

mosaïquage de photographies aériennes de petit format prises à l'aide d'un appareil standard

Olivier Laugier
ing. ENSAIS - ESRI France

RÉSUMÉ

De nombreuses études thématiques utilisent des photographies aériennes de petit format prises à partir d'appareil standard afin de réaliser des travaux de photo-interprétation

L'objectif de cet article est de générer une mosaïque à partir de ce type de photographie aérienne afin qu'elle soit adaptée à une interprétation visuelle. Les photographies exploitées ont été faites par la DIRENE de la région Centre dans le cadre d'une étude sur la Loire.

La technique de la compensation par faisceaux est employée du fait qu'elle permet d'utiliser des appareils photographiques non-métriques. C'est-à-dire des chambres de prises de vue qui ne sont pas destinées aux applications photogrammétriques classiques.

Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) est tout d'abord généré à partir des courbes de niveaux d'une carte scannée de l'IGN. À partir de ce MNT et des photographies aériennes numérisées, des ortho-images sont générées où les décalages relatifs sont négligeables. Une mosaïque avec égalisation radio métrique est finalement produite. Cette mosaïque finale illustre les possibilités offertes par la photogrammétrie numérique pour des projets environnementaux qui utilisent de l'imagerie.

INTRODUCTION

De nombreuses études thématiques utilisent des photographies aériennes prises à partir d'appareils standards du fait qu'ils présentent une plus grande souplesse d'utilisation et ont un coût moindre par rapport à des chambres métriques. L'objectif de cet article est de montrer que les techniques de photogrammétrie numérique permettent de corriger ces photographies afin de pouvoir les interpréter visuellement.

La triangulation photogrammétrique par bloc a pour caractéristique de pouvoir déterminer dans sa globalité les paramètres relatifs à la position et à l'orientation des photographies aériennes et des images satellites d'un projet. L'un de ses avantages (outre le gain de temps) est la possibilité de diminuer voir d'éliminer les décalages géométriques entre les différentes images contiguës. Les traitements ultérieurs (mosaïquage, photo-interprétation, etc.) sont ainsi facilités du fait d'une plus grande cohérence géométrique des données. La triangulation par modèles indépendants et la compensation par faisceaux sont les deux principales méthodes utilisées en photogrammétrie. Comme nous allons le voir, cette dernière a pour avantage de pouvoir modéliser des appareils photographiques d'amateur.

Cette étude a pour but de mosaïquer des photographies aériennes prises par la DIRENE Centre en éliminant les décalages géométriques et les différences de radiométrie entre les images sources. Après avoir présenté les principes de la compensation par faisceaux, la méthode utilisée pour produire la mosaïque finale est décrite.

LA COMPENSATION PAR FAISCEAUX

La triangulation par bloc définit mathématiquement les relations entre les images d'un projet, les capteurs qui sont à l'origine de ces images et les objets. La technique de la compensation par faisceaux établit une relation directe entre les images et les coordonnées terrains comme l'illustre la *figure 1*.

L'état de l'art indique que cette méthode présente les avantages suivants [1] :

- Elle est la plus précise des techniques d'aérotriangulation.
- Elle permet une plus grande souplesse d'utilisation. Il est possible de modéliser les déformations optiques des objectifs et d'intégrer des paramètres addition-

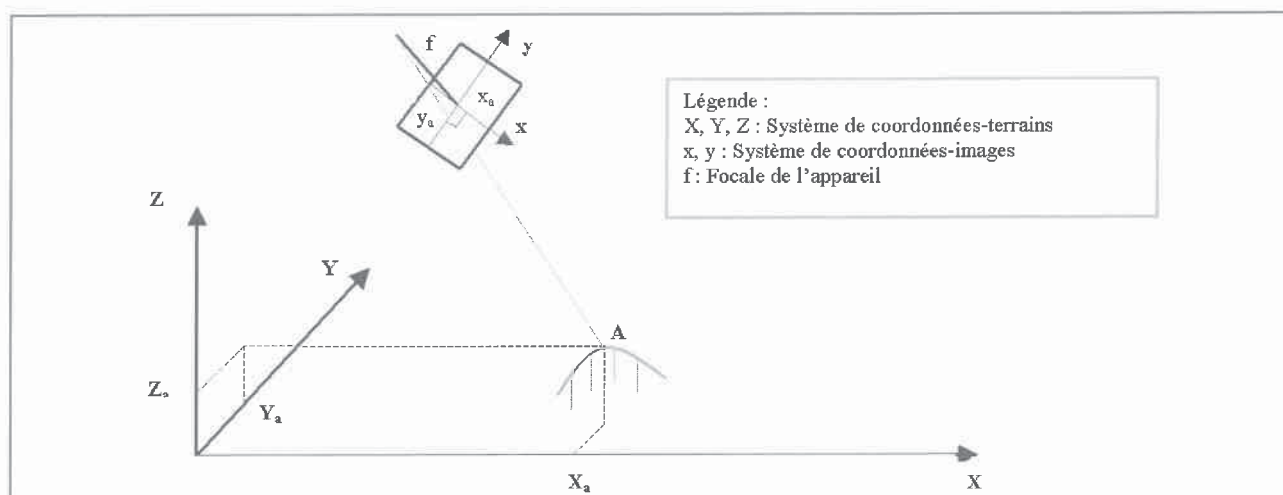


Figure 1 : Liaison entre les coordonnées images (x_a, y_a) et les coordonnées terrain (x_a, y_a, z_a) d'un point (A)

