

# La DMC de Z/I Imaging : une conception innovante au service de la précision

■ Isabelle POUX et Dave DIONNE

*Fort d'une expérience de plus de 50 années dans le développement de caméras aériennes, Z/I Imaging a développé la caméra numérique DMC, Digital Mapping Camera, pour des missions de prise de vue aérienne exigeant une haute résolution et une grande précision et destinées à des applications diverses dans les domaines des SIG et de la télédétection. Elle est la première caméra aérienne grand format mettant en œuvre la technologie des capteurs CCD matriciels. Elle constitue une solution complète et modulaire pour l'acquisition des images aériennes à petite ou grande échelle.*

## Le système DMC

Le système proposé avec la caméra DMC comprend plusieurs éléments :

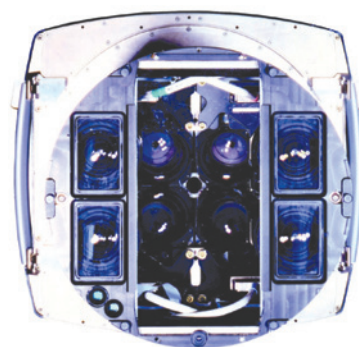
- La caméra DMC en elle-même, composée de :
  - 4 blocs caméras CCD matricielles, haute résolution, panchromatiques, 7000 x 4000,
  - 4 blocs caméras CCD matricielles, multi-spectrales, 3000 x 2000,
  - une unité électronique,
  - 3 enregistreurs des données des vols, avec une capacité de 280 Go d'espace disque chacun, soit un total de 840 Go pour le stockage des données des vols.
- Le système embarqué de gestion des capteurs (ASMS, Airbone Sensor Management System) qui inclut le logiciel de gestion du capteur, le module de contrôle de la DMC, une caméra vidéo, le système de navigation GPS et optionnellement le système inertielle (INS),
- Le système de stabilisation gyroscopique de la caméra,
- Le système de post-traitement au sol permettant de convertir les données acquises par la caméra DMC dans des formats exploitables par les solutions logicielles du marché,

- Le logiciel de planification des missions et de trajectographie (ISMP, ImageStation Mission Planning).

L'intégration de 8 caméras CCD matricielles dans un seul système apporte une solution au problème de la limitation de la taille des matrices CCD. En collaboration avec la société Carl Zeiss, Z/I Imaging a conçu pour la caméra DMC un objectif spécifique, caractérisé par sa faible distorsion, sa large ouverture, sa haute résolution et son homogénéité. Chacune des 8 caméras fonctionne en tant qu'unité autonome. Comme des objectifs distincts sont utilisés par chacun des 8 blocs caméras, l'image résultante offre des performances optiques supérieures à celles qui pourraient être atteintes par un objectif unique, d'un diamètre plus grand. Les 4 caméras centrales sont des caméras panchromatiques haute résolution, utilisant des matrices CCD 4000 x 7000. Lors du post-traitement des données, les 4 images panchromatiques sont mosaïquées en une seule image de 7 680 pixels sur 13 824 pixels. Pour l'acquisition d'images en vraies couleurs (rouge, vert, bleu) et en fausses couleurs (infrarouge), 4 bandes multi-spectrales sont incorporées à l'unité électronique de la caméra.

Les caméras sont montées dans un cadre rigide, conçu spécialement pour garantir un alignement parfait des axes de prise de vue de chaque caméra.

La technologie des capteurs CCD matriciels offre plusieurs avantages par rapport aux capteurs matriciels de petit format ou aux capteurs linéaires. En effet, l'un des paramètres les plus critiques pour l'utilisation d'images aériennes dans les applications de photogrammétrie numérique est la précision géométrique. De ce point de vue, un capteur CCD matriciel a un avantage sensible par rapport à un capteur CCD linéaire du fait de sa géométrie connue de manière précise dans les directions X et Y. D'autre part, un intérêt des capteurs CCD matriciels réside dans leur capacité à mettre en œuvre la technique de compensation

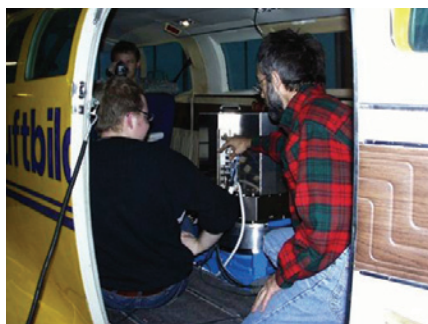


- ■ ■ électronique du type FMC (Forward Motion Compensation), destinée à éliminer le flou dans les images à grande échelle et utilisée par les systèmes de prise de vues aériennes à films.

Pour faciliter le remplacement dans l'avion d'une caméra par une autre, la caméra DMC et son système de stabilisation intégré s'ajustent dans le même espace que les chambres de prise de vues argentiques de Z/I Imaging, comme celles de la gamme RMK, ce qui évite en particulier de modifier les dimensions du trou pressurisé destiné à accueillir la caméra. De plus, toujours pour garantir une certaine flexibilité dans le passage au numérique, le système de gestion des capteurs aériens (ASMS, Airborne Sensor Management System) est également à même de gérer une caméra argentique.

