

TENDANCES DU DEVELOPPEMENT DE  
L'INSTRUMENTATION ORTHOPHOTO

Guy DUCHER, Jean-Claude LUMMAUX, IGN, FRANCE

COMMISSION II Groupe II/1

---

I - Introduction

Afin de faire le point de l'état de l'instrumentation orthophotographique mondiale, de son évolution au cours des trois années passées et de cerner les principales tendances prévisibles, un questionnaire [1] a été adressé en septembre 1983 à tous les constructeurs d'appareils. Huit réponses sont parvenues à ce jour sur lesquelles s'appuient les constatations suivantes, qui se limitent aux appareils disponibles sur le marché civil.

II - Orthophoto-projecteurs actuels

Peu de nouveautés sont intervenues ces dernières années et l'analyse faite par Allam [2] reste d'actualité, qu'il s'agisse des diverses façons de classer les appareils (en direct ou en différé, à transfert optique ou électronique d'images, assisté ou non par ordinateur, à capacité stéréo-orthophoto ou non, adapté à la couleur ou non...), ou d'analyser leurs avantages. Certes il s'agit d'un domaine qui, après avoir connu depuis une vingtaine d'années des progrès incessants, souvent majeurs, et des renouvellements considérables dans la conception des appareils et l'efficacité des solutions apportées, ne pouvait que voir se ralentir ses bouleversements. Déjà une telle tendance était constatée en 1980. On peut dire que l'état de quasi perfection atteint actuellement par de nombreux appareils orthophotos, par rapport aux réalisations initiales, est bien un indice d'aboutissement d'une longue série d'appareils basés sur les traitements analogiques (et/ou hybrides) d'images analogiques (sur film), assistés par ordinateur. Tout laisse ainsi entendre que les progrès ultérieurs ne pourront provenir que d'une conception de base différente ; cela devrait conduire à donner toutes ses chances à la voie du traitement entièrement numérique d'images analogiques et/ou numériques.

En attendant, la plupart des constructeurs ont recentré

leur gamme et amélioré leurs modèles tandis que d'autres ont abandonné toute production soit en photogrammétrie (ITEK), soit simplement dans le secteur des orthophoto-projecteurs (MATRA et récemment OMI).

Les améliorations sont essentiellement les suivantes :

- DANKO : ajout d'un système électronique commandé par micro-processeur et utilisant les bandes magnétiques.
- KERN : n'a pas encore introduit d'améliorations depuis le congrès de Hambourg mais projette de remplacer l'OP2 par un système purement électro-optique à caractère beaucoup plus numérique et beaucoup moins mécanique. Aucun calendrier de mise en service n'est annoncé.
- GPM : le GPM IV peut désormais fournir en sortie des orthophotos et des MNT (modèles numériques du terrain) par clichés entiers. Des développements ont été apportés dans les logiciels d'utilisation des données de MNT délivrés par le GPM IV tandis que d'autres sont en cours de mise au point.
- WILD : des améliorations ont été apportées dans le système de profilage-amont, PE 3, sur aviographe AG 1 (appareil qui remplace le B8 S en conservant les mêmes qualités altimétriques) avec recours à la technologie des micro-processeurs et désignation sous le sigle PE 2. Ce PE 2 apporte plus de souplesse. Le logiciel SORA de constitution des données entrées dans l'Avioplan OR 1 a été doté de 2 nouvelles versions, SORA/B de plus grande capacité et à entrée interactive, et SORA/C, adapté au NOVA/4 X. De plus la position de la fente de balayage est réglable par micromètre tandis qu'un logiciel permet d'effectuer la mesure des coordonnées-clichés directement sur l'OR 1.
- ZEISS : l'orthoprojecteur Gigas GZ 1 est définitivement stoppé. L'Orthocomp Z 2 a bénéficié de quelques nouveaux logiciels destinés à en augmenter l'efficacité. Ils concernent l'interpolation des MNT (programme HIFI), la confection de stéréo-orthophotos, les traitements en parallèle en ordinateur, et la vitesse des asservissements.

