

Souplesse d'emploi des techniques de photogrammétrie numérique

C. Donnenwirth,
B. Dubois,
J.-A. Quessette

INTRODUCTION

L'atelier de l'OEEPE sur l'automatisation de la production en photogrammétrie numérique qui s'est tenu à l'ENSG du 21 au 24 juin 1999 a représenté pour tous les acteurs de la photogrammétrie une étape importante puisque les débats ont porté sur la productivité et la mise en place de solutions intéressantes en termes de coût/efficacité, parmi lesquelles l'emploi de plates-formes informatiques de type PC paraît convenir à la plupart des applications, démontrant ainsi que la photogrammétrie numérique arrive à maturité.

Comme la différence entre grands et petits systèmes s'estompe pour ne porter que sur la capacité des logiciels et des matériels à gérer efficacement de très grands volumes de données, l'organisation de la production se partagera entre l'approche centralisée fondée sur des grands systèmes automatisés et l'approche parallèle fondée sur de nombreux petits systèmes qui, semi-automatisés aujourd'hui et automatisés demain eu égard à la facilité de migration des logiciels des grands systèmes vers les petits, présentent l'avantage de s'adapter plus facilement à la taille des projets.

Les solutions adaptées aux projets importants sont certes disponibles et fonctionnent correctement mais comment opérer avec les petits projets dans lesquels il ne faut relever que quelques points ? Comment, à l'heure des clichés numériques, remplacer le stéréoscope à miroirs encore utilisé par nombre de professionnels qui ne sont pas pour autant des photogrammètres professionnels ?

Autant de questions auxquelles nous nous proposons de répondre en montrant sur des exemples concrets que la souplesse des techniques numériques permet de s'adapter efficacement à tous les cas de figure, en jouant à la fois sur les performances des matériels et sur la modularité des logiciels.

LOGICIELS DE PHOTOGRAMMÉTRIE CHS

La production photogrammétrique enchaîne une série de tâches auxquelles correspondent autant de logiciels sous forme de modules plus ou moins intégrés qu'il s'agit de mettre en œuvre astucieusement pour optimiser la productivité de l'ensemble ; les principaux outils logiciels proposés par CHS pour PC/Windows ont été développés, les uns en interne, les autres en partenariat avec d'autres sociétés, à partir de sa propre expérience de production de données de manière à offrir des solutions adaptées aux véritables besoins de production :

Tâche

Perspective conique

Image SPORT

PV stéréoscopique

Contrôle/calibration géométrique	Scancorrect	/
Aérotriangulation	Aerot 1	Spatio 1
Modélisation stéréoscopique	Photomod	Photospot
Observation stéréo	Photomod	Photospot
Mesure et tracé stéréo	Photomod	Photospot Autospot

MNT et courbes de niveaux	Photomod	Photospot
Orthorectification	Photomod	Autospot
Mosaïçage	/	Photospot
Mesure et tracé sur orthophoto	Photomod	Photospot
	Mapnote 2	Autospot
Production d'iconocartes	Photomod	Photospot
	Mapnote 2	Autospot

PV monoscopique

Contrôle/calibration géométrique	Scancorrect
Modélisation monoscopique	Façade 2
Orthorectification	Façade 2
Ortho vraie	Façade 3
Mosaïçage	Façade 2

Fondés sur les mêmes bases théoriques, les outils logiciels proposés diffèrent cependant par leurs destinations et par leur champ d'application :

Scancorrect : développé par la société RACURS, ce module de contrôle et calibration cartographie les distorsions géométriques d'un scanner ou, le cas échéant, d'un appareil de prises de vues numériques par rapport à une grille de référence et corrige d'autant les fichiers images pour ramener les distorsions résiduelles dans une gamme de valeurs acceptables soit 0, 1 à 0,2 pixels. Cette étape est fondamentale dans la chaîne de production car la qualité géométrique et radiométrique des clichés conditionne la qualité intrinsèque de la restitution.

Aerot 1 : ce module d'aérotriangulation calcule par la méthode de compensation par faisceaux les coordonnées des points inconnus à partir de points connus et calcule également, à partir de points connus au sol, les coordonnées de points observés sous la surface de l'eau (1) en tenant compte de l'amplitude, de la période et de la direction de la houle.

