différents pays dont on a pu esquisser ici seulement quelques aspects, montre une diversité énorme due au développement récent de la photogrammétrie en qualité et en accroissement des champs d'application. C'est l'ingénieur de planification qui a la possibilité d'étudier les applications et d'organiser le relèvement photogrammétrique d'un pays pour arriver au meilleur service l'économie publique du pays. Je pense que les recettes des routiniers n'ont pas de grand valeur. L'organisation du relèvement photogrammétrique d'un pays est toujours l'oeuvre créatrice de l'ingénieur de planification.