On prévoit d'adapter les logiciels du Z 2 à des ordinateurs meilleur marché comme le HP 1 000 A, et d'apporter d'autres améliorations ultérieures destinées par ex. à faciliter le contrôle et la correction des données de MNT.

Rappelons que le Z 2 accepte en option les clichés à grand format (23 x 46 cm) ce qui pourra concerner les images prévues par les vols STS-14 et 17 de la navette, au cours desquels sera embarquée la Large Format Camera (LFC) de l'USGS.

Seuls ces 3 derniers constructeurs (Gestalt, Wild et Zeiss) envisagent d'apporter à court terme de nouvelles améliorations dans leurs systèmes orthophotos (matériel et/ou logiciel).

x        x        x

En ce qui concerne les instruments d'observation stéréoscopique et d'exploitation altimétrique ou graphique des orthophotos et des stéréo-orthophotos, aucun constructeur ne semble avoir développé d'appareil nouveau.

Cela provient de la diversité des situations (besoins, buts, spécifications de format) dans un marché, que le coût encore trop élevé de confection supplémentaire des stéréo-associées, rend trop étroit.

Là encore l'abondance, prévue dans les prochaines années, d'images spatiales numériques à haute résolution sera peut-être de nature à modifier cette situation.

### III - La filière numérique

Les progrès des chaînes orthophotos sont étroitement tributaires de la nature et de la disponibilité des données aériennes et bientôt spatiales. Le développement de l'informatique et des systèmes électro-optiques facilitant les conversions dans les deux sens entre les formes analogiques et numériques des images (micro-densitomètre de haute précision et caméra de restitution sur film en noir et blanc ou en couleurs, VIZIR, VISUMAT ou OPTRONICS) ainsi que les traitements radiométriques et géométriques, réservés pour l'instant aux données spatiales, ne sera pas sans répercussions sur les données aériennes, soit qu'elles deviendront elles-mêmes numériques dès la saisie, soit qu'il soit facile de les numériser sitôt après.

Diverses filières sont alors imaginables.

Celles qui sont illustrées sur la fig. 1 n'ont pas encore toutes fait l'objet de réalisations industrielles courantes, même si certains prototypes ont déjà, à un moment ou un autre vu le jour [ 3 ].

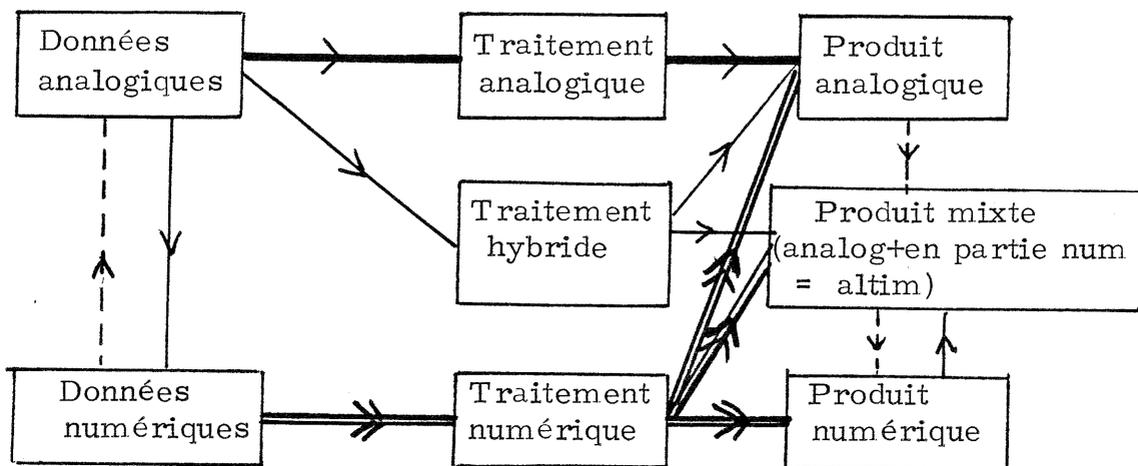


FIG. 1

Il serait intéressant de pouvoir mieux cerner les avantages et inconvénients de chacune d'entre elles, d'après les expériences acquises ou en cours, pour inciter les constructeurs à réaliser des chaînes bien conçues, en fonction d'un objectif porteur, et bien en situer les domaines d'application.