Spatio 1 : par une démarche analogue à une aérotriangulation, ce logiciel de spatiotriangulation SPOT adapté de Guichard (2) (3) détermine les coordonnées de points inconnus à partir de points connus dans un bloc d'images SPOT. La stabilité de SPOT est suffisante pour obtenir des précisions subpixelaires sur des blocs importants à partir d'un petit nombre de points.

Photomod : logiciel complet de production photogramétrique sur PC/Windows pour clichés à perspective conique, **Photomod** a été développé en partenariat avec la société RACURS (4) avec le support de la DRET (Ministère de la Défense) et, pour la partie observation et mesures stéréo, le soutien de l'ANVAR. Bénéficiant de l'expérience de production de CHS, ce logiciel incorpore des méthodes originales de production semi-automatiques qui le rendent très efficace dans tous les domaines de la photogrammétrie. Son concept modulaire se prête aux applications personnalisées comme aux techniques de réalité virtuelle que CHS a développées sous le concept d'orthophoto virtuelle.

Photospot : logiciel complet de production photogramétrique dédié à l'imagerie SPOT mais adaptable à tous

les types de capteurs à défilement, **Photospot**, inspiré des travaux de Guichard (2) (3), dispose des mêmes fonctionnalités que **Photomod** pour la mesure et le tracé stéréoscopiques, la production de MNT et d'orthoimages, la production d'iconocartes.

Façade 2 : destiné plus particulièrement au redressement de clichés numériques, ce logiciel traite tout cliché à perspective conique pour déterminer les paramètres de prises de vues des clichés monoscopiques puis procède à une orthorectification rigoureuse si le MNT est disponible ou, à défaut de MNT, à une projection sur un plan moyen. Ce logiciel possède également une fonction de mosaïçage automatique des fichiers traités.

Façade 3 : module complémentaire de **Façade 2** ou de **Photomod**, ce progiciel « *ortho vraie* » (S) compense sur les orthophotos aériennes les dévers de façades lorsque l'on dispose d'un Modèle Numérique d'Élévation de bonne qualité et rétablit la radiométrie des parties cachées si l'on dispose de plusieurs clichés, de manière à garantir la bonne superposition des plans et des orthophotos aux grandes échelles.

Autospot : produit composite dédié à l'imagerie SPOT, **Autospot** est constitué par un couple d'images SPOT stéréoscopiques orientées et de logiciels qui lui sont spécifiquement attachés pour fournir à l'utilisateur la possibilité d'observer, d'effectuer des mesures et des tracés en mode stéréoscopique, de produire des MNT, des courbes de niveaux et des orthoimages. Inspiré des concepts d'orthophoto virtuelle « *VORTHO* » de CHS (7) ou du concept « *PINSOL* » de Michel Kasser (6), ce produit autonome s'adresse aux utilisateurs occasionnels de stéréopaires SPOT ainsi qu'aux producteurs de données géographiques qui souhaitent paralléliser à moindre coût les tâches de production de MNT dans le cadre de grands projets.

Autophot : l'équivalent de **Autospot** en prises de vues coniques existe mais offre peu d'intérêt économique au niveau d'un seul couple stéréoscopique, il est cependant commercialisé dans une application de tourisme virtuel destinée au grand public, incorporant 30 couples stéréoscopiques. En revanche, **Mapnote 2** qui en est une sous-fonction est intéressant pour visualiser une orthophoto sur un PC, effectuer des mesures en X, Y et Z, effectuer des tracés et préparer l'impression d'iconocartes.

QUELQUES SOLUTIONS PRATIQUES

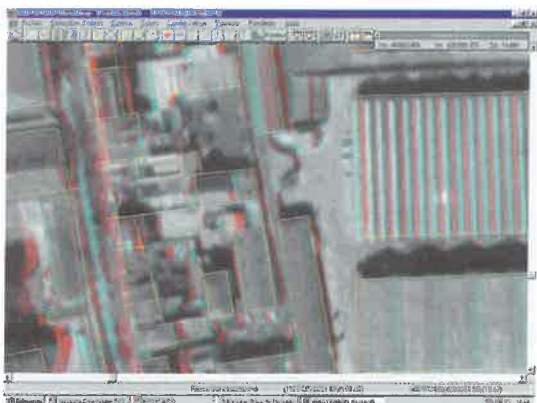
Les exemples suivants illustrent la manière dont peuvent s'articuler les logiciels précédemment décrits pour répondre efficacement aux problèmes rencontrés en production photogramétrique courante.