Le système de stabilisation gyroscopique de la caméra permet de compenser le roulis, le tangage et le lacet de l'avion. Une technologie gyroscopique de pointe, des composants de contrôle actifs et l'amortissement des vibrations sont mis en œuvre pour stabiliser la caméra. Combinée à un alignement vertical optimisé, la stabilisation de la caméra contribue à l'amélioration de la qualité de l'image.

En mode couleurs 4 bandes, avec une profondeur de niveaux de gris de 12 bits



Système DMC en cours d'installation

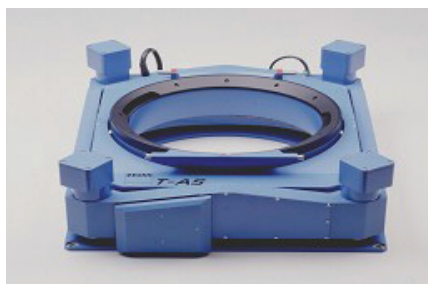


Plate-forme gyroscopique

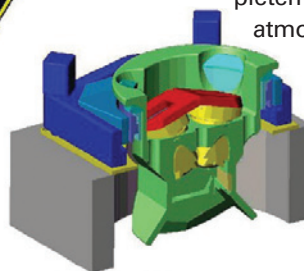
par pixel, le système génère environ 260 Mo de données images brutes par exposition. C'est pourquoi, un dispositif électronique spécifique, capable de gérer de tels flux de données a été mis au point. Il comprend entre autres 3 enregistreurs des données des vols amovibles, avec un espace disque de 280 Go chacun soit 840 Go au total, sur 3 canaux en parallèle. A pleine résolution (12 bits) et en mode couleurs 4 bandes, plus de 2000 clichés peuvent être stockés sur le système par mission. Des disques supplémentaires, dont le remplacement durant le vol est aisé, permettent d'étendre, autant que nécessaire, la capacité de stockage des données du vol.

La solution proposée avec la caméra DMC inclut également un système de post-traitement qui permet de convertir les données brutes en images. Il est composé d'un serveur avec racks permettant d'accueillir les disques des enregistreurs des données des vols amovibles, de deux disques RAID pour le stockage des données et d'un serveur multi-processeur offrant les meilleures performances en matière de post-traitement. Les données sont d'abord copiées de l'enregistreur des données des vols vers le disque RAID. Un traitement radiométrique et un traitement géométrique constituent le post-traitement. Les images ainsi traitées ainsi que les méta-données du vol sont stockées dans des formats standards et ouverts.

Elles sont alors disponibles, soit pour un transfert dans une solution de gestion et de distribution des images, soit pour une utilisation immédiate dans une chaîne de traitement photogram-



Système de stabilisation gyroscopique



métrique, de l'aérottriangulation à l'orthorectification en passant par la stéréorestitution et la génération des MNT.

## Les apports opérationnels de la caméra DMC

Dès le début du développement de la caméra DMC, un programme intensif de vols de test a été mis en œuvre pour éprouver la technologie et vérifier le concept. Les évaluations et les vols effectués par les utilisateurs de la DMC ont mis en évidence un certain nombre de bénéfices, parmi lesquels :

- **L'allongement de la durée quotidienne opérationnelle de vol :** la sensibilité radiométrique élevée et la profondeur 12 bits de la caméra DMC permettent de faire l'acquisition d'images de qualité dans des conditions d'éclairement bien moins favorables que celles nécessaires pour les vols utilisant des chambres de prises de vues à films. Selon la période dans l'année, les conditions d'éclairement et les conditions météorologiques, la durée de la journée de vol peut être prolongée d'au moins une heure en début en fin de vol.
- **L'allongement de la saison opérationnelle de vol :** la résolution radiométrique élevée de la DMC permet également d'effectuer des vols plus tôt et plus tard dans l'année, en comparaison des vols utilisant des chambres de prises de vues à films.
- **L'élargissement des conditions météorologiques acceptables :** la sensibilité de la caméra DMC à des niveaux d'éclairement très faibles permet de faire l'acquisition d'images dans des conditions météorologiques considérées mauvaises avec des systèmes traditionnels.
- **La réduction des effets atmosphériques :** à l'aide de l'étalonnage des couleurs, la DMC permet d'éliminer complètement les effets de brume atmosphérique légère. Pendant le post-traitement d'une mission de prise de vue caractérisée par de la brume légère connue, la première image est traitée et optimisée pour éliminer les effets dus à la brume

atmosphérique par un filtrage hautement performant. Ainsi, des images de haute qualité peuvent être acquises avec la DMC, même dans des conditions météorologiques très difficiles et/ou à de hautes échelles de vol.