Ainsi certains constructeurs estiment que la chaîne analogique conservera son attrait y compris pour le traitement d'images spatiales numériques, mises au préalable sur film, sous une forme quasi-brute, auprès d'utilisateurs déjà équipés d'appareils orthophotos actuels et ne désirant pas acquérir immédiatement des chaînes numériques. Des exemples de redressements d'images LANDSAT-MSS effectués sur OR 1 ou sur Z 2 ont déjà fait l'objet de publications.

Cela pourrait également constituer une filière de secours, complémentaire à la filière numérique pour ceux qui disposeraient des deux possibilités. La notion de complémentarité entre les deux filières apparaît donc dans de nombreux secteurs, de même qu'on considère souvent que l'aérien complètera le spatial (et vice-versa). Cette complémentarité apparaît notamment en ce qui concerne les objectifs, la voie numérique paraissant a priori mieux adaptée aux utilisations cartographiques et la voie analogique aux déterminations photogrammétriques de très haute précision.

Mais d'autres constructeurs estiment que cette situation est provisoire et pronostiquent un prochain développement des techniques purement numériques, et ce pas uniquement pour les besoins de la recherche ou des militaires.

La rentabilité de cette filière, si elle n'est pas encore démontrée, pourrait bientôt ne plus être le facteur principal de décision. Déjà des essais qui dépassent la seule démonstration de faisabilité ont été effectués par l'IFAG (RFA) et par l'IGN (F) et évoqués aux Semaines photogrammétriques de Stuttgart (sept. 1983), [4].

Les avantages que l'on peut discerner dans la filière de traitement numérique de clichés aériens sont les suivants :

a) - meilleure conservation de la qualité sémantique de l'original (résolution...), par numérisation directe du négatif sans avoir à réaliser de contretypage diapositif obligatoirement un peu dégradé comme c'est le cas pour les orthoprojecteurs. On choisira le pas du balayage du micro-densitomètre (entre 12 et 40 microns) en fonction du coefficient de réduction ou d'agrandissement demandé et du coût de la numérisation.

b) - grande souplesse dans les traitements radiométriques et géométriques :

- améliorations d'images et de contrastes, délignages, étalement de la dynamique, réduction aux contours...
- corrections de toute nature, quelle que soit la géométrie du capteur et la physique des milieux traversés (images RADAR, vues sous-marines, données SPACELAB, LFC...).

c) - grande précision géométrique des traitements correctifs puisqu'ils peuvent s'appliquer à chaque pixel. Cela élimine tout défaut de raccord entre bandes de balayage, permet, surtout si le MNT de départ est à maille très fine, de corriger exactement chaque élément sans autre limitation de pente que celle due à la perspective de la saisie.

Les défauts dus aux jeux mécaniques des pièces en mouvement (zoom, prismes) lors de l'insolation de l'orthophoto sont également éliminés.

d) - répartition plus facile au sein d'un même cliché entre les zones à redresser en orthophoto et celles à fournir en stéréo-associé dans le cas où l'on traite tous les clichés d'une bande pour obtenir des orthos et des stéréo-orthophotos. Ainsi on peut réserver le centre à l'orthophoto (meilleure précision planimétrique et meilleure résolution) et les ailes gauche et droite à la stéréo-associée (sans perte sensible de précision altimétrique)

e) - amélioration de la qualité esthétique des mosaïques et simplification des procédures permettant d'obtenir, grâce à l'ordinateur, une harmonie de tonalité satisfaisante dans les raccords entre clichés voisins.

f) - souplesse dans les formats de sortie, selon les coefficients d'agrandissement ou de réduction désirés. Un même document peut, sans sur-coût élevé, être livré à plusieurs échelles, dans une gamme allant de 1 à 3, voire 4, ce qui facilitera les analyses et les synthèses. Des vues obliques (panoramas, études de site) sont alors faciles à réaliser en sous-produits.