nels comme ceux relatifs à l'orientation interne, externe, aux erreurs systématiques, etc.

De ce dernier point, il en résulte la possibilité d'utiliser des appareils photographiques d'amateur, c'est-à-dire des capteurs qui ne sont pas conçus, contrairement aux chambres métriques, pour les applications photogramétriques. On parle dans ce cas de chambres non-métriques.

CONSTITUTION DE LA BASE DE DONNÉES

Les photographies utilisées ont été acquises par l'équipe Plan Loire Grandeur Nature de la DIRENE Centre dans le cadre d'études sur la Loire. Afin de pouvoir traiter ces images, une base de données a été constituée comprenant, outre les photographies, une carte scannée de l'IGN (1/25 000) et un Modèle Numérique de Terrain (MNT).

Les photographies aériennes ont été prises par un appareil NIKON F4 avec un objectif de 50 mm. Cet appareil ne comprend pas de repères de fond de chambre. Elles ont été ensuite numérisées avec un scanner UMAX Mirage2 SE afin de pouvoir être utilisées dans des logiciels de géomatique. Les photographies utilisées dans cette étude sont au nombre de quatre et se situent au niveau d'Orléans. Les paramètres liés à ces différentes étapes sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Échelle de prise de vue	1/13 000 - 1/15 000
Résolution du scanner (dpi)	400

Ne disposant pas d'un MNT suffisamment précis pour générer des ortho-images à partir des photographies aériennes, un MNT Raster ayant une résolution de 2 m a été interpolé à partir des courbes de niveaux. Celles-ci ont été préalablement digitalisées depuis la carte topographique. Cette étape a été réalisée avec le logiciel ERDAS IMAGINE qui utilise la méthode d'interpolation de Delaunay.

GÉNÉRATION DES ORTHO-IMAGES

Une fois que le MNT a été généré, une triangulation par la compensation par faisceaux a été lancée afin de déterminer les paramètres d'orientation interne et externe des photographies aériennes. Le logiciel utilisé est IMAGINE OrthoBASE [2].

La focale de l'objectif ainsi que la résolution des images ont été définies au niveau du logiciel. Des points de liaison ont été déterminés manuellement et automatiquement. Au moins un point de contrôle a été défini par chaque image. Les coordonnées de référence des points de contrôle ont été extraites des cartes de l'IGN. La figure 2 (copie d'écran du logiciel) montre la répartition des points de contrôle et de liaison dans le bloc. Durant la phase de triangulation, les paramètres d'orientation interne ont été calculés (coordonnées du point principal) ou corrigés (focale de l'appareil).

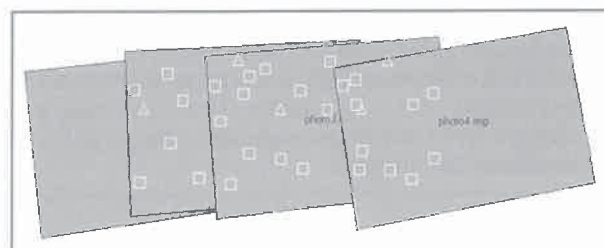


Fig. 2 - Répartition des points de contrôle (triangle) et de liaison (carré) dans le bloc

L'objectif de cette étude étant de réaliser une mosaïque qui soit adaptée à des travaux de photo-interprétation, un nombre de point d'appui minimal a été utilisé. Il aurait fallu un nombre plus important dans le cas d'une étude qui aurait pour but d'analyser la qualité géométrique des ortho-images. Ces points d'appui étant relativement peu nombreux, les erreurs moyennes quadratiques du tableau suivant sont données à titre d'information.

Les différentes caractéristiques de cette triangulation sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Résolution des images (mm)	63.5
Nombre de points d'appui	5
Nombre de points de liaison	28
EMQ X (m)	1.63
EMQ Y (m)	0.15
EMQ Z (m)	7.00

Après cette triangulation, quatre ortho-images ayant une résolution de 90 centimètres (pixel au sol) ont été générées en utilisant le MNT. La comparaison visuelle entre les ortho-images et la carte topographique a montré que les décalages géométriques au sol sont visuellement négligeables sauf au niveau des ponts (*figure 3*). Il a été émis comme hypothèse que l'origine de ces décalages provenait du MNT puisque celui-ci ne modélisait que le terrain naturel et n'incluait pas les constructions.