- **La diminution du nombre de photos nécessaires:** la géométrie, la résolution et la dimension des images de la DMC permettent de voler à une altitude supérieure pour une résolution terrain équivalente, voire meilleure, de l'image, en comparaison des systèmes mettant en œuvre le scannage de films. Cela signifie que moins d'expositions sont nécessaires, ce qui diminue la durée des vols et en réduit les coûts.

- **L'élimination des traitements et des changements de films lors des vols:** un système DMC standard permet de stocker, sans changer de media durant le vol, autant de clichés que sur 4 ou 5 rouleaux de films.

- **Un meilleur balancement radiométrique global:** durant la génération des fichiers en sortie, les post-traitements comprennent une calibration radiométrique et une calibration géométrique avancées. Il en résulte que les images produites par la DMC sont extrêmement bien équilibrées au niveau des tonalités. Pour cette raison, elles sont bien adaptées au mosaïquage et à la production d'ortho-photos.

- **Une récupération et un post-traitement simples et rapides:** la calibration radiométrique prend environ une minute par cliché et la calibration géométrique de 2 à 3 minutes par cliché selon les options choisies.

- **L'import direct dans des applications de photogrammétrie:** les images en sortie du post-traitement sont immédiatement exploitables dans des applications de photogrammétrie, par exemple pour l'aérotriangulation.

- **De meilleurs résultats pour l'aérotriangulation automatique** (par corrélation), dus à la qualité radiométrique et géométrique des images.

- **Une meilleure perception de la profondeur de l'image** qui diminue les possibilités d'erreurs lors de la stéréo-restitution et facilite la photo-interprétation.

#### Caractéristiques de la caméra DMC

Configuration	14k x 8k, haute résolution, en panchromatique et multi-spectral
Champ angulaire (FOV)	42° le long de la trace x 69.3° en travers de la trace
Résolution panchromatique	7680 x 13824 pixels (image en sortie du post-traitement)
Résolution panchromatique de chaque caméra	7k x 4k pixels
Objectif	4: x f = 120mm/1:4.0
Mode multi-spectral	4 : RVB et proche infrarouge
Nombre de bandes	(autres disponibles sur demande)
Résolution multi-spectrale de chaque caméra	3k x 2k pixels
Résolution multi-spectrale	7680 x 13824 pixels (image en sortie du post-traitement)
Objectif	4: x f = 25mm/1:4.0
Capacité de stockage à bord	840 Go (plus de 2000 images)
Vitesse maximum par image	2s / image
Résolution radiométrique	12 bits (pour toutes les caméras)
Poids de la caméra	< 80 kg
Poids des enregistreurs de données	115 kg

- **Une chaîne de production 100 % numérique, de l'acquisition des données à la production des produits finaux:** le processus de production DMC permet d'augmenter la qualité des produits finaux, de réduire les sources d'erreurs, de simplifier la gestion des données et d'augmenter l'efficacité des processus de production d'un bout à l'autre de la chaîne.

A ce jour et depuis le début de sa commercialisation en août 2003, 14 caméras DMC ont été vendues de par le monde, en Europe, en Asie et aux Etats-Unis, dont la plupart sont déjà en service. Parmi les sociétés et organismes

qui ont choisi la caméra DMC, se trouvent le Swedish Governmental Organization Lantmäteriet en Suède, ILV en Allemagne, Asia Air Survey Co., Ltd. et Kokusai Kogyo Co., Ltd. au Japon, Beijing XingTian Di Information Technology Co., Ltd., en Chine, Photo Science Inc., Aero-Metric Inc. et 3001 Inc. aux USA (<http://imgs.intergraph.com/newsroom/pressrelease.asp>). ●

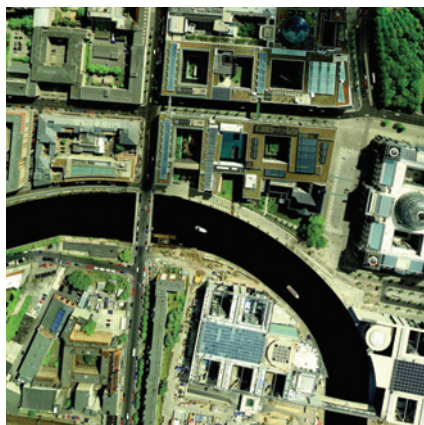


Image fournie gracieusement par la société Intergraph Corporation. Prise de vue réalisée par la société BSF Luftbild GmbH, en Allemagne.

#### ABSTRACT

*Z/I Imaging, with more than 50 years of experience with aerial camera systems, used this experience to develop a reliable and productive digital camera system, the Digital Mapping Camera (DMC) system. It is a turnkey digital aerial camera system designed to support aerial photogrammetric missions that demand high resolution and accuracy. The Digital Mapping Camera is the world first large format aerial mapping camera using frame sensor CCD technology. Designed from the ground up as a digital replacement for film-based photogrammetric mapping cameras, the DMC features breakthrough technologies that produce successful projects - from small-scale mapping operations to precision, high-resolution corridor engineering projects.*