



51947

NATIONS UNIES
CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

Distr.
LIMITÉE

E/CN.14/CART/296
19 septembre 1972

Original: FRANCAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE

Troisième Conférence cartographique régionale
pour l'Afrique

Addis-Abéba (Ethiopie) 30 octobre - 10 novembre 1972
Point 7(c) de l'ordre du jour provisoire

UTILISATION DU STEREO-MAT WILD B-8*

Communication présentée par le Gouvernement français

L'I.G.N. a acquis en 1968 un appareil Stéréomat Wild B-8 destiné à la production d'orthophotographies ainsi qu'aux études de cartographie automatique. Quatre ans plus tard il est possible de faire le point de l'expérience acquise sans pour autant prétendre avoir résolu ni même quelquefois abordé tous les problèmes, en particulier ceux de la cartographie automatique en vue desquels l'équipement du Stéréomat était encore en cours d'achèvement au début de cette année 1972.

I. CONDITIONS D'EMPLOI DU STEREO-MAT

On peut signaler quelques précautions particulières à prendre pour obtenir la meilleure utilisation du Stéréomat. Il est d'abord souhaitable de remplacer la fente d'insolation de l'orthophoto, qui est circulaire et crée un lignage systématique dans le recouvrement des bandes de balayage, par une fente carrée, orientable, permettant le balayage par profils tant en X qu'en Y avec un espacement de 1,50mm dans le plan de l'orthophoto (soit environ 0,9mm dans le plan du cliché aérien).

Afin d'obtenir le meilleur résultat dans l'aspect de l'orthophotographie, sa tonalité, ses contrastes et sa richesse en détails, il convient de respecter certaines exigences photométriques et de suivre des normes d'utilisation qui, pour être plus strictes qu'avec un appareil orthophotographique à projection optique, ne sont pas hors de la compétence d'un photographe qualifié. Les clichés négatifs aériens doivent être contretypés sur une tireuse à compensation électronique et la densité des diapositives doit rester comprise entre 0,35 et 1,00. Il est nécessaire de faire un essai orthophoto sur une petite portion du couple, tous les trois ou quatre couples s'il s'agit d'un bloc homogène, pour déterminer au préalable les réglages d'ouverture, luminance et contraste qui donnent la meilleure image possible, exempte de lignage, riche en détails et de tonalité convenable.

* Par l'Institut Géographique National (I.G.N.).

Pour cela il est commode d'utiliser un petit châssis 9x12cm chargé du même film que celui du châssis orthophoto 30 x 40 ou 40 x 50 cm. De toutes façons, toute orthophotographie reste extrêmement tributaire de la qualité de la prise de vues et de la nature du terrain. Elle ne peut que dégrader l'image de départ.

II. PANNES

Un appareil aussi élaboré que le Stéréomat ne va pas sans subir de temps à autre des pannes. Elles peuvent être mécaniques, comme celles dues à un glissement lent, difficile à percevoir, ou à une rupture franche des rubans de transmission en X (et plus rarement en Y) et n'interrompre le fonctionnement que quelques heures. Mais elles sont beaucoup plus souvent électroniques et peuvent alors nécessiter plusieurs jours d'arrêt.

Ces incidents nécessitent l'existence d'un laboratoire d'électronique situé à proximité du Stéréomat et comprenant du personnel capable d'intervenir rapidement et efficacement pour éviter au maximum le déplacement d'un ingénieur américain. Ce laboratoire est d'ailleurs fort utile pour effectuer des contrôles périodiques de routine et maintenir de bons réglages électroniques sur le Stéréomat.

La durée d'immobilisation pour l'entretien et le dépannage est de l'ordre de 10 à 20% du temps de service, ce qui n'est malgré tout pas prohibitif et permet d'affirmer que le Stéréomat n'est pas plus fragile qu'un autre appareil électronique similaire.

III. RESULTATS

Les résultats montrent que le Stéréomat est un appareil de restitution automatique particulièrement bien adapté à la fabrication des orthophotographies en région accidentée, grâce à l'efficacité du corrélateur d'image et à la correction des pentes même très fortes. La corrélation est très robuste et apporte confort, rapidité et fidélité dans le tracé des profils du modèle. Une simple surveillance suffit, de manière à pouvoir intervenir manuellement dans les régions ombragées, dénudées, sans détail ou à parallaxe trop forte, pour y maintenir le pointé.

La corrélation sera d'autant moins en défaut dans ces régions que l'on travaillera sur des clichés à plus petite échelle, par exemple inférieure à 1:25 000. Les résultats seront donc relativement meilleurs à moyenne ou petite échelle.