Fig. 3 - Décalage géométrique entre deux ortho-images contiguës

Afin de vérifier cette hypothèse, le MNT original a été interpolé localement afin d'intégrer les ponts dans le modèle de surface. Les hauteurs des tabliers des ponts ont été extraites de la carte topographique. Après ce travail d'interpolation, une deuxième série d'ortho-images a été générée en utilisant le MNT interpolé. Comme le

montre la *figure 4*, les décalages relatifs ont été réduits à quelques pixels.



Fig. 4 - Le décalage est diminué sur les ortho-images issues du deuxième calcul

LE MOSAÏQUAGE

Les différentes ortho-images ont été ensuite assemblées afin de ne former qu'une seule image. Une compensation radiométrique a été nécessaire afin d'éliminer les différences de contraste entre les images. On voit (*fig. 5*) que celles-ci ne sont pas négligeables et qu'un traitement adéquat permet d'avoir une mosaïque où il est difficile de discerner les limites des images originales (*fig. 6*). Cette mosaïque peut être interprétée visuellement (pour digitaliser par exemple les berges) puisque les décalages géométriques et les différences de contraste sont négligeables.



Fig. 5 - Mosaïque sans compensation radiométrique



Fig. 6 - Mosaïque avec compensation radiométrique (résultat final)

CONCLUSION ET PERSPECTIVE

La mise en application dans cette étude de la compensation par faisceaux a permis d'obtenir des ortho-images où les décalages géométriques sont minimes alors que l'appareil photographique utilisé n'était pas destiné à des applications photogrammétriques.

Afin d'obtenir ces ortho-images, il a été nécessaire de générer un Modèle Numérique de Terrain à partir d'une carte IGN. Celles-ci présentant des différences de contraste importantes, une compensation radio métrique a été appliquée. La mosaïque d'image qui est générée est ainsi adaptée à des travaux de photo-interprétation du fait que les différences géométriques et radio métriques sont visuellement négligeables.

Cette étude montre ainsi que les techniques photogrammétriques peuvent être employées dans le cadre d'études thématiques qui ne sont pas réalisées avec du matériel haut de gamme (scanner, chambre métrique). On pense plus particulièrement aux projets portant par exemple sur la gestion des ressources naturelles ou concernant la surveillance du littoral.

Le matériel conçu pour les applications photogrammétriques aura toujours une utilité dans le cadre d'une cam-

pagne « classique » du fait de leurs qualités géométriques. Cependant, les scanners et les appareils photographiques standards ont pour avantage de permettre une plus grande facilité d'utilisation et d'avoir un prix moindre. Seule une étude approfondie pourrait définir le type d'appareil le plus adapté en fonction d'une application particulière.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie l'équipe Plan Loire Grandeur Nature de la DIRENE Centre pour le prêt des images brutes numérisées ainsi que Pierre Grussenmeyer, Maître de conférence à l'ENSAIS, pour ses conseils concernant la rédaction de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Manuel de Photogrammétrie**, 1998, Karl Kraus et Peter Waldhäusl, Edition Hermès, Traduction de Pierre Grussenmeyer et Olivier Reis.
- [2] **IMAGINE OrthoBASE V 8.3.1 Tour Guide**, 1999, Publication ERDAS Inc.

Olivier Reis

*Ingénieur géomètre-topographe ENSAI Strasbourg
Diplômé de l'Institut de traducteurs et d'interprètes (ITI) de Strasbourg
9, rue des Champs F-57200 SARREGUEMINES
Téléphone : 03 87 98 57 04 Télécopie : 03 87 98 57 04 E-mail : o.reis@infonie.fr*

**Pour toutes vos traductions d'allemand et d'anglais en français en
topographie - géodésie - photogrammétrie - SIG - cartographie - GPS**

Reinhart Stölzel

*Ingénieur géomètre-topographe
Interprète diplômé de la Chambre de commerce et d'industrie de Berlin
9, rue de l'Europe - F-67560 ROSHEIM
Téléphone : 00 33 3 88 49 24 14 E-mail : Stoelzel@t-online.de*

**Pour toutes vos traductions de français et d'anglais en allemand en
topographie - géodésie - chemin de fer - routes**

Paul Newby

*Membre de la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)
Diplômé des universités de Cambridge (géographie) et de Londres (photogrammétrie)
9 Merrytree Close, West Wellow, Romsey, Hants SO51 6RB GB
Téléphone : 00 44 1794 322 993 Télécopie : 00 44 1794 324 354 E-mail : xav40@dial.pipex.com*

**Pour toutes vos traductions de français en anglais en
topographie - géodésie - GPS - SIG - cartographie - photogrammétrie - télédétection**

Des topographes traducteurs à votre service