Anthropométrie

Le traitement par **Photomod** du couple stéréo d'un crâne inconnu et le traitement par **Façade 2** des photos de candidats potentiels a permis, à deux reprises, d'identifier positivement des personnes disparues.

Levé de contours de bâtiments

Les contours des bâtiments de Lisbonne et Porto, environ 180 000, ont été restitués en XYZ en parallélisant les postes de travail **Photomod** avec des reconstituteurs analytiques classiques.



Cette image en relief doit être observée à l'aide de verres anaglyphes.

Mosaïque d'orthophotos

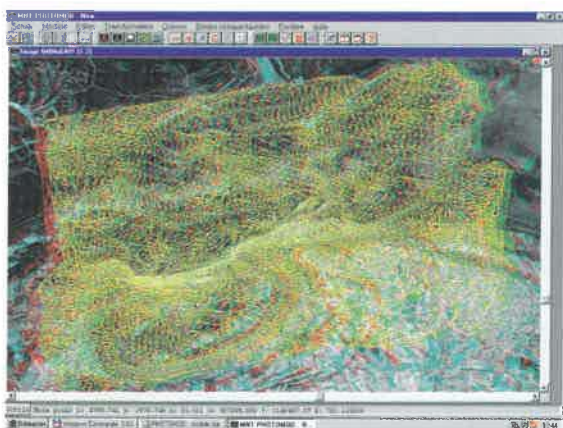
La mosaïque ci-jointe intègre 30 clichés aériens de montagne à forte dénivelée, avec les difficultés de recouvrement que cela implique.

Modélisation, orthorectification, mosalcage ont été réalisés avec **Façade 2**.



Production de MNT

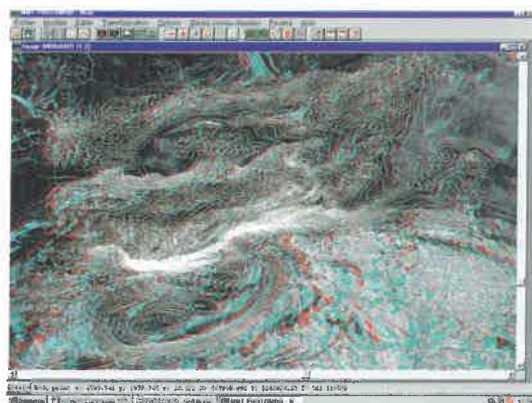
Un MNT a été produit avec **Photospot** à partir d'un couple stéréoscopique SPOT Panchro en zone montagneuse sous forme de TIN qui peut être exporté vers d'autres applications en format DXF ou transformé par interpolation en grille régulière.



Copyright Cnes 1986 - Distribution Spot Image
Cet image en relief doit être observée à l'aide de verres anaglyphes.

Production de courbes de niveau

Les courbes de niveau ont été calculées par Photospot à partir du MNT précédent pour en contrôler la qualité.

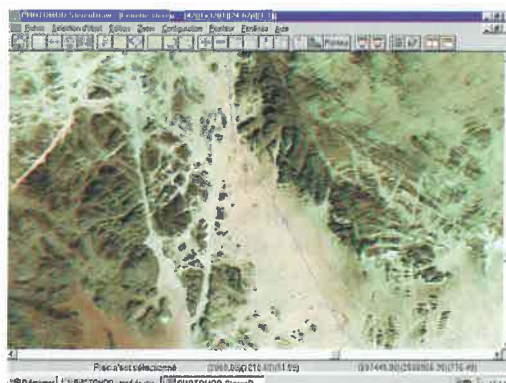


Copyright Cnes 1986 - Distribution Spot Image
Cet image en relief doit être observée à l'aide de verres anaglyphes.

Stéréoscope à miroirs

Une société d'ingénierie recherchait un stéréoscope, une barre de parallaxe et des points de calage pour déterminer sur 10 couples SPOT XS le couloir du tracé d'un oléoduc dans une région désertique non cartographiée.

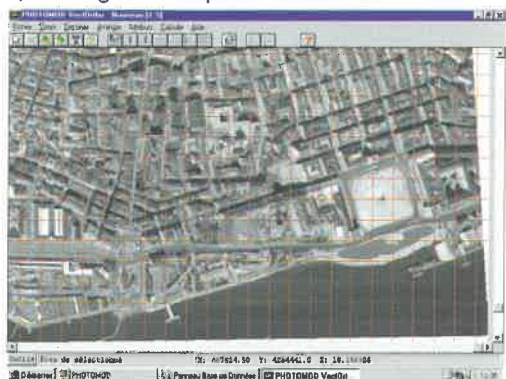
Le problème a été résolu différemment en utilisant **Spazio 1** pour générer des points de calage dans chacun des couples SPOT puis **Autospot** pour observer, mesurer et tracer en mode stéréoscopique à moindre coût.