Il est difficile de chiffrer avec précision les limites de la correction de pente, car elles paraissent dépendre de la nature du terrain et pas seulement de la pente, de son signe et de son emplacement dans le couple. Dans un versant fuyant, très rugueux, avec des arbres, des rochers, des ombres portées, la corrélation ne pourra assurer qu'un contact approché avec le sol et la détection de la pente sera également

irrégulière, provoquant des inexactitudes dans le redressement. Un tel versant risque d'être rendu avec des filés et des dédoublements d'une bande à la bande de balayage voisine, même pour des inclinaisons relativement faibles.

Quoi qu'il en soit on peut affirmer que les pentes positives (dirigées vers le nadir) sont parfaitement corrigées même pour des pentes de $+ 30^\circ$ situées à 30° de la verticale. Les pentes négatives (fuyantes) sont plus rapidement dégradées; par exemple des pentes de $- 20^\circ$, $- 30^\circ$ et $- 40^\circ$ ne sont généralement pas bien corrigées au-delà des inclinaisons respectives de 20° , 15° et 10° sur la verticale. Des exceptions se produisent parfois et l'on a relevé des pentes de $- 25^\circ$ encore bien restituées à 40° de la verticale, d'autres de $- 38^\circ$ à 22° . Il est prévu de poursuivre cette étude pour déterminer avec plus de certitude la part due à la pente et celle due aux irrégularités du terrain dans la limitation des corrections des pentes.

La définition de l'image planimétrique est de l'ordre de 7 à 9 traits au millimètre sur l'orthophoto (soit 12 à 15 sur le cliché original). On est donc en dessous de la définition de la photo aérienne et cela est sensible dans les terrains plats. Dans les régions accidentées, cet inconvénient est atténué par le bon rendu relatif des pentes. Dans de telles régions d'ailleurs, les appareils ne peuvent réaliser qu'un compromis entre deux exigences contradictoires de l'orthophotographie: garder une grande finesse de l'image mais conserver des déformations et des hiatus entre bandes ou perdre sur la finesse mais gagner sur l'exactitude de la correction des pentes (surtout des pentes fuyantes).

Cette perte de résolution limite les agrandissements de l'image aérienne et il n'est pas souhaitable de dépasser 3 x, voire 4 x. Cela justifie pour les terrains plats l'utilisation d'appareils optiques.

La précision que l'on obtient en planimétrie est de l'ordre de la précision graphique. Les essais faits à l'I.G.N. sur 250 points naturels de la coupure de Charlieu ont donné un écart-type de 0,08mm (ramené dans le plan du cliché) sur la comparaison des coordonnées mesurées sur l'orthophoto au stéréocomparateur avec les coordonnées issues de la moyenne de quatre restitutions manuelles. On peut donc garantir à l'utilisateur une précision de 0,1 à 0,2mm sur toute l'étendue de l'orthophotographie, même en région accidentée.

En altimétrie les résultats obtenus avec le dispositif à tirets tangents sont plus aléatoires, non pas tant dans leur précision que dans leur possibilité d'utilisation. Ils dépendent essentiellement du terrain et ne sont exploitables qu'en région dégagée, accidentée mais aux formes arrondies. Dès que le terrain présente des versants boisés où alternent des trouées de clairières ou de cultures, il devient vite impossible d'y déceler les bons tirets des mauvais dans le fourmillement émis, même en utilisant une équidistance supérieure.

Il en est de même en zone urbaine, bocagère ou à falaises.

Le problème des superstructures reste donc l'écueil primordial dans l'orographie automatique avec le système des tirets tangents.

IV. TRAVAUX EFFECTUES

Les travaux effectués à l'I.G.N. ont porté en général sur des échelles de sortie supérieures à 1:15 000 (souvent le 1:5 000), rarement à 1:20 000 et exceptionnellement à 1:50 000. Ils ont concerné une gamme très variée de terrains, de nature et de relief différents et situés tant en France que dans des pays africains. La plupart du temps, les orthophotographies ont été livrées assemblées en bloc avec quelquefois une surcharge altimétrique extraite d'une restitution manuelle et figurée par des courbes "réservées" en blanc.

Une orthophoto-élévation terrestre a été dressée dans un but géoarchéologique.

Aucune feuille orthophotocartographique n'a été publiée en série; des essais d'impression offset tramée avec surcharge des contours (lignes de rupture des densités de l'orthophoto) ont montré tout l'intérêt de ce procédé, relativement simple et facile à exécuter. En région désertique l'orthophotocarte compléterait avantageusement les cartes actuelles en offrant une représentation plus fidèle et plus riche en détails de terrain, remplaçant avantageusement les nombreux blancs qui figurent sur les cartes correspondantes, tout en conservant la qualité métrique de la carte conventionnelle.

V. PERSPECTIVES

L'orthophotographie paraît actuellement en expansion un peu partout et n'a certainement pas encore trouvé tous les domaines d'application possibles. Elle est utile au géologue, à l'ingénieur qui désire une image à jour et métrique pour dresser des avant-projets; elle fournit un plan d'occupation des sols de grande valeur.