g) - aptitude accrue à restituer automatiquement l'altimétrie en ordinateur, par corrélation numérique itérative des images, avec production de courbes de niveau et de MNT utilisables non seulement pour redresser les clichés traités mais toutes les images aérospatiales ultérieures couvrant la zone.

h) - possibilité accrue de rédaction inter-active d'orthophotocartes et de spatio-cartes en agissant sur les pixels concernés pour y ajouter les éléments au trait ou des aplats extraits de fichiers géocodés antérieurs, pouvant provenir d'autres images spatiales, et sous des formes appropriées au résultat cherché (surcharge colorée, ou en réserve en blanc...).

i) - facilité plus grande de production de documents en couleurs.

j) - archivage et conservation possible des documents sous une ou plusieurs formes numériques, la forme d'entrée, avant corrections ou celle corrigée ou celle d'édition, par l'emploi de Disques optiques-numériques Gigadisc Thomson ou Mégadoc Philips.

k) - perspectives d'insertion de ces documents dans les bases de données géographiques, à l'ordre du jour un peu partout, de suivre les évolutions et de permettre tous les croisements et révisions souhaités.

En regard de cette liste d'une douzaine d'avantages incontestables, dont la plupart concerne l'instrumentation proprement dite, il faut opposer la liste des inconvenients suivants :

a) - investissement encore onéreux (micro-densitomètre, ordinateur avec console et périphériques, logiciels à rédiger ou à compléter, sortie par caméra à laser unique ou triple pour trichromie) qui peut rebuter pour quelques années, voire plus, des producteurs déjà bien équipés en analogique ou n'ayant acquis par ailleurs aucun des éléments nécessaires au numérique.

b) - coûts de maintenance voire de fonctionnement, supérieurs pour quelques années encore, surtout si la chaîne numérique ne doit servir qu'à traiter des clichés aériens en dehors de toute application spatiale.

c) - lourdeur plus grande du processus dans le cas où l'on ne traite que quelques clichés aériens isolés, redressés par clichés entiers avec un fort coefficient d'agrandissement (3 ou 6 x), nécessitant alors un balayage très fin et le traitement informatique d'un nombre considérable (plusieurs  $10^8$  voire  $10^9$ ) pixels.

#### IV - Conclusion

Il est difficile de prévoir, en présence de cette liste d'avantages et d'inconvénients, lequel, du numérique et de l'analogique l'emportera et à partir de quand.

La réponse appartient en partie aux constructeurs.

Elle dépend aussi d'autres facteurs, qui, étant donné la relative étroitesse du marché où semble être restée l'orthophotographie, par rapport aux autres formes plus élaborées et interprétées de restitution planimétrique, sont extérieurs à la technique orthophotographique.

Ces facteurs se situent en amont de l'orthophoto, dans la forme sous laquelle seront disponibles les données, de plus en plus numériques par leur provenance spatiale. Ils se placent en parallèle, par suite du développement de l'informatique et des fichiers MNT en cours de constitution dans de nombreux pays et enfin en aval, par les possibilités offertes avec les imprimantes couleurs rapides, électrostatiques ou à laser.

Ce n'est pas le produit orthophoto qui sera le moteur réel de cette évolution, mais inversement il appartient aux photographes et aux constructeurs de ne pas le laisser plus longtemps à l'écart des progrès technologiques réalisés par ailleurs et dont il pourrait en bénéficier pour connaître un nouveau développement.

- [ 1 ] G. Ducher : questionnaire on orthophoto equipments  
(IGN/GRED/GD/286 du 7 sept. 83)
- [ 2 ] Allam (Mapping Branch-Canada) : "Systems for the  
production of ortho and stereo-  
orthophotos"  
(symposium Commission II - 1982)
- [ 3 ] ... Digital Automatic Map Compilation System/  
WILD - IBM 7094  
(Photog. Eng. juillet 1964 - mars 1965)
- [ 4 ] J. C. Lummaux : Exemple d'utilisation du traitement  
numérique d'images pour la réalisation  
de photocartes à grande échelle  
(Congrès ISPRS de Rio, 1984)
-