Copyright Cnes 1998 - Distribution Spot Image
Cet image en relief doit être observée à l'aide de verres anaglyphes.

Carte active

Une orthophoto se manipule sans difficulté sur un PC portable et se transforme en véritable carte active en l'associant à **Mapnote 2** pour lire directement sur l'écran des coordonnées XYZ, mesurer des distances ou des profils, tracer, renseigner et imprimer.



CONCLUSION

Les petits systèmes de photogrammétrie numérique sur PC offrent des fonctions de production équivalentes à celles des grands systèmes dont ils ne se distinguent plus que par une capacité de traitement inférieure par construction et des fonctions parfois moins automatisées, différences qui s'estompent peu à peu. Ils entrent en compétition avec les grands systèmes sur station de travail sur lesquels ils présentent l'avantage de s'adapter plus facilement à l'organisation de production qui convient à la taille du projet, au point que les grands constructeurs présentent des petits systèmes de production photogramétrique sur PC pour diversifier leur offre.

N.B. : Les personnes qui ne posséderaient pas de lunettes anaglyphes peuvent en demander à CHS au 01 47 51 57 47.

RÉFÉRENCES

- (1) Wheda M. : « Underwater photogrammetry in real conditions », Ph. D. thesis, University of Wisconsin, Madison, 1984.
- (2) Guichard H., Pikeroen B. : « La modélisation des images spatiales : une approche générale, simple et rigoureuse. » Actes du Symposium International sur les applications topographiques des données SPOT. Sherbrooke, Québec, Canada, 1988.
- (3) Guichard H. Communication privée. 1993
- (4) Adrov V.N., Checkurin A.D., Suchin A.Y., Smirnov A.N., Adam-Guillaume J.-P., Quessette J.-A. : « Photomod : digital photogrammetry and stereoscopic images synthesis on a PC », Digital Photogrammetry and Remote Sensing' 95, Eugeny A. Fedosov, Editor, Proc. SPIE 2646, pp. 89-96, 1995.
- (5) Benmlih S., Maumont M., Quessette J.-A. : « Réflexions sur l'orthophotographie numérique », revue XYZ n°71, 1997, pp. 82-87.
- (6) Kasser M. : « Le tout numérique sur les chemins d'une vulgarisation », revue Géomètre n°11, novembre 1997, pp. 30-33.
- (7) Quessette J.-A. : « Qualité de la chaîne photogramétrique 100 % numérique », revue Géomètre n°11, novembre 1997, pp. 34-36.



Au service du Bâtiment et des Travaux Publics pour **former** autrement

L'Ecole Chez Soi, pionnier de la formation professionnelle du BTP, est fière d'avoir préparé plusieurs générations de cadres et de techniciens du Bâtiment et des Travaux Publics. Plus de 20 000 anciens élèves de l'Ecole Chez soi sont actuellement en activité dans des bureaux d'études, cabinets d'architectes, cabinets topographiques, dans des entreprises de BTP ou encore, dans la fonction publique.

Elle forme des Ingénieurs, des Techniciens Supérieurs, des Techniciens. Elle dispense toutes les formations qualifiantes du Bâtiment et des Travaux Publics, elle prépare aux examens d'Etat.

Des experts vous forment ! Les formateurs sont des professionnels du BTP, reconnus pour leurs compétences.

Des formations à distance. La souplesse de la méthode laisse à chacun sa liberté.

Des formations sur mesure ! Chacun peut se former en fonction de ses besoins personnels.

Il existe un compagnonnage actif et dynamique entre anciens élèves et nouveaux.

Celui-ci permet de faciliter :

- l'insertion des jeunes dans le monde du travail,
- la réorientation et le plan de carrière des professionnels.

Informations et inscriptions

Tél. 01 46 03 66 83



Ecole Chez Soi



INSTITUT PRIVÉ FONDÉ PAR L. EYROLLES EN 1891

3615 Ecole chez soi* • 92774 Boulogne Cedex
Site internet : www.ecole-chez-soi.com