L'I.G.N. étudie l'intérêt que présente l'orthophotographie pour la révision des cartes de base à 1:25 000 en région accidentée. Un essai est en cours sur Lourdes qui semble souligner la nécessité, pour toute interprétation ou exploitation détaillée de l'orthophotographie, de son observation en stéréoscopie, par exemple en utilisant un stéréoscope à zoom permettant de fusionner le cliché aérien avec l'orthophoto.

Pour pallier la perte de finesse du Stéréomat en région plate, l'I.G.N. a décidé d'acquérir un appareil à projection optique de la Société Matra-Sfom. Cet appareil est prévu pour fonctionner en différé, en mode "3e chambre", et de manière automatique sous le contrôle d'une unité comprenant un ordinateur PDP8 travaillant en ligne et alimenté par les enregistrements de profils du Stéréomat numérisés sur bande magnétique.

Ces enregistrements de profils pourraient d'ailleurs venir d'autres appareils de restitution ou être éventuellement reconstitués à partir d'une carte déjà existante dont on numériserait les courbes de niveau. L'unité de contrôle de la 3^e chambre Sfom apporte donc une grande souplesse d'utilisation et cette dissociation des fonctions de restitution des profils et de confection de l'orthophotographie permet d'accoupler des appareils qui a priori n'ont aucune compatibilité tout en améliorant le rendement de l'orthoprojecteur.

De plus, un lien est ainsi créé entre l'orthophotographie et la cartographie automatique; les relations pourront s'établir dans les deux sens de sorte qu'il sera bien difficile de dire laquelle des deux sera le sous-produit de l'autre.

Le Stéréomat a une place de choix dans le cadre des instruments débouchant sur la cartographie automatique. Il pourra soit faire l'orthophotographie en direct, avec ou sans enregistrement des profils, soit enregistrer les profils avec ou sans orthophotographie simultanée; il permettra ainsi des études numériques sur le relief et la confection de documents en déroulant (courbes de niveau, cartes de pente...). Il pourra également piloter un autre appareil orthophotographique en différé ("3^e chambre" Sfom par exemple).

La possibilité de régler l'espacement des profils (de 0,5 mm à 8 mm) et la densité des enregistrements sur chaque profil (puisque l'armoire de contrôle T.I.T.N. du Stéréomat permet les enregistrements X, Y et Z des points espacés d'au moins 0,5 mm) apportera également une grande souplesse d'utilisation. Il est probable toutefois que le meilleur des automatismes n'éliminera pas le dialogue avec l'opérateur et on ne voit guère, sans un minimum d'intervention manuelle, comment parvenir à éliminer les points faux, ni en particulier réduire l'influence des superstructures indésirables.

Il ne faut pas non plus croire que l'automatisation permettra de réaliser des économies dans le domaine de la main-d'oeuvre. Des travaux nouveaux pourront être traités à peu de frais tandis que d'autres le seront de manière plus accélérée sans surcharge.

Mais une chaîne de cartographie et d'orthophotographie automatiques a besoin d'être servie par une équipe de techniciens et d'ingénieurs particulièrement qualifiés et comprenant des photogrammètres, des cartographes, des électroniciens, des photographes et des informaticiens.

Progressivement, mais avec application, l'I.G.N. parvient à mettre sur pied ces équipes et aborde ces disciplines nouvelles qui prolongeront les techniques actuelles qui lui sont familières et traditionnelles.

Un développement de l'orthophotographie et de la cartographie automatique est donc à attendre qui permettra de satisfaire les besoins nouveaux qu'exprimeront les utilisateurs concernés.

S'il est encore difficile de délimiter avec précision le domaine d'emploi de l'orthophotographie par rapport aux photographies aériennes d'une part et aux documents cartographiques d'autre part, il est désormais certain que dans des pays peu cartographiés, peu urbanisés, et en voie de développement, la technique orthophotographique est susceptible d'apporter une aide considérable dans l'élaboration des programmes de planification, dans la confection d'avant-projets ou dans l'exploitation des ressources naturelles. Le prix de revient dépend évidemment des conditions de départ (échelle de la prise de vues, nature de la stéréopréparation) et de la qualité recherchée sur les documents de sortie (coefficient d'agrandissement, restitution uniquement planimétrique ou au contraire planimétrique et altimétrique, équidistance et précision demandée en nivellement, nature des reproductions ...). On s'accorde généralement pour l'estimer inférieur au coût de la carte mais il convient sans doute d'examiner chaque cas individuellement. Certains pays se sont déjà lancés dans cette voie, notamment en Afrique.

L'I.G.N. est prêt à poursuivre et à étendre les travaux orthophotographiques qu'il a déjà effectués depuis quelques années, en particulier dans les territoires africains.
